

Manzei-Gorsky | Schubert | von Hayek [Hrsg.]

# Digitalisierung und Gesundheit



Nomos



## Gesundheitsforschung. Interdisziplinäre Perspektiven

herausgegeben von

Prof. Dr. Elisabeth André

Dr. Julia von Hayek

Prof. Dr. Alexandra Manzei-Gorsky

Prof. Dr. Claudia Traidl-Hoffmann

Band 4

Alexandra Manzei-Gorsky | Cornelius Schubert  
Julia von Hayek [Hrsg.]

# Digitalisierung und Gesundheit



**Nomos**

Die Reihe ist assoziiert mit dem Zentrum für Interdisziplinäre Gesundheitsforschung der Universität Augsburg.



**Redaktion:**

Ann Kristin Augst, M.A.

**Gestaltung des Covers einschl. ZIG-Visual:**

Waldmann & Weinold Kommunikationsdesign

**Die Deutsche Nationalbibliothek** verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8487-7892-8 (Print)

ISBN 978-3-7489-2293-3 (ePDF)



Onlineversion  
Nomos eLibrary

1. Auflage 2022

© Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2022. Gesamtverantwortung für Druck und Herstellung bei der Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier.

## Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung

Digitalisierung ist als politische Forderung in aller Munde. Selbst im Wahlkampf zur Bundestagswahl 2021 waren sich die Parteien trotz aller sonstigen Differenzen einig, dass Deutschland in Sachen Digitalisierung großen Nachholbedarf habe. Ob im Bildungssystem oder der öffentlichen Verwaltung, in der Industrie oder im Gesundheitswesen – Deutschland hinkt in der digitalen Modernisierung weit hinterher. Welche Auswirkungen dieser Nachholbedarf im Gesundheitswesen hat, wurde in der Corona-Pandemie mit der Arbeit der Gesundheitsämter plakativ deutlich: Bei der Weitergabe von Informationen an das Robert Koch-Institut wurde noch in großem Umfang mit Fax-Geräten gearbeitet.<sup>1</sup> Aber auch bereits vor der Pandemie haben sich bei der Digitalisierung des Gesundheitswesens weitreichende Rückstände gezeigt. Verglichen mit anderen EU-Staaten, wie Estland, Dänemark, Finnland, Schweden oder den Niederlanden, sei Deutschland beispielsweise bei der Einführung der Elektronischen Patientenakte weit im Rückstand.<sup>2</sup>

In diesem Sinne greifen wir mit dem vorliegenden Band<sup>3</sup> ein gesellschaftlich hoch aktuelles und breit diskutiertes Thema auf. Wie immer in der Reihe „Gesundheitsforschung. Interdisziplinäre Perspektiven“ verfolgen wir auch in diesem Band das Ziel, das Thema „Digitalisierung und Gesundheit“ aus der Perspektive unterschiedlicher Fächer und Disziplinen zu beleuchten. Dabei zeigte sich in der Planungsphase schnell, dass das Thema sehr breit und mit unterschiedlichsten Themenschwerpunkten beforscht wird. D. h., zum Thema Digitalisierung gibt es nicht nur anwendungsorientierte Forschung, sondern auch Grundlagenforschung, und Digitalisierung wird nicht nur in den Technikwissenschaften, sondern auch in den Geistes-, Sozial- und Naturwissenschaften beforscht. Ebenso sind die Forschungsgegenstände und Problemstellungen äußerst vielfältig und zeugen von der Ubiquität von Digitalisierungsprozessen in der gesellschaftlichen Wirklichkeit, die in den nächsten Jahren noch weiter wachsen wird.

---

1 Vgl. BMWI 2021.

2 Klauber et al. 2019.

3 Für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Korrektur der Beiträge möchten wir uns herzlich bei Tabea Breidenbach und Marisa Metzger, Hilfskräfte am Zentrum für Interdisziplinäre Gesundheitsforschung (ZIG), bedanken.

*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

Zum einen stehen die verschiedenen *menschlichen Akteure* im Fokus der Forschung, deren Verhaltensweisen und Selbstverständnisse durch Digitalisierungsprozesse sukzessive und zum Teil tiefgreifend verändert werden, wie Patientinnen und Patienten, ihre Angehörigen, die Ärzteschaft und die Pflegekräfte. Forschungen zu Patientinnen und Patienten befassen sich beispielsweise mit KI-gestützten Diagnoseverfahren und werden hier im Band repräsentiert durch die Arbeiten von Elisabeth André und Miriam Kunz zur digitalen Schmerzerkennung sowie die Forschung von Manuel Milling et al. zur Analyse des Stimmenklangs zur Diagnostik von Krankheiten. Erforscht werden außerdem digitale Assistenzsysteme im Alter, hier im Band vertreten durch Bettina Johanna Krings und Nora Weinberger, oder der Einfluss der Digitalisierung auf chronische Erkrankungen, hier repräsentiert durch den Beitrag von Magdalena Eitenberger und Lisa Wiedemann. Darüber hinaus bilden die Veränderungen medizinischer und pflegerischer Arbeitsprozesse, wie sie beispielsweise durch die vernetzte elektronische Patientendokumentation im stationären Bereich entstehen, ein breites Forschungsfeld, das in diesem Band von Margit Wehrich und Marc Jungtäubl beleuchtet wird.<sup>4</sup> Zudem sind heute auch viele biotechnologische und pharmazeutische Therapieverfahren nicht mehr ohne Digitalisierung denkbar. Bei der geplanten Implantation eines künstlichen Hüftgelenks bspw. kommt im Vorfeld digitale Technik zum Einsatz, um die Prothese für die Patientinnen und Patienten passend zu designen.<sup>5</sup>

