



Tech-Giganten im Gesundheitswesen

010101010

TECH-GIGANTEN IM GESUNDHEITSWESEN

000101110

AILEEN BERGHOLD
CONSTANZE HÜBNER
BJÖRN SCHMITZ-LUHN
CHRISTIANE WOOPEN

010

010100101

010011101

001010010

010010101

101010011

EXECUTIVE SUMMARY

Tech-Giganten treiben Digitalisierungsprozesse massiv voran und können mittel- bis langfristig durch ihre überragende Marktmacht das Angebot von Gesundheitsdienstleistungen und das Gesundheitssystem selbst tiefgreifend verändern. Dies kann insbesondere bei sektoral organisierten und öffentlich finanzierten Gesundheitssystemen, die nach dem Solidarprinzip gestaltet sind, zu paradigmatischen Wandlungsprozessen führen. Der Schwerpunkt der Versorgung verschiebt sich von der herkömmlichen Therapie zur Prädiktion, Prävention und Präzisionsmedizin. Die Grenzen zwischen den Sektoren werden durchlässiger und lösen sich letztlich zugunsten einer patient:innenorientierten Gesundheitsversorgung auf. Zudem rücken Forschung und alltägliche Gesundheitsversorgung näher zusammen, und es entsteht die Chance, ein Lernendes Gesundheitswesen aufzubauen.

Als Tech-Giganten gelten in dieser Studie solche Technologieunternehmen, die über unvergleichlich hohe finanzielle, personelle und technische Ressourcen sowie Kompetenzen in Bezug auf Digitaltechnologien verfügen. Meist haben sie sich zunächst in einem anderen Geschäftsfeld etabliert und verfolgen mit dem Eintritt in den Gesundheitsmarkt wirtschaftliche Interessen sowie nach eigenen Angaben das Ziel, mit digitalen Innovationen das Gesundheitsverhalten sowie die Gesundheitsversorgung, und damit die Gesundheit der Menschen wesentlich zu verbessern.

Die von Tech-Giganten entwickelten Gesundheitsprodukte und -anwendungen beruhen meist auf riesigen Datenmengen aus unterschiedlichen Lebensbereichen, die sie unter Einsatz sogenannter Künstlicher Intelligenz (KI) auswerten, um Krankheiten, Risiken und zu erwartende Bedarfe zu berechnen, diagnostische, therapeutische oder präventive Maßnahmen zu identifizieren oder zu entwickeln sowie Versorgungsprozesse zu vernetzen und zu optimieren. Die erforderlichen Daten erheben sie meist mittels ihrer eigenen Produkte und Services, die – wie etwa Smartphones – primär anderen als gesundheitlichen Zwecken dienen und weit verbreitet sind, entwickeln aber auch neue Apparate und Systeme. Zudem engagieren sie sich in der Gesundheitsforschung, zu einem großen Teil in Kooperationen unterschiedlicher Art. Vereinzelt betreiben sie Krankenhäuser, vernetzte Versorgungssysteme und Krankenversicherungen.

Dies alles geht mit einem Wandel erforderlicher digitaler (Gesundheits-)Kompetenzen aller Beteiligter einher, mit neuen Berufsbildern und Verantwortungsprofilen. Die zentrale Bedeutung von Daten und technologischem Know-how befördern eine monopolartige Stellung der Tech-Giganten, die nicht nur den Marktzugang anderer Akteur:innen entscheidend beeinflussen können, sondern auch eine Gestaltungs- und Deutungshoheit bezüglich gesundheitsrelevanter Belange des individuellen und gesellschaftlichen Lebens erhalten, die der Entfaltung von Freiheit in einer sozialen Marktwirtschaft und der demokratischen Gestaltung gesellschaftlicher Rahmenbedingungen zuwiderlaufen kann.

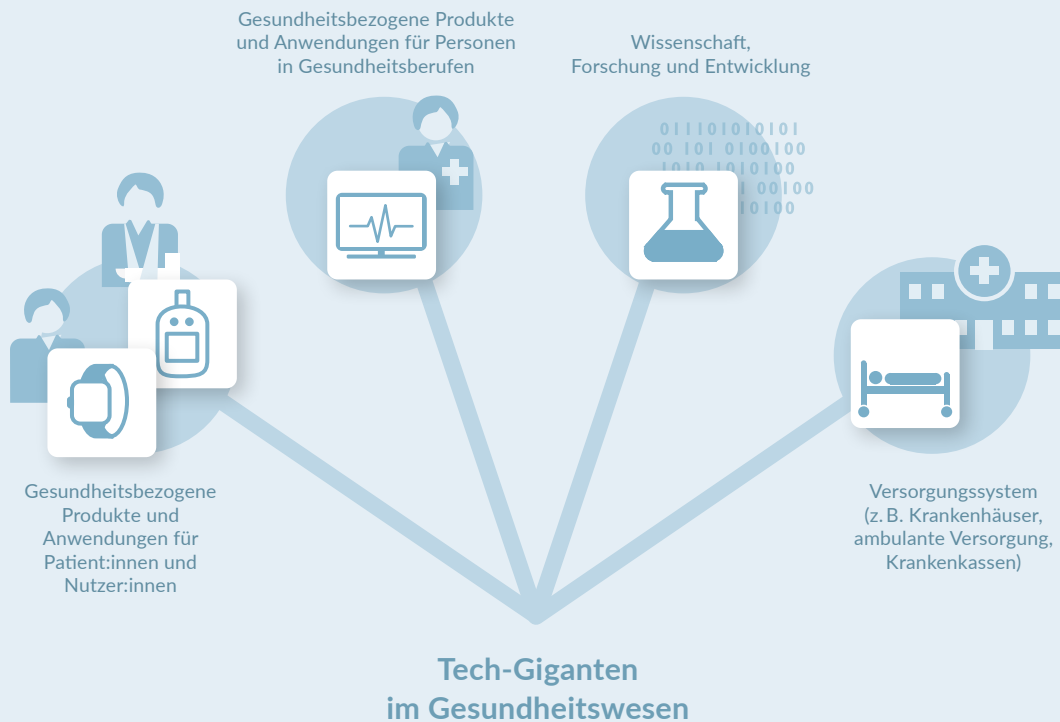


ABBILDUNG 1: **Untersuchte Anwendungsbereiche**

Quelle: Eigene Darstellung, Bertelsmann Stiftung

Hinsichtlich ethisch hochrangiger Prinzipien und Werte bergen die Aktivitäten der Tech-Giganten in der Gesundheitsversorgung sowohl erhebliche Chancen als auch Risiken. So können sie moderne Technologien zur Verfügung stellen, mit deren Hilfe Gesundheit und Selbstbestimmung gefördert, Zugangschancen zur Gesundheitsversorgung verbessert, Privatheit geschützt sowie Versorgungsprozesse optimiert werden können. Gleichzeitig bestehen jedoch erhebliche Risiken für die Privatheit, für den Schutz vor Diskriminierung und auch für die Gesundheit und die Selbstbestimmung. Tech-Giganten in den USA, in Europa und Asien unterscheiden sich in ihrem Wirkungsspektrum und -ort.

Diese Studie zeigt die vielfältigen Aktivitäten von Tech-Giganten im Bereich der Gesundheit anhand etlicher Beispiele auf, stellt eine überblicksartige ethische Analyse einiger besonders relevanter Wandlungsprozesse vor, die durch Tech-Giganten in besonderem Maße befördert werden, und schließt mit acht Empfehlungen zur produktiven Einbindung von Tech-Giganten für den Fortschritt in der Gesundheitsversorgung unter Vermeidung ethisch bedeutsamer Risiken.

INHALT

1	Einführung	10	3.2	Technologien für Patient:innen und Nutzer:innen	38
1.1	Ausgangssituation	10	3.2.1	Wearables und Apps	38
1.2	Wer sind diese Tech-Giganten?	12	3.2.2	Virtuelle Assistenzsysteme und digitale Avatare	45
1.2.1	Disruptive Innovationen	16	3.2.3	Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR)	49
1.2.2	Moonshot Mindset	17	3.2.4	Zusammenfassung	49
1.3	Erkenntnisinteresse und zentrale Forschungsfragen	19	3.3	Technologien für Personen in Gesundheitsberufen	51
2	Methodisches Vorgehen	21	3.3.1	Wearables und Apps	51
2.1	Explorative Literaturrecherche	21	3.3.2	Virtuelle Assistenzsysteme und digitale Avatare	54
2.2	Qualitative Expert:inneninterviews	23	3.3.3	Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR)	57
2.3	Ethische Analyse	23	3.3.4	Zusammenfassung	58
3	Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitswesen	25	3.4	Versorgungssystem	60
3.1	Grundlagen	27	3.4.1	Healthcare Cloud Computing	60
3.1.1	Maschinenlesbare digitale Daten	27	3.4.2	Blockchain-Technologien	64
3.1.2	Algorithmische Systeme und Künstliche Intelligenz	29	3.4.3	Medizintechnik und Biotechnologie	66
3.1.3	Zusammenfassung	36	3.4.4	Robotik	69
			3.4.5	Strukturen für die Leistungserbringung	71
			3.4.6	Versicherungen im Gesundheitswesen	73
			3.4.7	Arzneimittelversorgung	74
			3.4.8	Mobilität und Logistik	75
			3.4.9	Gesundheitsmarkt Partnerschaften, Programme und Projekte	76
				Investitionen und Ausgründungen	88
				Akquisitionen	92
			3.4.10	Zusammenfassung	95

3.5	Wissenschaft, Forschung und Entwicklung	97	5	Schlussbetrachtung und Handlungsempfehlungen	149
3.5.1	Ausgewähltes Beispiel: Seltene Erkrankungen	104		Handlungsempfehlungen	152
3.5.2	Zusammenfassung	106			
4	Ethische Analyse	108		Literatur	158
4.1	Einführung	108		Autor:innen	200
4.2	Ethische Werte und Prinzipien	110		Impressum	201
4.2.1	Die Würde des Menschen	110			
4.2.2	Freiheit und Selbstbestimmung	111			
4.2.3	Gesundheit	112			
4.2.4	Privatheit	113			
4.2.5	Sicherheit	114			
4.2.6	Gerechtigkeit und Solidarität	115			
4.2.7	Nachhaltigkeit	117			
4.2.8	Demokratie	118			
4.3	Transformationen der Gesundheitsversorgung	119			
4.3.1	Stärkung datenbasierter Prädiktion, Prävention und Präzisionsmedizin	121			
4.3.2	Multidimensionaler Wandel der Kompetenzen in Gesundheitsberufen	130			
4.3.3	Monopolisierung und Auflösung der Sektoren durch digitale Gesundheitsversorgung	136			
4.3.4	Verbindung von Versorgungsalltag und Forschung zu einem Lernenden Gesundheitssystem	142			

ABKÜRZUNGEN

AADE	American Association of Diabetes Educators	DAX	Dragon Ambient eXperience
AAL	Ambient Assisted Living	DEK	Datenethikkommission der Bundesregierung
ACC	American College of Cardiology	DER	Deutscher Ethikrat
ACS	American Cancer Society	DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
ADA	American Diabetes Association	DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität
AGG	Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz	DHSC	Department of Health and Social Care UK
AGI	Artificial General Intelligence	DL	Deep Learning
AHA	American Heart Association	DLT	Distributed-Ledger-Technologie
AHS	Apple Heart Study	dpa	Deutsche Presse-Agentur
AI	Artificial Intelligence	DVG	Digitale-Versorgung-Gesetz
AIMIS	AI Medical Innovation System	DWP	Diabetes Wellness Program
Amwell	American Well	EbM	Evidenzbasierte Medizin
ANI	Artificial Narrow Intelligence	EEG	Elektroenzephalografie
API	Application Programming Interface	EGMR	Europäischer Gerichtshof für Menschenrechte
AR	Augmented Reality	E-Health / eHealth	Electronic Health
AS	Adaptor Set	EHR	Electronic Health Record(s)
ASR	Automatic Speech Recognition	EK	Europäische Kommission
AWS	Amazon Web Services	EKG	Elektrokardiogramm
B2B	Business-to-Business	EP	Europäisches Parlament
BDI	Initiative des Bundesverbands der Deutschen Industrie e. V.	ePA	Elektronische Patientenakte
BfArM	Bundesamt für Arzneimittel und Medizinprodukte	eSIM	Embedded Subscriber Identity Module
BGI	Beijing Genomics Institute	EU	Europäische Union
BIP	Bruttoinlandsprodukt	EU-DSGVO	Europäische Datenschutz-Grundverordnung
BKartA	Bundeskartellamt	FAA	Federal Aviation Administration
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	FAIR	Facebook AI Research
BMG	Bundesgesundheitsministerium	FDA	U.S. Food and Drug Administration
BRAC	Bangladesh Rural Advancement Committee	FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources
BWA	Burrows-Wheeler Aligner	Fred Hutch	Fred Hutchinson Cancer Research Center
BWEL	Breast Cancer Weight Loss Study	GAFAM	Google, Amazon, Meta (vormals Facebook), Apple, Microsoft
BWH	Boston's Brigham and Women's Hospital	GATK	Genome Analysis Toolkit
BWH	Brigham and Women's Hospital	GBE	Gesundheitsberichterstattung des Bundes
C2C	Customer to Customer	GE	General Electric
CDC	Center for Disease Control and Prevention	GG	Grundgesetz
CDHI	Center for Digital Health Innovation	GHA	German Health Alliance
CDSS	Clinical Decision Support System(s)	GHP	German Health Partnership
CEO	Chief Executive Officer	GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
CHLA	Children's Hospital Los Angeles	GMCC	Global MediXchange for Combating COVID-19
CMO	Chief Medical Officer	GPS	Global Positioning System
CT	Computertomographie	GPU	Graphics Processing Unit(s)
CVC	Corporate Venture Capital	GRCh	Charta der Grundrechte der Europäischen Union
CZ Biohub	Chan Zuckerberg Biohub	GSK	GalaxoSmithKline
CZI	Chan Zuckerberg Initiative, LLC.	GV	Google Venture