Aber auch außerhalb des Gesundheitssystems haben digitale Technologien weitreichenden Einfluss auf die Verhaltensweisen und Selbstverständnisse alltagsweltlicher Akteure: So zeigt bspw. der Beitrag von Micha Schlichting et al. in diesem Band, wie die digitale Selbstvermessung mit sogenannten *Wearables* in Zwang und psychisches Leid umschlagen kann, und Jennifer Wernicke et al. geben einen Überblick über das Thema internetbezogener Störungen. Auch die mittlerweile ubiquitäre Nutzung von Computern im Arbeitsalltag kann gesundheitsschädigenden Stress auslösen, wie der Beitrag von Julia Lanzl et al. nachweist – dem jedoch in gewissem Rahmen durch „digitale Medienkompetenz“ auch begegnet werden kann, wie dem Beitrag von Lisa Waldenburger und Jeffrey Wimmer zu entnehmen ist.

Zum anderen werden auch die Handlungsspielräume *institutioneller Akteure*, wie Krankenkassen, Anbieter von Gesundheitsleistungen oder Patientenverbänden, durch digital vermittelte Formalisierungs- und Stan-

---

4 Vgl. dazu auch Manzei 2014, 2018.

5 Vgl. Juhra/Born 2020.

Standardisierungsprozesse grundlegend neu reguliert. Verschiedene rechtliche Regelungen sind in den letzten Jahren zur verbesserten Vernetzung der Kommunikation und zur (sicheren) Weitergabe von Patientendaten in Kraft getreten, wie bspw. das E-Health-Gesetz von 2015 oder das im Dezember 2019 in Kraft getretenen Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG), das eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation gewährleisten soll, um nur einige zu nennen.<sup>6</sup> Nicht zuletzt greift auch die 2018 EU-weit eingeführte Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) regulierend in die Erhebung und Nutzung von digitalen Patientendaten ein, wie der Beitrag von Sebastian Kluckert in diesem Band anschaulich verdeutlicht.

Aber auch hinter dem Rücken der individuellen und institutionellen Akteure, und von ihnen im beruflichen und privaten Alltag weitgehend unbemerkt, übernehmen digitale Systeme vielfältige Entscheidungsprozesse. So muss bspw. ein Krankenhaus diverse Logistik- und Verwaltungsprozesse bewältigen, wie die Bestellung und Bevorratung unterschiedlichster Produkte, wie Medikamente und andere Verbrauchsmaterialien, Wäsche, Dienstkleidung und Reinigungsmittel oder auch medizinische Implantate, wie künstliche Hüftgelenke oder Ähnliches.<sup>7</sup> Die Verwaltung (Einkauf, Bevorratung etc.) dieser Materialien kann durch digitale Verwaltungssysteme geleistet werden, ohne menschliche Zustimmung zu jedem Schritt einzufordern. Auch bei Herzschrittmachern bspw. müssen verschiedene Größen und Formen für den Notfall vorrätig sein, was durch ein automatisiertes Bestellsystem gewährleistet wird (Stichwort: Internet der Dinge).

Allein diese – exemplarische und rudimentäre – Auflistung der Anwendung digitaler Technologien im Gesundheitswesen lässt erahnen, wie weitreichend und grundlegend sich Selbst- und Berufsbilder, Arbeits- und Handlungsweisen, Diagnostik und Therapie, Prävention, Kuration und Pflege schon verändert haben und in Zukunft noch verändern werden.<sup>8</sup> Wie diese Veränderungsprozesse jedoch *zu bewerten sind*, unterliegt seit der zunehmenden Verbreitung und Allgegenwärtigkeit digitaler Technologien sehr unterschiedlichen, ja oftmals extrem gegensätzlichen Deutungen: Je nach Standpunkt und Betroffenheit wechseln sich hier Utopien und Dystopien ab, wie der Techniksoziologe Jan-Felix Schrape aufzeigt.<sup>9</sup> Der

---

6 Vgl. BMWI 2021.

7 Vgl. Juhra/Born 2020.

8 Vgl. dazu neben den Beiträgen in diesem Band exemplarisch: Bräutigam et al. 2017; Daxberger 2018; Fuchs-Fronhofen et al. 2018; Hauck/Uzarewicz 2019; Juhra/Born 2020.

9 Schrape 2021: 49; vgl. auch Grunwald 2020 sowie Arne Manzeschke und Alexander Brink in diesem Band.

*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

Umgang mit dieser Ambivalenz digitaler Transformation muss deshalb in Wissenschaft, Forschung und Anwendung ein doppelter sein:

Da man nur bedingt antizipieren kann, welche Probleme in der praktischen Anwendung entstehen werden, bedarf es einerseits regelmäßiger, einschlägiger empirischer Studien zu den Folgen der Digitalisierung in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Entsprechend kommen im empirischen Teil unseres Bandes inter- und multidisziplinäre Beiträge aus sehr unterschiedlichen Anwendungsbereichen zu Wort. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit der fachlichen Perspektiven haben wir Beiträge aus einem breiten Spektrum geistes-, sozial-, natur- und technikwissenschaftlicher Disziplinen gewählt, die fach- und/oder disziplinübergreifend zum Thema Digitalisierung forschen. In diesem Sinne stellen die eher anwendungsorientierten Beiträge des zweiten Teils des Bandes eine wichtige Momentaufnahme dar, die Einblick in die gegenwärtige interdisziplinäre Gesundheitsforschung zu Digitalisierung gewährt.

Andererseits muss man hinsichtlich normativer Fragen jedoch nicht erst auf das Eintreten von Problemen warten, wie die Technikethiker Alexander Brink und Arne Manzeschke hier im Band hervorheben: In jedem Fall werfen die weitreichenden Veränderungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens und des menschlichen Selbstverständnisses, wie sie durch Digitalisierungsprozesse angestoßen werden (digitale Transformation der Gesellschaft), „ernste moralische Fragen auf“, wie die beiden Autoren im Anschluss an den Technikphilosophen Gernot Böhme konstatieren.<sup>10</sup> Bezüglich normativer Regulierungen liege die Richtschnur gesellschaftlichen Umgangs mit digitaler Technologie deshalb nicht allein in den Möglichkeiten der Technik selbst, sondern vor allem in der Frage, mit welchem menschlichen Selbstverständnis und in welcher Gesellschaft wir zukünftig leben wollen<sup>11</sup>:

Welche Veränderungen des menschlichen Selbstverständnisses wollen wir hinnehmen, angesichts scheinbar schier unendlicher Optimierungsmöglichkeiten des menschlichen Körpers und des Geistes? Und wo liegen in Zukunft die normativen Grenzen von Verantwortung, wenn digitale Technologie zunehmend mehr in der Lage ist, eigenständige Entscheidungen zu treffen? Wie selbstbestimmt wollen und können wir leben, in einer Gesellschaft, die strukturell, institutionell und auch im Privaten zunehmend durch Algorithmen reguliert wird? Und dabei sind es eben nicht nur die negativen Folgen der Digitalisierung, die uns politisch herausfordern.

---

10 Vgl. Manzeschke/Brink in diesem Band: 27.

11 Vgl. dazu auch Cornelius Schubert in diesem Band.



*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

Auch und gerade wünschenswerte Effekte, die unsere Gesundheit verbessern und unser Zusammenleben erleichtern sollen, wie die Beschleunigung und Automatisierung von Handlungs- und Entscheidungsprozessen in Medizin und Pflege, die gesundheitliche Verbesserung von Körper und Geist oder auch Prävention und Therapie von Erkrankungen allgemein, können negative Effekte mitbringen, die wir gewichten müssen. Diese normativen Fragen werden im ersten Teil des Bandes aufgeworfen.

Bevor die Beiträge beginnen, soll jedoch zuvor noch ein Problem angesprochen und diskutiert werden, das sich trotz – oder vielleicht sogar wegen – der Heterogenität der Perspektiven und Zugänge für alle Aufsätze gestellt hat, nämlich die Frage: Was heißt Digitalisierung?

*Was heißt Digitalisierung?*

Für ein – gemessen am 250-jährigen Prozess der Industrialisierung insgesamt – verhältnismäßig junges, sich rasant entwickelndes und permanent veränderndes Forschungsfeld, wie der Digitalisierung, ist es keineswegs unüblich, relativ unscharfe, aber breit verwendbare offene Begriffe als generelle Bezeichnung zu verwenden. In der Wissenschafts- und Technikforschung werden diese offenen Bezeichnungen ‚Umbrella-Terms‘ genannt, weil sie wie ein weites Dachkonzept verschiedene Felder überspannen können, ohne den eigentlichen Forschungsgegenstand einzuengen.<sup>12</sup> Vorteil dieser terminologischen Offenheit ist, dass das Phänomen zunächst weit und flexibel, aus vielen fachlichen Perspektiven untersucht und seine empirische Erscheinung konkretisiert werden kann. Gleichzeitig stellt sich vor dem Hintergrund der Ubiquität digitaler Technologien und der weit gefassten Definition die Frage, was eigentlich noch und was nicht mehr zum Thema Digitalisierung gehört. Ohne diese Frage im Folgenden konkret beantworten zu wollen, ist es sinnvoll, zumindest die begrifflichen, historischen und normativen Dimensionen des Phänomens Digitalisierung auszuloten.