HIP	Health Innovation Port	PATH	Program for Appropriate Technology in Health
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act	PCOS	Polyzystisches Ovarialsyndrom
HITRUST	Health Information Trust Alliance	PDA	Persönliche Digitale Assistenten
HL7	Health Level Seven International	PET	Positronen-Emissions-Tomographie
HPD	Healthcare Provider Directory	PHR	Personal Health Record(s)
IBM	International Business Machine Cooperation	PKV	Private Krankenversicherung
ICD10-CM	International Classification of Diseases, Tenth Revision, Clinical Modification	POCT	Point-of-Care-Testing
ICT	Information & Communication Technology	PPP	Public-Private Partnership
IIG	Institute of Immunology and Genetics	QS	Quantified Self
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie(n)	RCT	Randomized Controlled Trial
iOS	iPhone Operation System	SAP	Systemanalyse Programmentwicklung
IoT	Internet of Things	SAP HANA	SAP High Performance Analytics Appliance
IRIS	Intelligent Retinal Imaging Systems	SDK	Software Development Kit
IT	Informationstechnik	SGB	Sozialgesetzbuch
ITU	International Telecommunication Union	sNFL	Serum-Neurofilament-Light
KI	Künstliche Intelligenz	StMGP	Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege
KHK	Koronare Herzkrankheit	TI	Telematik-Infrastruktur
Leopoldina	Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V.	TS	Terminology Server
M-Health / mHealth	Mobile Health	UCL	University College London
MH-Guide	Molecular Health Guide™	UCLA Health	University of California Health Department, Los Angeles
MIC	Medical Informatics Corporation	UCSF	University of California, San Francisco
MITeC	Medical Innovation and Technology expert Center	UK NHS	United Kingdom National Health Service
ML	Machine Learning	UMCU	University Medical Center Utrecht
MMAR	Clara Train Medical Model Archives Modification	VR	Virtual Reality
MoU	Memorandum of Understanding	Wearable(s)	Wearable Electronic Device(s)
MPI	Master Patient Index	WHO	World Health Organization
MRI	Magnetic Resonance Imaging	WW	Weight Watchers
MRT	Magnetresonanztomographie		
MS	Multiple Sklerose		
NASA	National Aeronautics and Space Administration		
NGO	Non-Governmental Organization, Nichtregierungsorganisation		
NGS	Next-Generation-Sequencing		
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences		
NLM	National Library of Medicine		
NLP	Natural Language Processing		
NLU	Natural Language Understanding		
NPO	Non-Profit Organization		
NYU	New York University		
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development		
OTC	Over-The-Counter		
PAI	Partnership on AI for benefit of people & society		

1

EINFÜHRUNG

1.1 AUSGANGSSITUATION

Die Digitalisierung ist aus unserer Welt nicht mehr wegzudenken. Die Digitalisierung von Produkten, Prozessen und Strukturen prägt das individuelle und gesellschaftliche Leben in allen Bereichen maßgeblich.

Auch im Gesundheitswesen¹ nimmt die digitale Datenerhebung und -verarbeitung exponentiell zu, und digitale Entwicklungen und Technologien² fließen immer mehr zusammen. Topol (2013) sowie Hahn und Schreiber (2018) sprechen von einer Super-Konvergenz, welche die Grundlagen für eine

- ¹ „Das Gesundheitswesen eines Staates umfasst sämtliche Regelungen, Maßnahmen, Sachmittel, Einrichtungen, Berufe und Personen, die das Ziel verfolgen, die Gesundheit der Bevölkerung zu fördern, zu erhalten, herzustellen oder wiederherzustellen. Das Gesundheitswesen im weiteren Sinne umfasst demzufolge sämtliche sowohl öffentlichen wie privaten als auch professionellen wie laienweltlichen Aktivitäten, die auf Gesundheit gerichtet sind“ (Labisch und Paul 1998, S.123).
- ² In den aktuellen Diskursen sowie der gegenwärtigen Literatur sind u. a. die Bezeichnungen „Digital Health“ und „E-Health“ zu finden. Dabei kann unter Digital Health „der Einsatz moderner ICT [Information & Communication Technologies] im Gesundheitswesen zur Erhöhung der Qualität, der Effizienz und der vermehrten Ausrichtung an Patientenbedürfnissen“ verstanden werden (Angerer et al. 2019, S. 6). Unter E-Health (Electronic Health) werden „elektronisch unterstützte Aktivitäten und Systeme im Gesundheitswesen zusammengefasst, die Patientendaten und andere medizinische Informationen über Entfernungen hinweg erheben, verfügbar machen und/oder auswerten und dabei Techniken einsetzen, die noch nicht als Standard empfunden werden“, mithin auch Telematik und Telemedizin (z. B. Telediagnostik und Teletherapie) (Matusiewicz und Thielscher 2017). Das Ziel der schrittweisen Vernetzung aller Akteur:innen und Institutionen des deutschen Gesundheitswesens auf der Grundlage einer sicheren Telematik-Infrastruktur (TI) wird durch das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) (Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation v. 9.12.2019, BGBl. I, S. 2562) vorangetrieben. Es bleibt festzuhalten, dass eine trennscharfe Abgrenzung zwischen Digital Health und E-Health (Electronic Health) nicht vorgenommen werden kann und die Begriffe uneinheitlich und teilweise synonym verwendet werden. Der Begriffsdefinition der mHealth (Mobile Health) der WHO (2011) folgend, handelt es sich dabei um eine Komponente der E-Health, die bisher nicht einheitlich definiert ist und zum Zwecke der Untersuchungen im Rahmen des *Second Global Survey on ehealth* als jene „medizinische Verfahren und Praktiken der öffentlichen Gesundheitsfürsorge [definiert wurden], die durch Mobilgeräte wie Mobiltelefone, Patientenüberwachungsgeräte, persönliche digitale Assistenten (PDA) und andere drahtlos angebundene Geräte unterstützt werden“ (EK 2014, S. 3). „Dazu gehören auch Anwendungen (...) wie Lifestyle- und Gesundheits-Apps, die mit medizinischen Geräten oder mit Sensoren (z. B. in Armbändern oder Uhren) vernetzt werden können, wie auch persönliche Hinweis- bzw. Begleitsysteme, per SMS übermittelte Gesundheitsinformationen und Erinnerungen an die Medikamenteneinnahme sowie drahtlos bereitgestellte Telemedizinienste“ (ebd.).

neue Medizin lege. Mit diesen Entwicklungen innerhalb eines sich am Anfang digitaler Transformation³ befindlichen Gesundheitssystems gehen große Erwartungen an eine neue zukunftsfähige Medizin⁴ einher (Topol 2015).

So überrascht es nicht, dass – gerade auch vor dem Hintergrund der großen ökonomischen Bedeutung des Gesundheitswesens^{5,6} – bislang oft gesundheitsbranchenferne Tech-Giganten, die bereits mit der Entwicklung und Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in verschiedenen Lebensbereichen etabliert sind, die digitale Transformation zunehmend auch im Gesundheitsbereich vorantreiben. Tim Cook spricht gar davon, Apple werde einst zurückblicken und erkennen, dass der größte Beitrag des Unternehmens zur Menschheit in der Gesundheitsversorgung liege (Pearl 2019).

Dabei nutzen die Tech-Giganten verschiedene Wege, wie etwa Erweiterungen von Features und Anwendungen bereits existierender eigener Produkte und Dienstleistungen (z. B. Wearables), Cloud-Technologien oder die Einführung privater Leistungsangebote jenseits der öffentlichen Versorgung. Die Angebote können auf Wissenschaft, Forschung und Entwicklung (z. B. KI und Healthcare Cloud Computing), auf den Lebensstil (z. B. mobile Anwendungssoftware (Apps)) oder auf Maßnahmen der Gesundheitsversorgung bei konkreten Krankheiten gerichtet sein. Strategisch streben Technologieunternehmen mittels Partnerschaften, Kooperationen, Allianzen sowie durch Akquisen und Investitionen in Start-ups an, in den Gesundheitsmarkt⁷ einzutreten (Kindermann und Lindemann 2018; Yildirim et al. 2016).

Während Tech-Giganten hierzulande noch eine relativ geringe Bedeutung für das Gesundheitswesen haben, sind international bereits vielfältige Aktivitäten zu beobachten, etwa in der medizinischen Versorgung (u. a. Errichtung von Krankenhäusern), bei der Finanzierung von Gesundheitsleistungen (u. a. Krankenversicherungen) und bei der digitalen Vernetzung unterschiedlicher Akteur:innen, Geräte und Strukturen.

3 „Der Begriff *Digitale Transformation* bezeichnet erhebliche aktive Veränderungen des Alltagslebens, der Wirtschaft und der Gesellschaft durch die Verwendung digitaler Technologien und Techniken sowie deren Auswirkungen“ (Pousttchi 2017).

4 Exemplarisch kann die Umsetzung einer personalisierten, präventiven, prädiktiven und partizipatorischen Gesundheitsversorgung im Sinne einer sogenannten P4-Medizin genannt werden (Flores et al. 2013).

5 Die Gesundheitsausgaben in Deutschland beliefen sich 2019 insgesamt auf 410,8 Mrd. Euro. Gegenüber dem Jahr 2018 waren dies 4,9 Prozent mehr; das entspricht auch in etwa der Steigerungsrate der Vorjahre. Der Anteil der Gesundheitsausgaben am deutschen Bruttoinlandsprodukt (BIP) lag 2019 bei 11,9 Prozent. Von den Gesundheitsausgaben entfielen 56,7 Prozent auf die Gesetzliche Krankenversicherung (GKV), was 233 Mrd. Euro entsprach (Statistisches Bundesamt 06.04.2021). Die weltweiten Gesundheitsausgaben beliefen sich 2019 auf 8,5 Bio. US-Dollar (WHO 2021d).

6 Das erwartete Wachstum des digitalen Gesundheitsmarktes bis 2025 liegt laut Unternehmensberatung Roland Berger GmbH in Deutschland bei 57 Mrd. Euro, in Europa bei 232 Mrd. Euro und weltweit bei 979 Mrd. Euro (Choueiri et al. 2020, S. 7).

7 Die Bezeichnung „Gesundheitsmarkt“ bezieht sich auf den Ort des Angebots und Austauschs von Gesundheitsdienstleistungen und Produkten im Gesundheitswesen. Er unterteilt sich in den ersten und zweiten Gesundheitsmarkt (Krimmel 2005). Ersterer stellt den Austausch von klassischen Gesundheitsleistungen und Versorgungsstrukturen des Gesundheitswesens dar. Finanziert werden diese Leistungen und Produkte von der Privaten Krankenversicherung (PKV) und Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV). Die Kundschaft des ersten Gesundheitsmarktes sind Patient:innen bzw. in Behandlung stehende Personen. Der erste ist, im Vergleich zum zweiten Gesundheitsmarkt, durch strengere gesetzliche Rahmenbedingungen reglementiert (Damm et al. 2010, S. 1–3). Auf dem zweiten Gesundheitsmarkt werden gesundheitsrelevante Leistungen und Produkte gehandelt, die nicht von PKV bzw. GKV oder anderen öffentlichen Träger:innen übernommen werden, wie etwa Nahrungsergänzungsmittel, Fitnesskurse und rezeptfreie Arzneimittel. Die Kund:innen sind hierbei nicht ausschließlich bereits erkrankte Personen. Es stehen vielmehr Vorsorgeleistungen und der Erhalt eines guten Gesundheitsstatus im Fokus (ebd.; Krimmel 2005).