---

12 Vgl. Schrape 2020.

*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

*Begriffliche Herleitung*

Fragt man nach der etymologischen Bestimmung des Begriffs „digital“, nennt der Duden hier eine doppelte Herkunft des Wortes: Während digital aus dem Lateinischen stammend auf „digitus“, „den Finger“ verweist, folgt die Alltagssprachliche Deutung der aus dem Englischen entlehnten Bedeutung, „digit“, auf Deutsch „Ziffer“.<sup>13</sup> Auf digitale Technologie bezogen symbolisiert das Wort „digit“ also das dort verwendete grundlegende binäre System von lediglich zwei Zuständen (aus und an) bzw. Zeichen (0 und 1), mit denen letztlich alle Informationen dargestellt und berechnet werden. Die entscheidende Bedeutung für digitale Technologie liegt damit auf der *Informationsverarbeitung durch diskrete, abgestufte Zustände*, mit denen Informationen verarbeitet werden (Ziffern). Im Gegensatz dazu geben analoge Technologien (wie bspw. der Schallplattenspieler), die Spannungszustände (wie Audiosignale) durch *kontinuierliche, stetige, stufenlose Frequenzen* wieder.

So bedeutsam diese Differenz für die Unterscheidung von Informations- und Kommunikationstechnologien heute auch ist, sie reicht nicht aus, um die transformative Kraft der Digitalisierung in den letzten Jahrzehnten zu beschreiben. Denn tatsächlich gab es bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts Webstühle, die mit Lochkarten aus Holz betrieben wurden, und Ende des 19. Jahrhunderts wurde eine Volkszählung in den USA mit Hilfe lochkartengestützter Datenverarbeitung durchgeführt.<sup>14</sup> Insofern die Löcher in den Karten als diskrete Zustände verstanden werden können, haben wir es bei Lochkarten also bereits mit digitaler Informationsverarbeitung zu tun. Die transformative Kraft heutiger Digitalisierungsprozesse wird also allein durch den Hinweis auf diskrete Informationsverarbeitung mitnichten erschöpfend beschrieben. Um die Besonderheit heutiger digitaler Technologien begreifen zu können, ist es vielmehr notwendig, den Blick auf die historische Entwicklung von Technik seit Beginn der Industrialisierung zu richten, die der Digitalisierung den Boden bereitet hat.

---

13 <https://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/Herkunft-digital>; 29.10.2021.

14 Eckert et al. 1991.

*Historische Dimension:*

*Industrialisierung als Voraussetzung der Digitalisierung*

Die Entwicklung der Industrie wird heute oftmals als ein mehrstufiger ‚revolutionärer‘ Prozess beschrieben, der bis dato, je nach Interpretation, vier- oder fünfstufig gedacht wird.<sup>15</sup> Grundsätzlich sinnvoll ist die Periodisierung eines solchen Entwicklungsprozesses allein insofern, als sie ermöglicht, das Umschlagen besonderer Bestimmungsmomente der Technisierung hervorzuheben, wie bspw. die *Automatisierung* und die damit verbundene *Normierung und Standardisierung* oder auch das *permanente Vorhandensein von ausreichend verfügbarer Energie*, um nachvollziehen zu können, dass und wie die Digitalisierung aus dem Prozess der Industrialisierung heraus erwachsen ist. Vergessen werden darf bei dieser Darstellung jedoch nicht, dass es sich bei dem Prozess der Technisierung nicht um eine isolierte, intrinsisch motivierte Entwicklung handelt. Vielmehr ist der industrielle Wandel insgesamt – ebenso, wie die digitale Transformation heute – nur auf der Basis der Wechselwirkung zwischen politischen, soziokulturellen, wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen zu begreifen, wie bspw. der Entstehung marktliberaler Wirtschaftsstrukturen seit dem 18. Jahrhundert und dem damit verbundenen Schutz des Privateigentums (Mobilisierung des Kapitals), wie auch der zunehmenden gesellschaftlichen Arbeitsteilung (zunehmende Mobilisierung und Spezialisierung von Arbeitskraft) und nicht zuletzt der Entwicklung einer Wissenschaft, die der Forschung mit der Institutionalisierung der modernen Universitäten und Technischen Hochschulen im 19. Jahrhundert eine systematische und gesellschaftlich geförderte Struktur gab.