Aller Voraussicht nach werden sich Tech-Giganten langfristig im Gesundheitswesen positionieren. In einer Umfrage der Roland Berger GmbH sind 61 Prozent der befragten Expert:innen davon überzeugt, dass die „großen Tech-Konzerne im Jahr 2025 integraler Bestandteil des Gesundheitssystems sein werden“ (Choueiri et al. 2019, S.10).

1.2 WER SIND DIESE TECH-GIGANTEN?

In der Literatur gibt es derzeit keine eindeutige Definition und keine eindeutigen Kriterien, welche Technologieunternehmen als Tech-Giganten zählen. Die Literaturrecherche ergab, dass die Bezeichnungen „Tech Superstars“, „Tech-Konzerne“, „Tech-Giganten“, „Tech-Riesen“, „Tech Giants“, „Big Tech“, „Online-Giganten“, „Digitale Großunternehmen“ etc. überwiegend synonym verwendet werden.

Im Zusammenhang mit Tech-Giganten wird häufig auf GAFAM⁸ verwiesen. Hinter diesem Akronym stehen die Technologieunternehmen *Google LLC.* (kurz⁹: *Google*) (mit Mutterkonzern *Alphabet Holding Inc. (Alphabet)*), *Apple Inc. (Apple)*, *Meta Platforms Inc. (Meta)* (vormals *Facebook Inc.*)¹⁰, *Amazon.com Inc. (Amazon)* und die *Microsoft Corporation (Microsoft)*. Die meisten dieser US-amerikanischen Unternehmen sind im Silicon Valley ansässig, einer Region um San Francisco, die für ihre hohe Zahl an Unternehmen und Start-ups der Technologiebranche bekannt ist (Schulz 2018).

Die fünf GAFAM-Unternehmen befinden sich 2021 unter den ersten sieben der 100 wertvollsten Konzernen der Welt, die *Apple* mit einem Börsenwert von 2,515 Bio. Euro anführt, gefolgt von *Microsoft* mit 2,178 Bio. Euro und *Alphabet* mit 1,693 Bio. Euro (Stand Dezember 2021) (Sommer 2021). Laut jüngsten Meldungen zu Beginn des Jahres 2022 erreichte *Apple* als erstes börsennotiertes Unternehmen einen Börsenwert von 3 Bio. US-Dollar. Dies entspricht knapp der jährlichen Wirtschaftsleistung Deutschlands (tagesschau.de 2022). GAFAM-Unternehmen generieren zusammen jährlich mehr als 800 Mrd. US-Dollar Einnahmen und überschreiten damit beispielsweise die Leistung der Volkswirtschaft der Schweiz (BIP 2020: rund 751,9 Mrd.) (Sommer 2021; Desjardins 2019; WKÖ 2021).

Einige Firmen sind auch Tochtergesellschaften bzw. Ausgründungen der GAFAM-Unternehmen, wie etwa die *Alphabet*-Töchter *Verily Life Sciences, LLC. (Verily)* (vorher *Google Life Sciences*) und *Calico Life Sciences, LLC. (Calico)*.

Das Silicon Valley ist inzwischen zum Inbegriff und Symbol für disruptive Technologien und Entwicklungen geworden: „Nicht nur, weil sich hier mit Tausenden von Konzernen und Start-ups das Rückgrat der Technologieindustrie befindet, sondern weil sich hier auch die Visionäre und Utopisten sammeln, die Größenwahnsinnigen und Rücksichtslosen. Weil das Geld hier in Strömen fließt wie nirgends sonst auf der

8 Nach der Umbenennung *Facebooks* in *Meta* müsste dieses Akronym nun *GAMAM* lauten.

9 Innerhalb dieser Studie werden die Tech-Giganten mit ihren Kurznamen bezeichnet.

10 *Facebook* verkündete Ende Oktober 2021 die Umbenennung des Konzerns in *Meta* (Meta 2021).

Welt, Abermilliarden an Wagniskapital jedes Jahr. Ein perfekter Nährboden für große Ideen und weltverändernde Entwicklungen“ (Schulz 2018, S. 15).

Für die Entwicklung, Testung, Einführung und schließlich das Verwerfen neuer technologischer Entwicklungen^{11,12} werden „Jahr für Jahr Unmengen an Investoren-Geldern geradezu (...) verbr[annt]“ (Böttinger und Weiß 2019, S. 7). So lassen sich auch Ideen, deren Erfolge nicht gesichert sind, erproben.¹³

Neben GAFAM engagieren sich weitere branchenfremde Technologiekonzerne im Gesundheitswesen, etwa die südkoreanische *Samsung Group (Samsung)*, die US-amerikanischen Unternehmen *Intel Corporation (Intel)* und *NVIDIA Corporation (NVIDIA)*, das japanische Technologieunternehmen *Sony Corporation (Sony)* sowie die chinesischen Großkonzerne *Huawei Technologies Co., Limited (Huawei)*, *Alibaba Group Holding Limited (Alibaba)* und *Tencent Holdings Limited (Tencent)*. Auch im Gesundheitsbereich schon bekannte Technologiefirmen, wie *SAP SE (SAP)* als wertvollstes deutsches Unternehmen (Börsenwert: 149 Mrd. Euro) und *Siemens AG (Siemens)* mit der Ausgründung *Siemens Healthineers*, das nach SAP auch unter den 100 wertvollsten Konzernen der Welt mit einem Börsenwert von 125 Mrd. Euro rangiert (Sommer 2021), der niederländische Konzern *Koninklijke Philips N.V. (Philips)* sowie die US-amerikanische *International Business Machines Corporation (IBM)*, befassen sich zunehmend mit digitaler Gesundheitsversorgung.

Vor diesem Hintergrund werden in dieser Studie als Tech-Giganten solche Technologieunternehmen verstanden, die über unvergleichlich hohe Kompetenzen und Ressourcen in Bezug auf Digitaltechnologien sowie über massive finanzielle Mittel verfügen. Meist stützen sie ihren wirtschaftlichen Erfolg und ihre Marktposition auf andere Geschäftsfelder und verfolgen mit dem Eintritt in den Gesundheitsmarkt neben wirtschaftlichen Interessen nach eigenen Angaben das Ziel, mit digitalen Innovationen das Gesundheitsverhalten sowie die Gesundheitsversorgung und damit die Gesundheit der Menschen wesentlich zu verbessern.

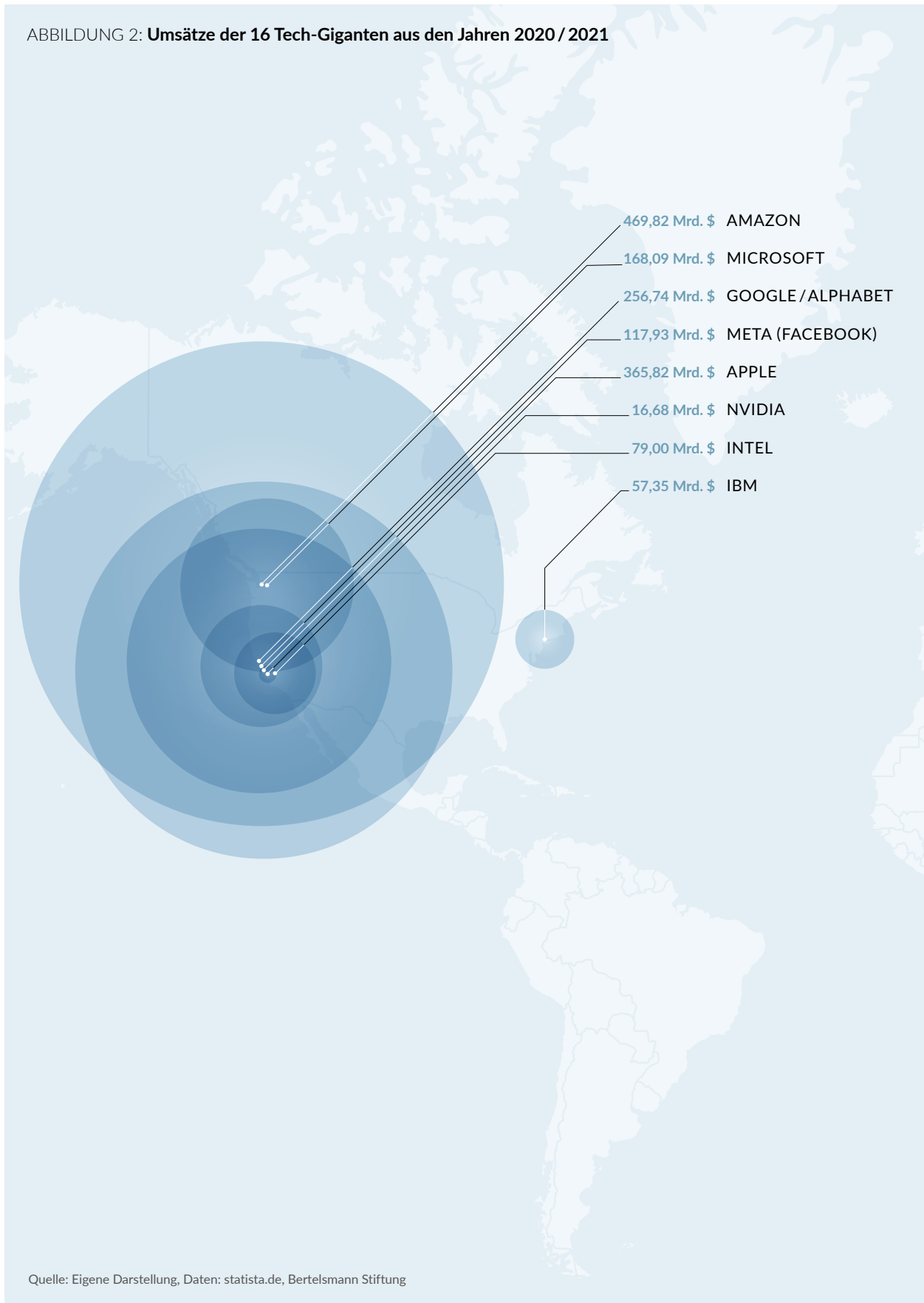
Für diese Studie wurden sechzehn Tech-Giganten ausgewählt, um die Bandbreite ihrer Aktivitäten abzudecken und unterschiedliche Weltregionen zu berücksichtigen (vgl. Tabelle 1, Kapitel → 3). Dreizehn dieser Tech-Giganten sind Ende 2021 in der Rangliste der 100 wertvollsten Konzerne der Welt nach Börsenwert enthalten (Sommer 2021).

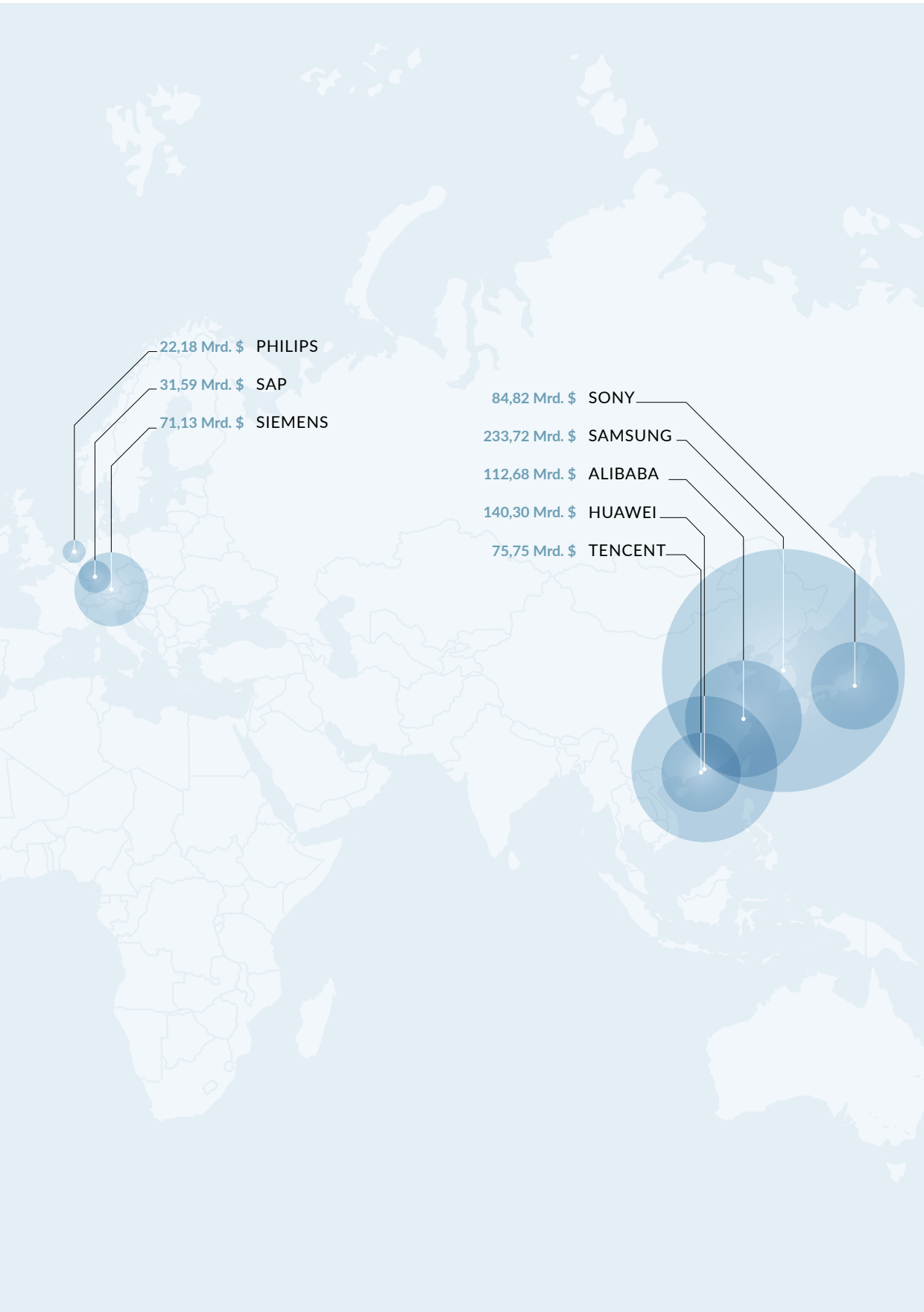
11 Google beispielsweise stellt neue kostenintensive Erfindungen und Entwicklungen häufig auch wieder ein: u. a. *Google TV, Google+, Google Nexus, Picasa, Google Allo* (Böttinger und Weiß 2019; Ogden o. A.)

12 Alphabet investierte mit seinem unbegrenzten Kapital in verschiedenste sogenannte „Monnshot-Projekte“ (vgl. Kapitel → 1.2), von denen einige in den vergangenen Jahren eingestellt wurden. Angaben zufolge wurden seit Alphabets Bestehen 2,3 Mrd. US-Dollar in diese Projekte investiert und insgesamt 24,3 Mrd. US-Dollar an Verlusten verzeichnet (Canales 2021).

13 Norman und Verganti (2014, S. 91–93) bezeichnen solche Forschungs- und Entwicklungslinien als „Tinkering“ und definieren: „When someone plays around with a product or a technology with no goal in mind — neither for enhancement of meaning, nor for practicality — we call it tinkering. Tinkering can lead to brilliant insights and new products but when such results happen, they are completely accidental.“

ABBILDUNG 2: Umsätze der 16 Tech-Giganten aus den Jahren 2020 / 2021





1.2.1 DISRUPTIVE INNOVATIONEN

Im Zusammenhang mit Tech-Giganten ist vielfach von Disruptionen bzw. disruptiven Innovationen die Rede.¹⁴ Pousttchi (2017) definiert diese wie folgt: „Treten die Veränderungen plötzlich und umbruchartig ein, z.B. durch Digitale Transformation eines bestehenden oder neu in den Markt eintretenden Wettbewerbers, wird hierfür der Begriff Disruption verwendet.“

Eine Disruption geht mit Wandlungs- und Erneuerungsprozessen einher, die „traditionelle Geschäftsmodelle und Produkte sowie Dienstleistungen (...) ablös[en] und teilweise sogar vollständig verdräng[en]“ (Angerer et al. 2019, S.10).

Die Entwicklungen innerhalb eines sich digitalisierenden Gesundheitswesens können allerdings nicht pauschal als disruptive Innovationen bezeichnet werden. Norman und Verganti (2014) unterscheiden inkrementelle und radikale Veränderungen. Während inkrementelle Innovationen Modifikationen innerhalb eines Lösungsrahmens bewirken, verändern radikale Innovationen den Rahmen selbst und führen zu neuen und einzigartigen Lösungen, die Disruptionspotenzial haben (ebd., S. 82).

Abbildung 3 stellt dar, wie die Kombinationen aus diesen beiden Typen von Veränderungen durch neue Technologien und Veränderungen ihrer systemischen Bedeutung zu vier verschiedenen



ABBILDUNG 3: Innovationstypen

Quelle: Eigene Darstellung nach Norman und Verganti 2014, S.89, Bertelsmann Stiftung

¹⁴ Vgl. hierzu u. a.: Meskó et al. (2020), Angerer et al. (2019), Gushurst et al. (2018), Piepenbrink (2019), Levina (2017), Coupette (2014), Kaufman (2018), Hahn und Schreiber (2018).

Innovationstypen führt. So ist die Marktwirtschaftliche Pull-Innovation eine Entwicklung, die zu einer schrittweisen und kontinuierlichen Verbesserung führt. Die Technologische Push-Innovation hingegen nutzt radikal neue Technologien, um inkrementelle Veränderungen im Markt hervorzurufen. Die Sinngetriebene Innovation führt durch nur schrittweise weiterentwickelte Technologien zu gänzlich neuen Bereichen des Nutzens und der Anwendung. Die Technologische Offenbarung ist schließlich eine disruptive Innovation mittels Anwendung radikal neuartiger Technologien, die zu einem tiefgreifenden systemischen Wandel beiträgt (Norman und Verganti 2014, S. 89–90). Disruptive Innovationen werden auch als Sprunginnovationen bezeichnet (BMBF 2021).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass weder alle Erscheinungen und Entwicklungen noch alle Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitswesen als disruptive Innovationen bezeichnet werden können – wenngleich laut den Einschätzungen der in dieser Studie befragten Expert:innen zahlreiche digitale Lösungen der Technologieunternehmen Disruptionspotenzial bergen.

1.2.2 MOONSHOT MINDSET

Mit dem Bestreben der Tech-Giganten, radikale Innovationen in allen Lebensbereichen des Menschen zu forcieren, geht das Narrativ einher, das Silicon Valley sei das „Zentrum des globalen Fortschritts“ (Schulz 2018, S. 15). Die dort herrschende Geisteshaltung wird auch als „Moonshot“, „Moonshot Thinking“ und „Moonshot Mindset“ bezeichnet. Der Begriff Moonshot wurde von Googles Gründer und ehemaligem CEO Lawrence „Larry“ Page geprägt¹⁵ und bezieht sich auf die Vision der bemannten Mondlandung zu Beginn der 1960er Jahre, angespornt u. a. durch John F. Kennedy (Schulz 2018). Eric „Astro“ Teller, der Leiter der *Alphabet*-Forschungsabteilung *X Development LLC*. (kurz: *X* und bis 2016 bekannt als *Google X*), die sich selbst als „The Moonshot Factory“ (*X – The Moonshot Factory 2020a*) bezeichnet, definiert folgendermaßen: *„Our use of the term ‚moonshot‘ isn’t literal; it’s more of an emotional blueprint. A moonshot is about looking beyond where you can actually see and envisioning an answer that doesn’t seem reasonable – and pursuing it anyway. It’s about doing things that sound undoable but if done could redefine humanity“* (Teller 2019).

So stehen Moonshots für die Erforschung und Entwicklung bahnbrechender Technologien, die zu radikalen Lösungen für weltweit drängende Probleme beitragen sollen (vgl. Abbildung 4).

Die Denk- und Forschungsfabrik *X* hat die Mission, besonders innovative Technologien zu entwickeln, die die Welt eines Tages zu einem „radikal besseren Ort“ machen könnten (Teller 2019). Unter die größten derzeitigen Probleme unserer Gesellschaft, die Moonshot Thinking lösen soll, fallen auch gesundheitliche Herausforderungen (Kovarik 2018).

15 Das „Moonshot Mindset“ oder „Moonshot Thinking“ verfolgt den Ansatz, ein Problem eines bestimmten Themenfelds zu lösen, das durch den Versuch, seine Geschichte, Akzeptanz und sein Wachstum zu verändern, unlösbar erscheint (Roy 2020). Noch vor Lawrence Page war dieser Ansatz bekannt, dessen Ursprünge in den 1950er Jahren mit sogenannten Waterfall-Methodologien begannen, die bei Projektbeginn potenzielle Gründe für das Fehlschlagen von Projekten identifizieren sollten (Haigh 2018).

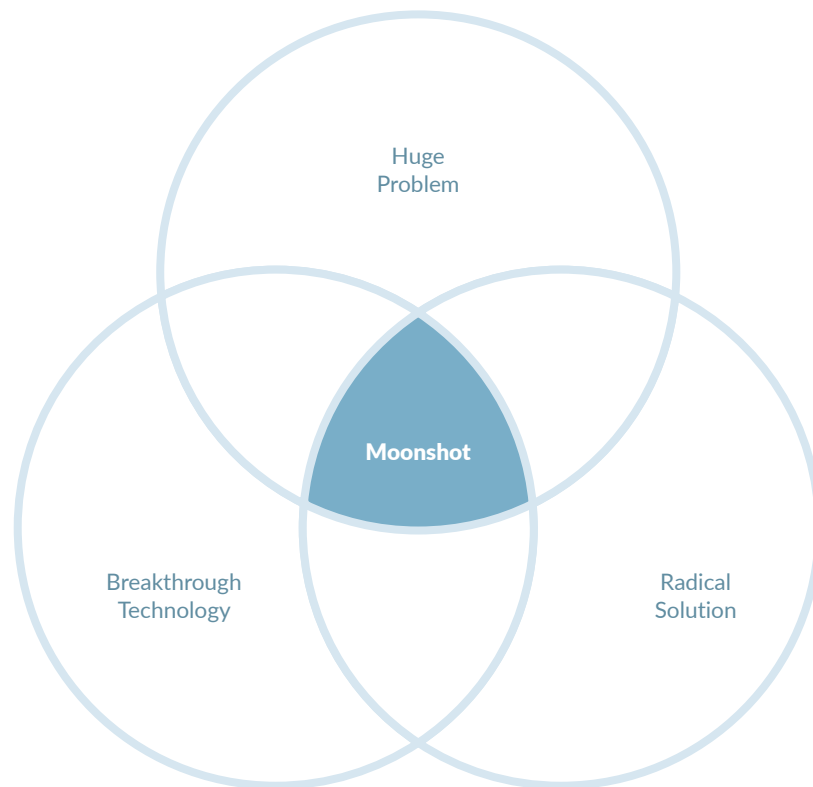


ABBILDUNG 4: **Moonshot**

Quelle: Eigene Darstellung nach X – The Moonshot Factory 2020b, Bertelsmann Stiftung

Diese ambitionierten und nahezu utopisch anmutenden Visionen sollen mithilfe der „Philosophie des ‚10x‘“¹⁶ (Schulz 2018, S. 103) umgesetzt werden. Demnach soll jede Innovation zehnmal besser sein als der Status quo (Schulz 2018, S. 103; X – The Moonshot Factory 2020b). Eric „Astro“ Teller erklärt: *„The secret? It’s easier to get people to work on making something 10X better than to get them to help make it 10% better. Huge problems fire up our hearts as well as our minds. When you’re aiming for a 10X gain, you can’t just slog through it. You have to find whole new ways of doing things, and lean on bravery and creativity – the kind that, literally and metaphorically, can put a person on the moon“* (Teller 2019).

Ein Moonshot Mindset kann auch dazu dienen, Zwischenprobleme zu lösen bzw. Zwischenprodukte und -dienstleistungen zu schaffen. Im schlechteren Fall werden dabei lediglich wertvolle Daten gesammelt, während im besten Fall Probleme gelöst werden, die einem oder mehreren Unternehmen und Start-ups Auftrieb geben können (Diamandis 2015).

Kritische Stimmen hingegen grenzen den Begriff von Innovationen ab, da zwar alle Moonshots als radikale Innovationen gelten können, aber nicht alle Innovationen Moonshots seien (Mention et al. 2019, S. 3-4). So richten Letztere sich stets auf monumentale gesellschaftliche Probleme (Mention

16 So ist jene Philosophie auch eine der zehn Komponenten des Konzepts des Moonshot Mindsets. Weitere Komponenten dieser Unternehmensphilosophie sind beispielsweise „Fall in love with the problem“ und „Tackle the monkey first“ (X – The Moonshot Factory 2020b).

et al. 2019), während Innovationen sich auf kleinere Markt- oder gesellschaftliche Bereiche beziehen können (Taylor 2017). Zudem heben manche Kritiker:innen hervor, dass die heutige Umsetzung von Moonshot-Projekten nichts gemein habe mit dem, was durch die Mondlandung erreicht worden sei (Haigh 2018). Moonshot-Ansätze können selbstverständlich auch scheitern¹⁷. Um gleichwohl Moonshot-Thinking zu fördern, schlagen manche einen „failure bonus“¹⁸ für gescheiterte Projekte vor (Huckman et al. 2018).