Unstrittig sind bei (fast) allen Periodisierungen die ersten drei Stufen der Industrialisierung: Zunächst wird der Übergang von der agrarischen Subsistenzwirtschaft zur Industriearbeit seit dem 18. Jahrhundert als zentraler revolutionärer Schritt gedeutet, der durch *mechanische Produktionsanlagen auf der Basis Dampfmaschinen* ermöglicht wurde (Stufe 1). Im Gegensatz zur Energiegewinnung aus menschlicher Arbeit oder aus Wasser- oder Windkraft (wie in den Manufakturen) erwies sich die Energie der Dampfmaschine als *ortsungebunden, kontinuierlich verfügbar* und sie ließ sich je *nach Bedarf auch steigern*. Produktion und Verkehr ließen sich dadurch um ein Vielfaches erhöhen und beschleunigen und veränderten die Arbeits- und Lebensbedingungen tiefgreifend. Voraussetzung dafür war jedoch,

---

15 Vgl. Manzeschke/Brink in diesem Band sowie zu den folgenden Anmerkungen insbesondere Thomes 2020.

dass die Arbeits- und Lebensgewohnheiten weiter Gesellschaftsbereiche nicht mehr dem natürlichen Tagesablauf folgten<sup>16</sup>, sondern den neuen Produktionsbedingungen angepasst wurden.

Die zweite Stufe der Industrialisierung, die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts angesetzt wird, wird ebenfalls durch einen weiteren revolutionären Schritt hinsichtlich Energiegewinnung und Automatisierung von Arbeit gekennzeichnet: *Energiegewinnung durch Elektrizität* löst sukzessive die Dampfmaschine ab und ermöglicht – auf der Basis einer verschärften *Automatisierung und Differenzierung von Arbeit* (Stichworte: Fließbandarbeit und Fordismus<sup>17</sup>) – die Massenproduktion von Konsumgütern, Lebensmitteln, Medikamenten usw. Gesellschaftliche Folge war einerseits die Entstehung des „industriellen Normalarbeitsverhältnisses“<sup>18</sup>, mit der Trennung von Arbeit und Freizeit und der finanziellen Absicherung von Lebensrisiken durch Renten-, Arbeitslosen- und Krankenversicherung (Bismarcksche Sozialgesetzgebung), was einerseits zu einer allgemeinen Verbesserung der Lebensbedingungen und einer Steigerung des Wohlstands führte. Andererseits zeigten sich mit der Massenfertigung von Kriegstechnologie in den beiden Weltkriegen, dem technisch durchrationalisierten Massenmord in den Konzentrationslagern im Nationalsozialismus und später mit der Weltwirtschaftskrise in den 1970er Jahren jedoch auch die Grenzen und negativen Folgen dieser auf scheinbar permanent verfügbarer Energie und unbegrenzter Steigerung der Automatisierung gründenden industriellen Entwicklung.

Seit den 1970er Jahren kulminiert mit der elektronischen Datenverarbeitung der Prozess der Digitalisierung in einer dritten Stufe industrieller Revolution. Bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts hatten Firmen, wie die *International Business Machines Corporation* (IBM) sowie einzelne Wissenschaftler, wie Konrad Zuse, Rechenmaschinen entwickelt, die die Verarbeitung von Daten<sup>19</sup> auf der Basis von digitalen Rechenoperationen (0 – 1 Dualsystem) systematisierten und beschleunigten.<sup>20</sup> Mit Hilfe von mathematischen Regelsystemen, sogenannten Algorithmen, ließen sich

---

16 Vgl. Mumford 1934: 12ff.

17 Vgl. Thomes 2020.

18 Ebd.: 1346.

19 Als *Daten* bezeichnet man „(Zahlen-)Werte, die beispielsweise durch Beobachtungen, Messungen oder statistische Erhebungen gewonnen werden“, wie bspw. Bilder, Texte, Sensordaten oder ähnliches. *Informationen* hingegen, „bezeichnen den Sinngehalt, der durch menschliche Interpretation geschieht“ (Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“: 54).

20 Vgl. Thomes 2020.

Daten nun sehr schnell und zuverlässig systematisch verarbeiten. Dabei enthalten Algorithmen sowohl Informationen zu den Daten selbst als auch Anweisungen zu den Schritten der Verarbeitung (Wenn-dann-Regeln). Mit Hilfe solcher digitalen Rechner (Computer) ließen sich bspw. technische Arbeitsvorgänge erstmals „ermüdungsfrei und präzise“<sup>21</sup> steuern. Seit den 1950er Jahren prägte diese Form der *automatisierten digitalen Steuerung auf der Basis Elektronischer Datenverarbeitung (EDV)* die Produktion, die Arbeitswelt und den Konsum völlig neu.