1.3 ERKENNTNISINTERESSE UND ZENTRALE FORSCHUNGSFRAGEN

Das Ziel dieser Studie ist, Erkenntnisse über die derzeitigen und zukünftigen Aktivitäten von Tech-Giganten im Gesundheitswesen zu gewinnen, deren Auswirkungen auf die etablierten Strukturen und Funktionsprinzipien des Gesundheitswesens zu reflektieren sowie auf der Grundlage einer ethisch fundierten Analyse Handlungsempfehlungen vorzulegen.

Die konkreten forschungsleitenden Fragen lauten:

- » Welche Produkte und Services werden von Tech-Giganten bereits im Gesundheitsbereich eingesetzt oder gezielt dafür entwickelt?
- » Welche Bereiche des Gesundheitswesens und der Gesundheitsversorgung sind aus der Sicht von Tech-Giganten besonders attraktiv?
- » Welche Aktivitäten sind für die digitale Transformation der Gesundheitsversorgung und des Gesundheitswesens geplant?
- » Welche ethisch relevanten Potenziale und Herausforderungen ergeben sich aus den Aktivitäten der Tech-Giganten für das Gesundheitswesen und die Gesundheitsversorgung in Deutschland?
- » Welche Macht werden Tech-Giganten im Gesundheitswesen entwickeln können?
- » Welche Maßnahmen und Strukturen sind zu empfehlen, um mit den Aktivitäten von Tech-Giganten im Gesundheitswesen so umzugehen, dass diese nach ethischen Maßstäben gestaltet und genutzt werden können?

Bislang gibt es kaum einen Überblick über die Aktivitäten von Tech-Giganten im Gesundheitswesen, der mit einer ethischen Analyse und Diskussion der damit einhergehenden Potenziale und Herausforderungen verknüpft ist. Etliche Untersuchungen befassen sich jedoch beispielsweise mit mHealth (Mobile Health), also mit Wearable Electronic Devices (Wearables) sowie Gesundheits- und Medizin-Apps.¹⁹ Zudem gibt es zahlreiche Veröffentlichungen zu ethischen Betrachtungen von Gesundheit im digitalen Zeitalter, die sich etwa mit digitaler Selbstbestimmung, Privatheit, Datenschutz, Diskriminierung sowie Gerechtigkeit und Solidarität befassen.

¹⁷ Vgl. Fn 11 – 12.

¹⁸ *Googles X* arbeitet bereits mit solchen Methoden, die Projektteams mit einem „failure bonus“ belohnen (Huckman et al. 2018).

¹⁹ Vgl. u. a. Jung et al. (2019), Kim et al. (2019a), Kim et al. (2019b), Kramer et al. (2019), Soliño-Fernandez et al. (2019), Albrecht (2016).

Diese Studie legt eine erste umfassendere Darstellung zu den Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitsbereich sowie eine ethische Diskussion der damit einhergehenden Potenziale und Herausforderungen für das Gesundheitswesen vor. Im Sinne der vier Funktionen von Ethik als integralem Bestandteil einer breit verstandenen Technikfolgenabschätzung (Woopan und Mertz 2014) werden – ausgehend von der hohen ethischen Relevanz technologischer Entwicklungen (Legitimierungsfunktion) – die ethisch besonders einschlägigen Technologien und Folgewirkungen unter Einbeziehung vielfältiger Perspektiven aus Wissenschaft und Praxis in den Mittelpunkt gestellt (Konzipierungsfunktion) und anhand unterschiedlicher ethischer Maßstäbe bewertet und diskutiert (Evaluationsfunktion). Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen abgeleitet (Normenbegründungsfunktion).

2

METHODISCHES VORGEHEN

2.1 EXPLORATIVE LITERATURRECHERCHE

Zu Beginn des Projekts wurde eine disziplinübergreifende, explorative Literaturrecherche durchgeführt. Da der Untersuchungsgegenstand in wissenschaftlichen Fachdatenbanken bisher wenig erschlossen ist, wurde die Recherche auf weitere Veröffentlichungen wie etwa journalistische Artikel und sogenannte Graue Literatur (z. B. Pressemitteilungen der Unternehmen und firmeneigene Mission Statements) ausgeweitet. Durchgeführt wurde diese zwischen dem 20.5.2020 und dem 30.9.2020, wobei weitere und bei Bedarf vertiefende Recherchearbeiten bis Anfang Januar 2022 fortgeführt worden sind.

Suchbegriffe und Schlagworte ließen sich anhand journalistischer Artikel in unterschiedlichen Tages- und Wochenzeitungen, aus Pressemitteilungen großer Technologieunternehmen sowie durch Freihandsuche bei Internetsuchmaschinen identifizieren (Suchportal der USB Köln²⁰ und Google Search). Anschließend konzentrierte sich die Recherchearbeit auf sowohl fachübergreifende (JSTOR, Google Scholar, Web of Science und Nexis Uni) als auch fachspezifische (PubMed: Medizin / Medizinethik; PhilPapers: Philosophie; BELIT: Bioethik; EconBIZ: Wirtschafts- & Sozialwissenschaften; Business Source Complete: Wirtschaftswissenschaften) Fachdatenbanken. Es wurden deutsch- und englischsprachige Suchbegriffe verwendet. Aufgrund der explorativen Recherchemethode wurden keine Ein- und Ausschlusskriterien definiert, die möglicherweise bedeutsame Literatur vorab ausgeschlossen hätten. Dies führte dazu, dass auch relevante Publikationen aus verwandten Themenbereichen, wie etwa Big Data, in die Analyse integriert wurden. Ebenso wurde Graue Literatur einbezogen.

²⁰ Katalog der Universitäts- und Stadtbibliothek Köln und der Gemeinsamen Fach- sowie der Fach- und Institutsbibliotheken (KUG), Kataloge Kölner Bibliotheken, Deutsche Verbundkataloge, Zeitschriftenkataloge sowie ausgewählte internationale Kataloge.

Lediglich hinsichtlich der Sprache sind Einschränkungen vorgenommen worden, indem nur Publikationen berücksichtigt wurden, die in deutscher oder englischer Sprache verfasst waren. Außerdem wurden – angesichts der stark zunehmenden Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitswesen vor allem im vergangenen Jahrzehnt – nur Publikationen in die Analyse einbezogen, die seit 2010 erschienen sind. Veröffentlichungen vor 2010 wurden jedoch dann berücksichtigt, wenn sie beispielsweise erforderlich waren, um technologische Entwicklungen nachvollziehbar darstellen zu können. Nach einer Selektion anhand des Titels und des Abstracts wurden die vorausgewählten Artikel in der Volltextansicht endgültig einbezogen oder verworfen. Dabei wurden ebenfalls jene Publikationen eingeschlossen, die sich auch ohne ausdrückliche Nennung bestimmter Unternehmen mit Entwicklungen wie etwa mHealth und Big Data befassen.

Schließlich sind die Literaturverzeichnisse der ausgewählten Publikationen auf weitere relevante Artikel oder Autor:innen hin analysiert worden (Snowballing). Insgesamt resultierten daraus 825 einbeziehbare Veröffentlichungen (inklusive der Pressemitteilungen und Grauer Literatur).

Im Zuge der explorativen Literaturrecherche wurden vier Anwendungsbereiche identifiziert – näher dargestellt in Kapitel → 3 –, in denen die Aktivitäten der Tech-Giganten erheblich dazu beitragen können, die Gesundheitsversorgung und das Gesundheitswesen (digital) zu transformieren. Die ersten beiden Bereiche beziehen sich auf Produkte und Services, die sich zum einen an Patient:innen und Nutzer:innen und zum anderen an Personen in Gesundheitsberufen richten. Der dritte Bereich umfasst systemrelevante Aktivitäten in der Versorgung, und der vierte stellt die Aktivitäten der Tech-Giganten in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung dar. Die ethischen Implikationen, die sich aus den Aktivitäten in den vier Anwendungsbereichen ergeben, werden in Kapitel → 4 diskutiert.

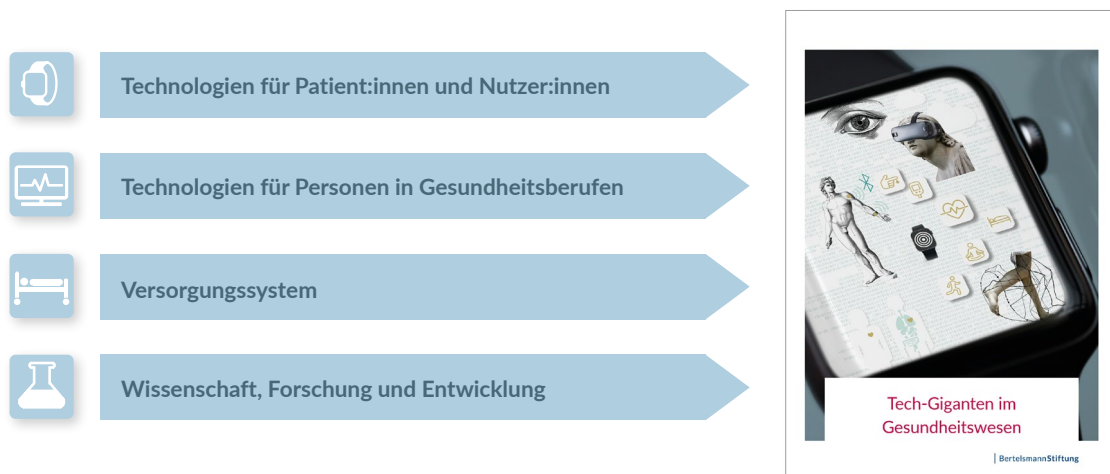


ABBILDUNG 5: Studienrelevante Anwendungsbereiche

Quelle: Eigene Darstellung, Bertelsmann Stiftung

2.2 QUALITATIVE EXPERT:INNENINTERVIEWS

Um Erkenntnisse aus verschiedenen Bereichen der Praxis zu gewinnen, wurden die Forschungsfragen in Interviewfragen übersetzt. Insgesamt sind acht leitfadengestützte nicht standardisierte qualitative Einzelinterviews mit Expert:innen (Kaiser 2014; Bogner et al. 2002) aus unterschiedlichen wissenschaftlichen und unternehmerischen Bereichen geführt worden. Dabei wurden Vertreter:innen aus der pharmazeutischen, der medizintechnischen, der Software- und der Technologiebranche mit KI-Fokus sowie aus dem Regulatorik- und dem Investmentbereich und aus einem Berufsverband befragt.

Die Analyse dieser Interviews orientierte sich an der Methode der Sozialwissenschaftlich-hermeneutischen Paraphrase (Heinze und Klusemann 1979, 1980; Heinze 1987). In einem ersten Schritt erstellten zwei Forscherinnen unabhängig voneinander Paraphrasierungen der jeweiligen Interviews, die sie gegenseitig begründeten. Daran schloss sich in einem zweiten Schritt eine gemeinsame kritische Betrachtung und Überarbeitung der vorhandenen Paraphrasen an, die letztlich in einer Formulierung der Kernaussagen des jeweiligen Interviews mündeten.

2.3 ETHISCHE ANALYSE

Für die ethische Analyse wurden diejenigen ethischen Prinzipien und Werte herangezogen, die unter Bezugnahme auf die rechtlich verbürgten grundlegenden Rechte und Freiheiten auch von Gremien der Ethikberatung im Themenbereich „Digitalisierte Gesundheitsversorgung“ im Mittelpunkt stehen:²¹ die Würde des Menschen, Freiheit und Selbstbestimmung, Gesundheit, Privatheit, Sicherheit, Gerechtigkeit und Solidarität, Nachhaltigkeit und Demokratie. In Form einer zweidimensionalen Matrix wurden die paraphrasierten Kernaussagen der Expert:innen den ethischen Prinzipien sowie den vier oben genannten Anwendungsbereichen (1) Technologien für Patient:innen und Nutzer:innen, (2) Technologien für Personen in Gesundheitsberufen, (3) Versorgungssystem, (4) Wissenschaft, Forschung und Entwicklung zugeordnet.

Auf der Grundlage der Literaturrecherche und der Interview-Analyse wurden dann die ethisch relevanten Potenziale und Herausforderungen diskutiert, die durch die Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitswesen entstehen.

21 Vgl. u. a. European Group on Ethics in Science and New Technologies (2021), High-Level Expert Group on AI (2021), Datenethikkommission (2019), Deutscher Ethikrat (2018).

	ALIBABA	AMAZON	APPLE	GOOGLE / ALPHABET	HUAWEI	IBM	INTEL	META (FACEBOOK)	MICROSOFT	NVIDIA	PHILIPS	SAMSUNG	SAP	SIEMENS	SONY	TENCENT
Technologien für Patient:innen und Nutzer:innen bzw. für Personen in Gesundheitsberufen																
Künstliche Intelligenz	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Wearables und Apps	•	•	•	•	•			•			•	•	•	•		•
Virtuelle Assistenzsysteme und digitale Avatare	•	•	•	•		•		•							•	•
Augmented Reality und Virtualy Realty							•	•			•					
Versorgungssystem																
Healthcare Cloud Computing	•	•	•	•	•	•		•			•	•	•	•		•
Blockchain	•	•			•	•	•	•		•	•	•				•
Medizintechnik und Biotechnologie			•				•				•			•	•	
Robotik		•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Strukturen für die Leistungserbringung		•	•													•
Versicherungen im Gesundheitswesen				•												•
Arzneimittelversorgung	•	•										•				
Mobilität und Logistik		•		•											•	
Partnerschaften	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Investitionen	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Akquisitionen	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Wissenschaft, Forschung und Entwicklung																
Wissenschaft, Forschung und Entwicklung	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

TABELLE 1: Übersicht der Aktivitäten der Tech-Giganten mit Verortung im Anwendungsbereich

Quelle: Eigene Darstellung, Bertelsmann Stiftung

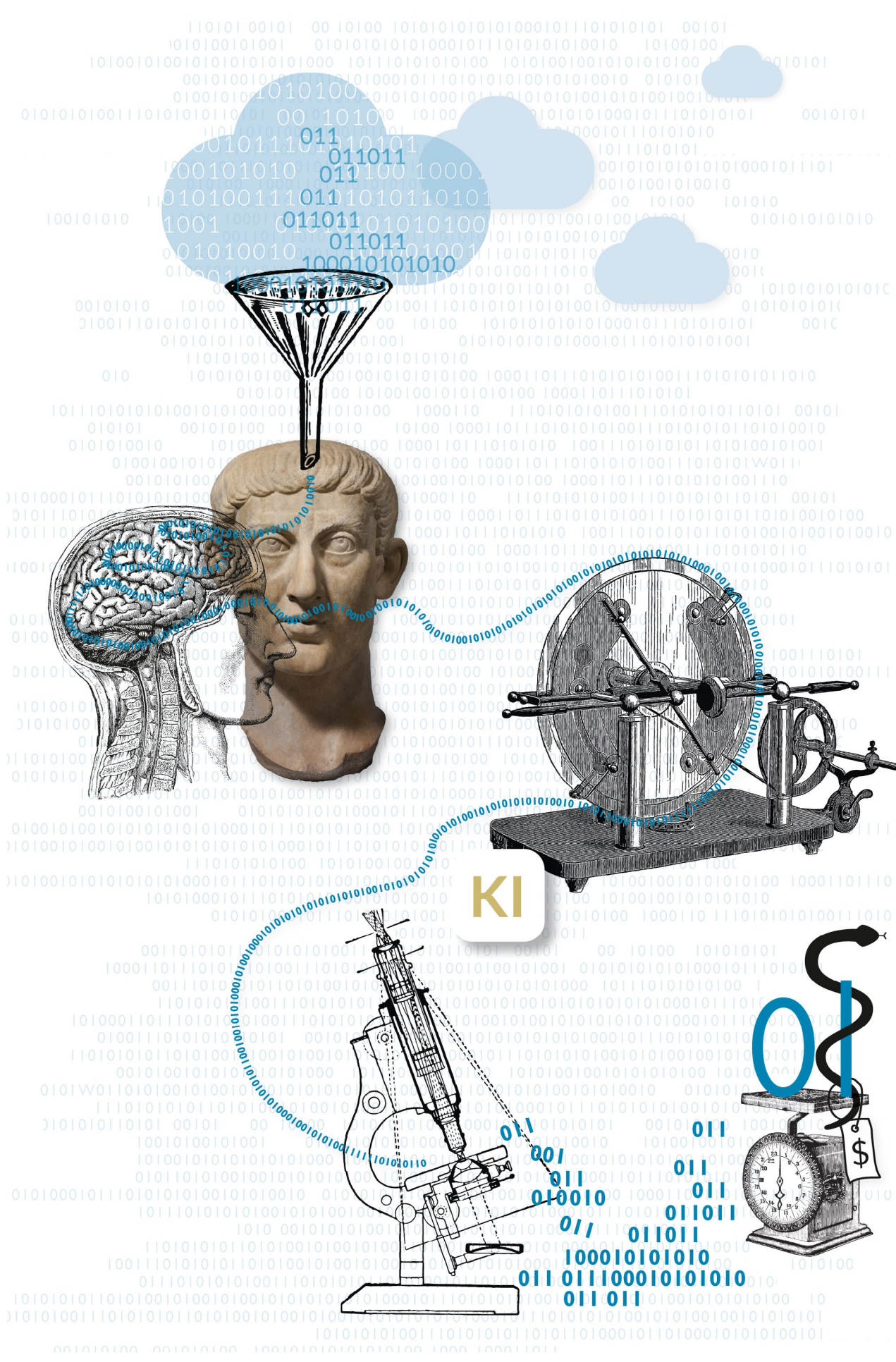
3

AKTIVITÄTEN DER TECH-GIGANTEN IM GESUNDHEITSWESEN

Tech-Giganten richten ihre Aktivitäten auf unterschiedliche Bereiche der Gesundheitsversorgung und tun dies in vielfältiger Weise. Vier Anwendungsbereiche werden in dieser Studie differenziert:

- » **Technologien für Patient:innen und Nutzer:innen**
- » **Technologien für Personen in Gesundheitsberufen**
- » **Versorgungssystem**
- » **Wissenschaft, Forschung und Entwicklung**

Die Abgrenzung zwischen den Bereichen ist nicht immer trennscharf; an den entsprechenden Stellen finden sich daher ggf. Querverweise.



KI



3.1 GRUNDLAGEN

Die wesentlichen Grundlagen für die digitalen Produkte und Anwendungen der Tech-Giganten im Gesundheitswesen sind die Erhebung maschinenlesbarer Daten und deren algorithmische Verarbeitung.

3.1.1 MASCHINENLESBARE DIGITALE DATEN

„Daten sind heute ein wichtiges Wirtschaftsgut (...). Die vielfältigen Möglichkeiten, sie in digitaler Form massenhaft zu sammeln, zu verknüpfen, auszuwerten und weiterzuverarbeiten, eröffnen Perspektiven für neue Geschäftsmodelle und enorme Potenziale für wirtschaftliche Gewinnschöpfung“ (Piepenbrink 2019).

Die Erhebung, Aufbereitung und Verarbeitung großer Datensätze bilden „die Geschäftsgrundlage der Digitalisierung und der Tech-Giganten“ (PwC 2018; Böttinger und Weiß 2019). Big Data²² gehört hier zu den Schlüsselbegriffen der aktuellen Diskurse über technologieinduzierte Veränderungen der Gesellschaft (Deutscher Ethikrat 2017). Dabei gehen beispielweise Hahn und Schreiber (2018, S. 331) davon aus, dass eine Transformation zu einer hocheffizienten digitalen Medizin nur dann erfolgen könne, wenn die wachsenden Datenmengen effizient analysiert und interpretiert werden. Tech-Giganten verfügen über eine dafür geeignete hoch entwickelte technologische Infrastruktur. Ihre Aktivitäten sind teilweise auch in der Idee begründet, *„dass die Entschlüsselung der Biologie und das Verständnis von Krankheiten am Ende ein Datenproblem sei und deswegen zumindest teilweise von Softwareexperten gelöst werden könne“ (Schulz 2017).*

Im Gesundheits- und Medizinbereich handelt es sich bei Daten häufig um personenbezogene Gesundheitsdaten, wie beispielsweise einzelne Patient:innen betreffende Behandlungsdaten aus dem Klinikalltag oder diagnose- und therapiebezogene Abrechnungsdaten bei den Krankenver-

22 Der Begriff „Big Data“ wird unterschiedlich verstanden. Als Dachbegriff kann er als „ein Bündel neu entwickelter Methoden und Technologien“ verstanden werden, das „die Erfassung, Speicherung und Analyse eines großen und beliebig erweiterbaren Volumens unterschiedlich strukturierter Daten ermöglicht“ (Wissenschaftliche Dienste des Bundestages 2013, S.1) oder anders formuliert als ein „Umgang mit großen Datenmengen, der darauf abzielt, Muster zu erkennen und daraus neue Einsichten zu gewinnen“ (Deutscher Ethikrat 2017, S.11). Den englischen Bezeichnungen folgend wird Big Data vielfach durch drei Vs charakterisiert (Wissenschaftliche Dienste des Bundestages 2013; Antes et al. 2017): Es handelt sich hierbei um die Datenmenge (Volume), die durch kontinuierliche Digitalisierungsprozesse „in unvorstellbar großen Quantitäten produziert wird“ und sich dabei schätzungsweise innerhalb von zwei Jahren verdoppelt (Wissenschaftliche Dienste des Bundestages 2013, S.1). IBM (2021h) erwartet sogar, dass sich die Menge medizinischer Daten seit dem Jahr 2020 alle 73 Tage verdoppelt. Ein weiteres Charakteristikum ist die Geschwindigkeit (Velocity), durch die der Datenfluss aufgrund „von Vernetzung und elektronischer Kommunikation“ permanent und kontinuierlich stattfindet und die Daten zeitgleich verarbeitet werden müssen (Wissenschaftliche Dienste des Bundestages 2013, S.1). Das dritte wesentliche Charakteristikum ist die heterogene Beschaffenheit (Variety) der Daten, die aus unterschiedlich strukturierten und hochkomplexen Quellen stammen (ebd.). Zusätzlich werden oft zwei weitere Merkmale angeführt: Veracity (Wahrhaftigkeit, Richtigkeit) und (Business) Value (materieller Wert), deren konkrete Bestimmung schwierig erscheint (Antes et al. 2017, S. 38–39).

sicherungen. Nach der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)²³ fallen bestimmte Daten in eine besonders schützenswerte Kategorie, deren Verarbeitung grundsätzlich untersagt und nur unter besonderen Anforderungen zulässig ist (vgl. Art. 9 DSGVO). Dies sind u. a. nach Art 4. Nr. 15 DSGVO: „personenbezogene Daten, die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person, einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen, beziehen und aus denen Informationen über deren Gesundheitszustand hervorgehen“.

Im deutschen Recht hat der Gesetzgeber jüngst das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) erlassen, das die Zulässigkeit der Verarbeitung und Weitergabe von Gesundheitsdaten Versicherter zu Forschungszwecken im Lichte der europäischen Vorgaben (insb. Art. 9 Abs. 2 lit. j, Abs. 4, Art. 89 Abs. 1 DSGVO) für den deutschen Rechtsraum konkretisiert.²⁴ Nicht vom Verarbeitungsverbot der DSGVO erfasst sind grundsätzlich auch alle nicht personenbezogenen oder mit Einwilligung der Betroffenen erhobene und verarbeitete personenbezogene Daten (Art. 9 Abs. 2 lit. a DSGVO). Dies betrifft oft Daten, die durch Patient:innen bzw. Nutzer:innen selbst (Lifelog-Data; Patient-Generated Health Data) oder außerhalb kontrollierter Studienumgebungen (Real-World Data) generiert werden.

Gesundheitsrelevante Big-Data-Anwendungen benötigen einen möglichst umfänglichen Zugang zu Datensätzen, die vielfältige Arten und Quellen der Gesundheitsdaten umfassen (Schulz 2017; Hänisch 2016). Angesichts dessen eröffnen sich Fragen u. a. in Bezug auf die Wahrung der Privatheit und Datensicherheit sowie auf die informationelle und digitale Selbstbestimmung (Piepenbrink 2019). Diese und weitere Aspekte werden in Kapitel →4 im Rahmen der ethischen Analyse erörtert. Es stellt sich u. a. die Frage, ob und in welchem Umfang Gesundheitsdatensammlungen in den Händen von Tech-Giganten liegen sollten und welche ggf. assoziierten Risiken die Gesellschaft für gesundheitsrelevante Innovationen einzugehen bereit ist.²⁵

Beispielhaft illustriert die öffentlich kontrovers diskutierte Datenweitergabe im Rahmen der Partnerschaft zwischen *Google DeepMind* und dem Nationalen Gesundheitsdienst Großbritanniens (UK NHS) diese Thematik (Ballantyne und Stewart 2019, S. 321) (vgl. → Kapitel 3.4.9). Ein weiteres Beispiel stellt das *Project Nightingale* von *Ascension* und *Google* dar (Krüger-Brand 2020, S. 376) (vgl. Kapitel →3.4.9). Auch das mittlerweile beim Europäischen Gerichtshof (EuGH) anhängige Verfahren gegen den Tech-Giganten *Meta* (vormals *Facebook*) im Zusammenhang mit der Zusammenführung von Daten der Nutzer:innen aus unterschiedlichen sozialen Plattformen zeigt die Brisanz des Umgangs von Tech-Giganten mit Gesundheitsdaten (Handelsblatt 2021).