Mit der Möglichkeit, immer kleinere und gleichzeitig leistungsstärkere Rechner zu bauen und miteinander zu verbinden, potenziert sich in 1990er Jahren ein *Prozess der Vernetzung*, der verschiedentlich als vierte Stufe der industriellen Revolution beschrieben wird.<sup>22</sup> Im Verlauf der Industrialisierung ist Vernetzung, bspw. bei der Produktion und Distribution von Gütern und Dienstleistungen, zwar kein neues Phänomen. Für die Möglichkeiten elektronischer Datenverarbeitung ist die, prinzipiell weltweite und in alle Arbeits- und Lebensbereiche hereinreichende, Vernetzung von Computern jedoch noch einmal mit revolutionären Umwälzungen verbunden. Denn das *Internet* verbindet nicht nur Menschen aller Kontinente in Echtzeit miteinander und verändert unsere alltäglichen Lebens- und Arbeitsbeziehungen dadurch tiefgreifend. Auch Körper können mit Organisationen verbunden werden, wie bspw. im Monitoringsystem der Intensivstation<sup>23</sup>, und Maschinen können mit Maschinen verbunden werden, wie bspw. bei Industrierobotern in der Produktion oder bei Autopiloten im Flugzeug (Internet der Dinge).

Gegenüber den vorhergehenden Stufen kommt es hier nicht nur zu einer sich noch einmal steigernden Automatisierung, hinzu kommt vielmehr eine neue Entwicklung im Verhältnis Mensch und Technik: Nicht der Mensch steuert mehr die Maschinen, das übernehmen nun zunehmend die Algorithmen. Der Mensch überwacht lediglich noch das (Produktions-)Geschehen, um bei Störungen ggf. eingreifen zu können. Als Folge diese neuen Möglichkeiten der Vernetzung über Zeiten, Räume und Materialitäten hinweg erodiert das noch bis in die 1980er Jahre hinein gültige Normalarbeitsverhältnis (feste Arbeitszeiten, feste Bezahlung, soziale Absicherung). Auch in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung werden die Arbeitsweisen durch die Vernetzung der *digitalen Globalisierung* fundamental verändert: Ein weltweites Projekt, wie das *Human Genom Project*,

---

21 Thomes 2020: 1348.

22 Ebd.: 1333ff.

23 Vgl. Manzei 2014, 2018.

*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

das um die Jahrtausendwende einen ersten Abschluss fand, wäre ohne diese Entwicklung weder denkbar noch möglich gewesen.

*Künstliche Intelligenz:*

*Digitale Transformation wissenschaftlicher Erkenntnis*

Während also bis zur vierten Stufe industrieller Revolution die *Automatisierung* (und die damit verbundene Formalisierung und Standardisierung des Wissens und der Praxis), die *kontinuierliche Verfügbarkeit von ausreichender Energie* (und die damit verbundene Erschließung und der sich kontinuierlich steigende Verbrauch von Ressourcen) sowie die *zunehmende globale Vernetzung* (und die damit verbundene Intensivierung und Verdichtung von Arbeitsabläufen und des Informationsaustausches) zentrale Merkmale sind, die die verschiedenen Stufen der Industrialisierung charakterisieren, kommt mit der sogenannten *Künstlichen Intelligenz (KI)*, vor allem mit dem sogenannten *Maschinellen Lernen*, zu Beginn der 21. Jahrhunderts noch eine neue Form der *Erkenntnisgewinnung in der Wissenschaft* hinzu.

Bereits Ende des 20. Jahrhunderts gab es zwar mit den *Expertensystemen* durchaus schon KI-Systeme, die bspw. die Entscheidungsprozesse in der Medizin unterstützten. Sie zeichneten sich jedoch vorwiegend dadurch aus, dass sie enorme Datenmengen in kürzester Zeit verarbeiten konnten und damit der manuellen Recherche in der Praxis haushoch überlegen waren. Solche *Regelbasierten KI-Systeme* zeichnen sich dadurch aus, dass ihr ‚Verhalten‘ vollständig durch algorithmische Regeln definiert und die Wissensgewinnung im Prinzip von Expertinnen bzw. Experten nachvollzogen werden kann.<sup>24</sup> Mit der Verarbeitung von medizinischen und organisatorischen Kennzahlen in den vernetzten Software-Systemen, z. B. in Krankenhäusern<sup>25</sup> begann der Prozess der Informationsverarbeitung für die Nutzerinnen und Nutzer jedoch allmählich schon unübersichtlicher zu werden: Denn medizinische Kennzahlen (sogenannte *Medical Scores*) dienen in vernetzten Systemen nicht mehr nur der Unterstützung von ärztlichen Entscheidungen, sondern auch den Personalplanungen des Krankenhausmanagements.<sup>26</sup>

Mit den neuen Möglichkeiten *Maschinellen Lernens* bzw. dem sogenannten *Deep Learning* wird KI nochmal auf eine neue Stufe gehoben: Es