Ebenfalls betroffen sind Aspekte informationeller und digitaler Selbstbestimmung, wenn etwa durch KI-basierte De- und Rekontextualisierungen der Daten der Grad ihrer Sensibilität verschleiert wird oder zunächst anonyme Daten etwa im Zusammenhang mit einer Vielzahl weiterer Daten unterschiedlicher Natur die Re-Identifikation einer bestimmten Person erlauben. Zudem können

23 Die Europäische Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) regelt seit ihrem Inkrafttreten am 25. Mai 2018 europaweit die Erhebung, Verarbeitung, Nutzung und Weitergabe personenbezogener Daten innerhalb der Europäischen Union (EU): Verordnung (EU) 2016/679 v. 27.4.2016, ABl. L 119 v. 4.5.2016, S.1 ff.

24 S.o. Fn. 2.

25 Böttinger und Weiß (2019, S. 7–10) zufolge beruht das eigentliche Geschäftsmodell der Tech-Giganten darauf, mittels der angebotenen gesundheitsrelevanten Produkte und Dienstleistungen möglichst zahlreiche Verhaltensdaten zu erheben und persönliche Profile der Nutzer:innen zu erstellen, um schließlich nicht lediglich deren Entscheidungen in der Zukunft zu beeinflussen, sondern zu treffen. Weitere Darstellungen dazu finden sich u. a. bei Piepenbrink (2019), Zuboff (2019), Datenethikkommission (2019). Vgl. weiterführend auch Couldry und Mejias (2020).

durch die Neuverknüpfungen von Daten Profile zu Verhaltensmustern, etwa aus den Kombinationen von Konsum- und Gesundheitsdaten zu gesunden oder ungesunden Ernährungsgewohnheiten, erstellt und Risikogruppen gebildet werden (Deutscher Ethikrat 2017; Meier 2019) (vgl. Kapitel →4.3.1 und →5).

Die in dieser Studie befragten Expert:innen sind überzeugt, dass Tech-Giganten in Zukunft ihr Kerngeschäft der Datenakquise intensivieren und ganze Ökosysteme an datengenerierenden und -verarbeitenden Produkten und Dienstleistungen entwickeln werden. Um die umfassenden Datensätze zusammenführen und verarbeiten zu können, halten viele Technologieunternehmen eigene digitale Infrastrukturen vor (Cloud Computing) (vgl. Kapitel →3.4.1).

3.1.2

ALGORITHMISCHE SYSTEME UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die Verarbeitung großer Datenmengen und die Generierung von Erkenntnissen bedarf algorithmischer Systeme, die meist der Künstlichen Intelligenz einschließlich Machine Learning (Maschinelles Lernen) und Deep Learning (Tiefes Lernen) zuzuordnen sind (Datenethikkommission 2019, S. 57–62).

Machine Learning (ML) ist „ein rapide gewachsenes Teilgebiet der Informatik, das sich mit Modellen und Verfahren der Datenanalyse beschäftigt und mit einer Vielzahl von Anwendungsgebieten verzahnt ist. (...) Meist gibt es ein bestimmtes statistisches Modell, das mit Daten ‚trainiert‘ wird. Im typischen Fall der sogenannten automatischen Klassifikation ‚erlernen‘ Systeme anhand von spezifischen Trainingsdatensätzen Berechnungsvorschriften, die Daten in bestimmter Weise klassifizieren oder kategorisieren“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 72–73).

Als Weiterentwicklung werden beim Deep Learning (DL) „Prozesse entlang hierarchisch organisierter Schichten nachgebildet, ähnlich dem Modus, in dem im menschlichen Gehirn neuronale Netze operieren. Jede Schicht nutzt dabei die Ergebnisse der vorherigen Schicht und verarbeitet sie weiter zu neuen Ergebnissen. Angesichts größerer Datenmengen und erhöhter Rechenleistungen enthalten die verwendeten Netzwerke heute mehr aufeinander aufbauende Zwischenschichten als jemals zuvor. Der wesentliche Unterschied zu traditionellen Verfahren liegt darin, dass man im Deep Learning auch den Prozess der Merkmalsextraktion weitestgehend automatisiert hat und Modelle oftmals direkt mit Rohdaten trainieren kann. Dadurch lässt sich die Abhängigkeit von komplexen Vorverarbeitungsschritten reduzieren, in die auch Vorurteile und bloße Intuitionen von Entwicklern einfließen können“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 74).

Im aktuellen Sprachgebrauch werden unterschiedliche Formen selbstlernender algorithmischer Systeme mit dem Begriff „Künstliche Intelligenz (KI)“ bezeichnet (Datenethikkommission 2019, S. 59; Deutscher Ethikrat 2017, S. 75). Unterschieden wird zwischen schwacher, starker und Super-Intelligenz.²⁶ Schwache KI löst „wohl-spezifizierte Aufgaben“, starke KI soll „ein breites Spektrum von Aufgaben bewältigen, womöglich ohne Eingriffe eines Menschen“ (Datenethikkommission

²⁶ Im Englischen werden die Begriffe „Artificial Narrow Intelligence“ (ANI; schwache Intelligenz), „Artificial General Intelligence“ (AGI; starke Intelligenz) und „Superintelligence“ (Super-Intelligenz) verwendet.

2019, S. 59), was derzeit noch nicht möglich ist. Mit „Super-Intelligenz“ ist darüber hinaus ein hypothetisches System gemeint, das menschliche Intelligenz nicht nur imitiert, sondern übersteigt und Selbstbewusstsein entwickelt (Escott 2017).

KI wird vielfach betrachtet als das „drängendste, aufregendste, vielversprechendste – aber auch gefährlichste – Technologie-Thema der Welt, seit der Mensch lernte, das Atom zu spalten“ (Schulz 2018, S. 64). Eines ihrer prominentesten und schnell wachsenden Anwendungs- und Investitions-

Tech-Giganten und Künstliche Intelligenz

(Auswahl an Links zu aktuellen wissenschaftlichen Projekten und Publikationen)

ALIBABA

→ <https://damo.alibaba.com/pubs/>

AMAZON

→ <https://www.amazon.science/publications>

APPLE

→ <https://machinelearning.apple.com/research?page=1&tag=Health>

GOOGLE

→ <https://research.google/research-areas/health-bioscience/>

→ <https://research.google/teams/brain/>

→ <https://ai.google/research/>

→ <https://deepmind.com/research>

HUAWEI

→ <https://www.huawei.com/en/technology-insights/industry-insights/technology/ai>

→ https://e.huawei.com/en/publications/global/ict_insights

IBM

→ <https://research.ibm.com/artificial-intelligence>

INTEL

→ <https://www.intel.com/content/www/us/en/research/publications.html>

META (vormals Facebook)

→ <https://research.fb.com/publications/>

MICROSOFT

→ <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/>

→ <https://blogs.microsoft.com/ai/>

NVIDIA

→ <https://www.nvidia.com/en-us/research/ai-playground/>

→ <https://research.nvidia.com/publications>

PHILIPS

→ <https://www.philips.com/a-w/research/research-programs/ai-research-at-philips-research-north-america.html>

→ <https://www.philips.com/a-w/research/downloads-and-publications.html>

SAMSUNG

→ <https://research.samsung.com/artificial-intelligence>

→ <https://research.samsung.com/research-papers/paper/search>

SAP

→ https://www.sap.com/about/company/innovation/open-access-research-publications.html?sort=title_asc

SIEMENS

→ <https://www.siemens-healthineers.com/medical-imaging/molecular-imaging/mi-clinical-corner/scientific-and-clinical-publications>

→ <https://www.siemens-healthineers.com/en-us/magnetic-resonance-imaging/published-studies>

→ <https://www.magnetomworld.siemens-healthineers.com/publications/magnetom-flash>

→ <https://www.siemens-healthineers.com/Covid-19/Covid-19-resources>

SONY

→ https://www.sony.com/en/SonyInfo/sony_ai/

TENCENT

→ <https://ai.tencent.com/ailab/en/paper/?page=1>

felder liegt im medizinischen Bereich (Kaufman 2018; Deutscher Ethikrat 2017).²⁷ Zahlreiche Hoffnungen und Zukunftsvisionen werden formuliert (vgl. u. a. Topol 2019a; Hütten 2019; Ferryman und Winn 2018); beispielsweise, dass KI-gestützte Anwendungen sowohl in den klinischen Bereichen der Prävention²⁸, Diagnostik²⁹ und Therapie³⁰ als auch in Wissenschaft und Bildung zu wesentlichen Fortschritten führen werden (Krüger-Brand 2020; Choueiri et al. 2019; Schulz 2018; PwC 2018, 2017).

Allerdings können KI-basierte Technologien nicht unerhebliche Diskriminierungs- und Stigmatisierungsrisiken bergen; ihre Funktionsweise entzieht sich häufig sogar dem Verständnis der Entwickler:innen selbst (Blackbox-Medizin) und sie können auch für umstrittene Ziele, etwa zu Überwachungszwecken, eingesetzt werden.³¹ Die ethischen Aspekte werden in Kapitel →4 erörtert.

Tech-Giganten investieren massiv in die Entwicklung KI-basierter Systeme und Anwendungen. Damit einher geht auch ein erheblicher Wettbewerb bei der Rekrutierung von „KI-Talenten“³² (Lewis-Kraus 2016). Nachfolgend werden die Aktivitäten der Tech-Giganten im KI-Bereich beispielhaft dargestellt.

GOOGLE ist seit der Unternehmensgründung 1998 „im Prinzip ein Machine-Learning-Projekt“ (Schulz 2018, S. 77). Sundar Pichai, CEO von *Google* und *Alphabet*, betont immer wieder, dass sich *Google* zu einem Unternehmen der Künstlichen Intelligenz transformiere (Pichai 2017a, 2017b). Dieses Ziel spiegelt sich im Gesundheitsbereich beispielsweise in zahlreichen Forschungsprojekten sowie in hohen Investitionssummen wider (Schulz 2018, S. 78).

Die bereits 2006 gegründete Abteilung *Google Health*³³ versuchte in einem ersten, nach ein paar Jahren wieder eingestellten Projekt, elektronische

Gesundheitsdaten im Sinne eines Electronic Health Record (EHR) zu sammeln und Empfehlungen abzuleiten (Meskó et al. 2020, S. 8–9). Seither konzentriert sich *Google Health* auf zahlreiche Forschungsvorhaben zu Anwendungen für den klinischen Alltag und kooperiert dazu mit diversen medizinischen Leistungserbringer:innen sowie staatlichen und akademischen Partner:innen (*Google Health* o. A. d. A. b, A. c) (vgl. Kapitel →3.5). Ein Fokus von *Google Health* liegt in der Computervision, die innerhalb der medizinischen Bildgebung und im diagnostischen Bereich Anwendung findet (Meskó et al. 2020, S. 14) (vgl. Kapitel →3.5).

GOOGLE / ALPHABET
 Google Health
 Google Brain
 DeepMind
 DeepMind Health

- 27 Nach der Akquisition des auf KI spezialisierten Unternehmens *Nuance Communications Inc.* im Jahre 2021 teilte *Microsofts* CEO Satya Nadella mit: „KI ist die größte Priorität der Technologie und das Gesundheitswesen ist die dringlichste Anwendung“ (tagesschau.de 2021b).
- 28 So werden Wearables und Apps hinsichtlich KI-unterstützter Gesundheitsförderung und Prävention als vielversprechend betrachtet, da sie Vitaldaten erheben und überwachen können und im Falle von Normabweichungen eine Warnung an die betroffenen Patient:innen und auch medizinisches Personal geben können (vgl. Kapitel →3.2 und →3.3) (Hahn und Schreiber 2018).
- 29 So sollen KI-basierte Ultraschall- und Röntgentechnologien als bildgebende Diagnoseverfahren Erkrankungen eigenständig identifizieren können. Auch in der Diagnostik sehr seltener genetischer Erkrankungen beispielsweise mittels Gesichtserkennung sollen diese Technologien vielversprechend sein, da die Maschinen eine große Menge von Informationen über sehr seltene Erkrankungen aus Datenbanken verarbeiten können, während Ärzt:innen oft lediglich einige wenige Fälle gesehen haben, was eine korrekte Diagnose erschweren kann (Winkler et al. 2020; Gurovich et al. 2019; Schulz 2018).
- 30 Im therapeutischen Bereich sollen KI-basierte Systeme beispielsweise das intraoperative Vorgehen unterstützen können, indem u. a. die endoskopische Navigation oder die 3D-Visualisierung in der computerassistierten Chirurgie verbessert werden (Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer 2021).
- 31 Vgl. u. a. Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer (2021), WHO (2021a), Mozur et al. (2020), Johnson (2020), Datenethikkommission (2019), Robbins (2019), Floridi et al. (2018), Kaste (2018), Pasquale (2015).
- 32 *Meta* (vormals *Facebook*) beispielsweise verspricht Talenten im Gebiet der KI bis zu siebenstellige Einstiegsgehälter (Kaufman 2018). *Apple* reagiert und zahlt Entwickler:innen bis zu 180.000 US-Dollar in Aktienoptionen für ihren Verbleib im Konzern (Heming 2021).
- 33 Nach Aussagen Dr. David Feinbergs, Leiter der Abteilung *Google Health*, sei *Google* bereits ein Gesundheitsunternehmen, dessen Bestrebungen im gesundheitlichen Bereich seit Unternehmensbeginn in dessen DNA festgeschrieben seien (*Google Health* 2019).