---

24 Vgl. Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ 2020: 51f.

25 Vgl. Manzei 2014, 2018.

26 Vgl. ebd.

entstehen sogenannte *Lernende KI-Systeme*. Im Gegensatz zu *Regelbasierten KI-Systemen* zeichnen sich *Lernende KI-Systeme* dadurch aus, dass nur noch die „initiale Konfiguration“ durch den Menschen vorgegeben ist, während die weitere Informationsverarbeitung als eine Art selbstlernender Prozess konzipiert wird.<sup>27</sup> Das ‚Training‘ der *Lernenden KI-Systeme* funktioniert so, dass die Systeme schrittweise mit ‚Trainingsdaten‘ (z. B. Röntgenbilder einer Raucherlunge) gefüttert werden, die wiederum mit bestimmten Informationen versehen sind, so dass das System die Daten hinsichtlich bestimmter Parameter vergleichen kann. Dieser Prozess des Vergleichens wird so lange vom Menschen überprüft, bis sich das Ergebnis nicht mehr verbessern lässt und das System bspw. alle Bilder mit einem bestimmten Tumor-Typ erkennt. Dieser Prozess des maschinellen Lernens kann sich nun, wie hier beschrieben, vom Menschen überwacht vollziehen oder, beim sogenannten *tiefen Lernen (Deep Learning)*, auch durch eine Art „unüberwachtes Lernen“<sup>28</sup>. Voraussetzung für das unüberwachte Lernen ist, dass eine sehr große Menge an Daten zu Verfügung steht, z. B. „Terabytes an Texten oder Millionen von Bildern“<sup>29</sup>, anhand derer die Software (in verschiedenen Schichten = *Deep Learning*) dann Strukturen und Muster erkennen kann.

Neben der Quantität der Daten hängt das Gelingen dieses Erkenntnisprozesses jedoch vor allem auch von der Qualität der zugrundeliegenden Daten ab. Hier spielen nicht nur der Informationsgehalt, die Genauigkeit und die Korrektheit der Daten eine wichtige Rolle,<sup>30</sup> auch die *Art der Daten* ist entscheidend: Neben sogenannten *Rohdaten* können bspw. auch *Sekundärdaten* oder *synthetische Daten* verwendet werden, die bereits durch bestimmte Modellannahmen oder Generalisierungen geprägt sind, aus denen dann kaum „noch Rückschlüsse auf die Rohdaten möglich sind.“<sup>31</sup> Andererseits kann es bspw. auch durch den Ausschluss bestimmter Daten zu einer systematischen Verzerrung (*Bias*) der Ergebnisse kommen.<sup>32</sup> Entweder durch die Diskriminierung von Personengruppen, wenn bspw. ausschließlich junge, weiße, schlanke, 180 cm große Männer als Datenbasis dienen. Aber auch umgekehrt kann durch den *Versuch, Diskriminierungen zu vermeiden*, ein Bias entstehen: Für ein bestimmtes Krankheits- oder Gesundheitsverhalten sind Alter, Geschlecht, Einkommen, Bildung und

---

27 Vgl. Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ 2020: 51f.

28 Ebd.: 52.

29 Ebd.

30 Ebd.: 54.

31 Ebd.: 55.

32 Ebd.

soziale Herkunft von Personen zumeist nicht unwichtig. Aus datenschutzrechtlichen Gründen dürfen personenbezogene Daten jedoch nur bedingt weitergegeben oder gar verarbeitet werden. Die Enquete-Kommission des deutschen Bundestages kam deswegen 2020 zu dem Schluss, dass auch *Lernenden KI-Systemen* grundsätzlich keine fehlerfreie Erkenntnisgewinnung attestiert werden kann.<sup>33</sup>

Fasst man die wesentlichen Merkmale der begrifflichen und historischen Einordnung zusammen, dann lässt sich Digitalisierung als ein sozio-technischer Entwicklungsprozess beschreiben, der die Arbeits- und Produktionsbedingungen sowie die sozialen Beziehungen und das Selbstverständnis des Menschen fundamental transformiert. Diese digitale Transformation hat ihre Wurzeln in der Industrialisierung und Rationalisierung und sie kumuliert zu Beginn des 21. Jahrhunderts im Prozess digitaler globaler Vernetzung und in neuen Formen der Erkenntnis und Wissensgewinnung.

Merkmale, wie – erstens – die *Automatisierung* von Entscheidungen und Handlungsabläufen, wirken sich im Gesundheitswesen bspw. als *Formalisierung* von Arbeitsbedingungen oder als *Standardisierung* medizinischen und pflegerischen Wissens aus.<sup>34</sup> Ein zweites Merkmal, das die Digitalisierung kennzeichnet und für den Gesundheitsbereich von zentraler Bedeutung ist, ist ihre unbedingte Angewiesenheit auf *permanent und konstant verfügbare elektrische Energie*. Durch die allgegenwärtige Bedeutung, die die Digitalisierung für alle Forschungs- und Anwendungsbereiche im Gesundheitswesen mittlerweile hat, erweist sich diese Angewiesenheit als tendenziell prekäre Voraussetzung. Als drittes Merkmal führt die Möglichkeit der *globalen digitalen Vernetzung* über Zeiten und Räume sowie die unterschiedlichsten Materialitäten hinweg zu einer bisher ungekannten *Entgrenzung von Lebensbereichen und Arbeitsbeziehungen, von Körpervorstellungen und menschlichen Selbstverhältnissen*. Im Gesundheitswesen werden damit nicht nur rechtliche und ethische Fragen der Verantwortlichkeit aufgeworfen, auch die Frage nach der menschlichen Natur und ihrer regulierenden Bedeutung für medizinische Interventionen stellt sich auf eine bisher nicht gekannte Weise neu. Nicht zuletzt werden mit den *lernenden Formen Künstlicher Intelligenz* Erkenntnisweisen geschaffen, deren Nutzung für diagnostische und therapeutische Entscheidungen im beschleunigten und arbeitsverdichteten medizinischen Arbeitsalltag zwar zunächst hilf-

---

33 Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“ 2020: 53; vgl. auch Kluckert in diesem Band.

34 Vgl. Manzei 2014, 2018 sowie Wehrich/Jungtäubl in diesem Band.



*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

reich erscheint, in der Praxis lässt sich jedoch nicht mehr nachvollziehen, auf welcher Datenbasis und welchem Kenntnisstand das System letztlich seine Entscheidungen trifft. So hilfreich die technologische Expertise also erscheint, so schwierig wird es in Zukunft, sie noch durch menschliche Akteure zu kontrollieren.

Augsburg/Dortmund im Dezember 2021

Alexandra Manzei-Gorsky

Julia von Hayek

Cornelius Schubert

*Literatur*

*Bräutigam, C/Enste, P/Evans, M/Hilbert, J/Merkel, S/Öz, F* (2017): Digitalisierung im Krankenhaus. Mehr Technik – bessere Arbeit? Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.

*Daxberger, S* (2018): Neue Technologien in der ambulanten Pflege. Wie Smartphones die Pflegepraxis (mit-)gestalten. Frankfurt am Main: Mabuse.

*Eckert, R/Vogelgesang, W/Wetzstein, TA/Winter, R* (1991): Auf digitalen Pfaden. Die Kulturen von Hackern, Programmierern, Crackern und Spielern. Opladen: Westdeutscher Verlag.

*Enquete-Kommission „Künstliche Intelligenz“* (2020): Bericht der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz – Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potentiale. Deutscher Bundestag: Drucksache 19/23700.

*Fuchs-Frohnhofen, P/Blume, A/Ciesinger, K-G/Gessenich, H/Hülken-Giesler, M/Isfort, M/Jungtäubl, M/Kocks, A/Patz, M/Weibrich, M* (2018): Memorandum „Arbeit und Technik 4.0 in der professionellen Pflege“. Würselen: MA&T Sell & Partner.

*Grunwald, A* (2020): Digitalisierung. Zwischen Fortschrittsoptimismus und Technikdämonisierung. In: Lindenau, M/Meier Kressig, M (Hg.): *Schöne neue Welt? Zwischen technischen Möglichkeiten und ethischen Herausforderungen*. Bielefeld: transcript, 77–101.

*Hauck, C/Uzarewicz, C* (Hg.) (2019): *I, Robot – I, Care. Möglichkeiten und Grenzen neuer Technologien in der Pflege*. Berlin/Boston, MA: DeGruyter.

*Juhra, C/Born, J* (2020): Klinik 4.0. Das digitale Krankenhaus. In: Frenz, W. (Hrsg): *Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft*. Berlin/Heidelberg: Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-58474-3\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-662-58474-3_53).

*Manzei, A* (2014): Über die neue Unmittelbarkeit des Marktes im Gesundheitswesen. Wie durch die Digitalisierung der Patientenakte ökonomische Entscheidungskriterien an das Patientenbett gelangen. In: Manzei, A/Schmiede, R (Hg.): *20 Jahre Wettbewerb im Gesundheitswesen. Theoretische und empirische Analysen zu Ökonomisierung von Medizin und Pflege*. Wiesbaden: Springer VS, 219–239.

*Digitalisierung, KI und Gesundheit – Vorwort und Einleitung*

*Manzei, A* (2018): Sind Standards objektiv und neutral? In: Klinke, S/Kadmon, M (Hg.): Ärztliche Tätigkeit im 21. Jahrhundert. Profession oder Dienstleistung. Berlin: Springer, 207–229.

*Munford, L* (1934): *Technics and Civilization*. London: Routledge.

*Schrape, J-F* (2021): *Digitale Transformation*. Bielefeld: transcript.

*Thomes, P* (2020): Industrie zwischen Evolution und Revolution – eine historische Perspektive. In: Frenz, W (Hg.): *Handbuch Industrie 4.0. Recht, Technik, Gesellschaft*. Berlin: Springer, 1333–1353.