2011 wurde die Forschungseinheit *Google Brain* gegründet, die als Projekt der *Alphabet*-Tochter *X* startete. Das Team von *Google Brain* beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung von Deep-Learning-Algorithmen und KI-Anwendungen, auch in der Gesundheitsversorgung. Die Forscher:innen von *Google Brain* entwickelten z. B. die weltweit führende Open-Source-Plattform für maschinelles Lernen: *TensorFlow* (Lewis-Kraus 2016). Seit der Gründung von *Google AI* ist *Google Brain* eine Einheit der ausschließlich mit der KI-Erforschung betrauten Abteilung (Meskó et al. 2020, S. 8).

2014 akquirierte *Google* das Londoner Start-up *DeepMind*, das sich der Artificial General Intelligence (AGI) widmet. Für die Entwicklung von Anwen-

dungen im Gesundheitsbereich wurde der Unternehmensableger *DeepMind Health* gegründet, der beispielsweise die medizinische Smartphone-App *Streams* entwickelte (vgl. Kapitel → 3.3). *DeepMind Health* wurde in zahlreichen Kooperationen tätig und erntete schließlich für einige Projekte auch kritische Stimmen (Meskó et al. 2020, S. 10–15) (vgl. Kapitel → 3.4.9). 2019 wurde das Team von *DeepMind Health* sowie die App *Streams* in die Abteilung *Google Health* eingegliedert (King 2019), was ebenso kontrovers von der Öffentlichkeit rezipiert wurde (vgl. Kapitel → 3.4.9). *DeepMind* erzielte im November 2020 im Rahmen von *AlphaFold (CASP)* einen Durchbruch, als es erstmals gelang, die 3D-Form von Proteinen aufgrund ihrer Aminosäure-Sequenzen mittels Deep Learning zu bestimmen (Callaway 2020).

APPLE

Apple
Machine
Learning
Research

APPLE widmet sich mit seiner Abteilung *Apple Machine Learning Research* Forschungsvorhaben zu KI. Im Juli 2017 wurde das *Apple Machine Learning Journal* ins Leben gerufen, um einen Überblick über die aktuellen Projekte des Unternehmens in der u. a. gesundheitsbezogenen KI-Forschung zu bie-

ten (Insel 2017; Apple Machine Learning Research 2021a, 2021b). *Apples AI / ML Residency Program* bietet Teilnehmer:innen dieses einjährigen Programms ML- und KI-Schulungen sowie Kurse zur Entwicklung KI-basierter Lösungen und Produkte an (Apple Machine Learning Research 2022).

META

(vormals
Facebook)
KI-basierte
Anwendungen
fastMRI

META (vormals *Facebook*) nutzt KI, um die Weitergabe von Fehl- bzw. Falschinformationen auf seinen Plattformen zu verringern, so etwa zu Covid-19 (Facebook AI 2020b; Jakob 2019). Im Zuge dessen arbeitete *Meta* nach eigener Aussage mit über 60 unabhängigen Organisationen zusammen, die das entsprechende Material einer Faktenprüfung unterziehen und kennzeichnen (Facebook AI 2020b).³⁴

Meta nutzt KI auch in manchen Ländern, um suizidgefährdete Personen innerhalb des sozialen Netz-

werkes *facebook* zu identifizieren. Dabei wird nicht nur ausgewertet, was Personen online schreiben, sondern die KI bezieht auch die Reaktionen der Antwortenden ein. Wird eine Person als gefährdet eingeschätzt, entscheiden Mitarbeitende, ob die Polizei informiert wird (Kaste 2018) (vgl. Kapitel → 4.3.1).

fastMRI ist ein KI-basiertes Forschungsprojekt in der medizinischen Bildgebung, an dem *Facebook AI Research (FAIR)* und New York University (NYU) Langone Health zusammenarbeiten (*fastMRI* 2020) (vgl. Kapitel → 3.5).

34 Ende 2021 erhob die frühere *Facebook*-Produktmanagerin im Bereich Falschinformationen, Frances Haugen, schwere Vorwürfe gegen *Facebook* (heute *Meta*). So wirft sie dem Tech-Giganten vor dem US-amerikanischen Unterausschuss für Verbraucherschutz, Produktsicherheit und Datensicherheit vor, die Unternehmensprofite über das Wohlergehen und die Sicherheit der Nutzer:innen sowie gesellschaftliche Grundprinzipien wie etwa Demokratie zu stellen, indem es u. a. wissentlich Algorithmen einsetze, „die spalterische und schädliche Inhalte förder[te]n“ (tagesschau.de 2021f, 2021e).

AMAZON entfaltet zahlreiche Aktivitäten im Bereich der KI, wie die Entwicklung KI-gestützter Wiedererkennungs- und Übersetzungsprogramme. *Amazon Rekognition Video* beispielsweise ist eine Deep-Learning-Funktion zur Videoanalyse, mit der Objekte, Gesichter und Inhalte aus Videos erkannt, verfolgt und extrahiert werden können (Walker 2017). Im Gesundheitswesen kann dies zukünftig besonders im Feld der medizinischen Bildgebung relevant sein.

Mit *Amazon Transcribe Medical*, einem automatischen Spracherkennungsdienst (Automatic Speech Recognition, ASR), können Speech-to-Text-Funktionen genutzt werden. Der Service wird in verschiedensten medizinischen Bereichen angewendet – beispielsweise können laut *Amazon* Gespräche zwischen Ärzt:innen und Patient:innen mit diesem Dienst präzise transkribiert werden (AWS 2021b). *Amazon Translate* ist ein neuraler maschineller Übersetzungsservice, der nach Unternehmensangaben

besonders akkurate und authentische Übersetzungen erstellen kann (AWS 2021c).

Bei *Amazon Comprehend Medical* handelt es sich um einen ML-basierten Dienst zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Natural Language Processing, NLP), bei dem Gesundheitsdaten und Informationen aus medizinischen Texten extrahiert werden. Die Daten können für Gesundheitsanalysen, bei der Durchführung klinischer Studien, Pharmakovigilanz und zur Übersicht genutzt werden. Sie lassen sich zudem mit medizinischen Ontologien wie der ICD10-CM³⁵ oder der RxNorm³⁶ verlinken. Durch *Amazon Comprehend Medical* sollen sämtliche medizinische und gesundheitliche Informationen leicht zugänglich und abrufbar gemacht werden (AWS 2021a).

Amazons virtuelle Assistentin *Alexa* ist ebenso KI-basiert und wird bereits intensiv im Gesundheitsbereich angewandt (vgl. Kapitel → 3.2).

AMAZON

Amazon
Rekognition
Video
Amazon
Transcribe
Medical
Amazon
Translate
Amazon
Comprehend
Medical
Amazon
Alexa

MICROSOFT betreibt zahlreiche KI-Projekte wie beispielsweise die Initiative *Microsoft Healthcare NExT*, die durch die Nutzung der bestehenden KI und der *Azure Cloud* das Gesundheitswesen transformieren will (Microsoft 16.02.2017) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

Microsofts AI for Good Initiative ist das Dach für verschiedene Programme wie *AI for Earth*, *AI for Humanitarian Action* und auch *AI for Health* (vgl. Kapitel → 3.4.9 sowie → 3.5), mit denen in Zusammenarbeit mit Nichtregierungsorganisationen (NGOs) und weiteren humanitären Organisationen große Krisen bewältigt und UN-Nachhaltigkeitsziele verfolgt werden sollen. *Microsoft* ist neben z. B. *IBM* damit Teil der Plattform *AI for Good* der International Telecommunication Union (ITU) der UN, die sich der

Verwirklichung dieser Nachhaltigkeitsziele mithilfe von KI verschrieben hat und zu diesem Zweck Innovator:innen mit denen zusammenbringt, die die Probleme haben („problem owners“) (Microsoft 2022; ITU 2021; Smith 2018).

Microsoft kollaboriert mit *Nuance Communications, Inc.* u. a. im Rahmen des *Project EmpowerMD*, das Gespräche zwischen Ärzt:innen und Patient:innen verarbeitet, den Inhalt in Electronic Health Records (EHRs) integriert und automatisch eine medizinische Zusammenfassung bereitstellt. Das System nutzt eine große Anzahl von Algorithmen, mit denen komplexe natürliche Sprache erkannt und inhaltlich aufbereitet werden soll. Das System soll von jeglichen Interaktionen lernen und dadurch das beste medizinische Outcome ermöglichen (Microsoft Research

MICROSOFT

Microsoft
Healthcare
NExT
Microsofts
AI for Good
Initiative
Project
EmpowerMD
Project
Hanover
Novartis AI
Innovation Lab
Microsoft
(Azure) Health
Bot Service

35 International Classification of Diseases, Tenth Revision, Clinical Modification.

36 RxNorm verknüpft Gebrauchsnamen von klinischen Arzneimitteln mit Arzneimittelvokabularen, die in der Apothekenverwaltung und der Arzneimittelinteraktionssoftware verwendet werden, damit eine systemübergreifende Standardisierung von Arzneimittelnamen gewährleistet ist (National Library of Medicine (NLM) 2021).

2019; Microsoft News Center 17.10.2019)
(vgl. Kapitel → 3.4.9).³⁷

Microsofts 2016 initiiertes *Project Hanover* strebt an, die technologischen Grundlagen maschinellen Lesens für die Präzisionsmedizin voranzutreiben. Dabei werden Deep Learning und wahrscheinlichkeitstheoretische Methoden kombiniert. Das Projekt konzentriert sich derzeit auf die molekulare Tumorforschung sowie die Generierung von Evidenz aus der alltäglichen Gesundheitsversorgung im Zusammenwirken mit klinischen Studien (Microsoft Research 2016).

Microsoft kooperiert mit *SilverCloud Health*, um dessen digitale Gesundheitsplattform mit KI-basierten Anwendungen zu unterstützen (Meskó et al. 2020, S. 26) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

Microsoft arbeitet mit dem Pharmazieunternehmen *Novartis* im Rahmen des *Novartis AI Innovation Lab* zusammen (Evans 2020) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

Microsofts (*Azure*) *Health Bot Service* ist eine KI-basierte Plattform, die unterstützen soll, virtuelle Assistenten und Chatbots zu integrieren (Microsoft 2021c; Microsoft Research 2021a) (vgl. Kapitel → 3.3).

IBM

IBM Watson Health
AI Horizons Network

IBM Watson Health zielt darauf ab, mittels KI, Datenanalytik und Blockchain-Technologien Lösungen für das Gesundheitssystem zu schaffen. Daten und Wissen sollen nutzbar gemacht werden, um fundierte Entscheidungen im Versorgungskontext zu unterstützen, die Effizienz in Unternehmen und im Gesundheitswesen zu steigern und klinische

Studien zu verbessern (IBM 2021h) (vgl. Kapitel → 3.2 sowie → 3.4.9).

Das *AI Horizons Network* ist ein globales Netzwerk von Forscher:innen, das von *IBM* initiiert wurde, um den Einsatz von KI, Verarbeitung natürlicher Sprache und ähnlicher Technologien weiterzuentwickeln (IBM 28.04.2020) (vgl. Kapitel → 3.4.1 sowie → 3.5).

INTEL

Deep Learning Analytics Platform

INTEL und das Center for Digital Health Innovation (CDHI) an der University of California, San Francisco (UCSF) wollen gemeinsam eine *Deep Learning Analytics Platform* bereitstellen und validieren. Diese soll die medizinische Versorgung verbessern, indem sie Ärzt:innen dabei unterstützt, bessere Behandlungsentscheidungen zu treffen, Auswirkungen für Patient:innen präziser vorherzusagen und in Akutsituationen schneller zu reagieren (Meskó et al. 2020, S. 56; UCSF 18.01.2017).

In einer Partnerschaft mit dem Center for Biomedical Image Computing and Analytics (CBICA) an der Medical School der University of Pennsylvania und 29 weiteren Gesundheitseinrichtungen entwickelt *Intel* mittels Federated Learning³⁸ eine KI, die das Aufspüren von Hirntumoren unterstützen soll (Council 2020; Proffitt 2020).

NVIDIA

NVIDIA Clara
NVIDIA Clara Train SDK

NVIDIA Clara ist eine Plattform und ein Anwendungsmodell, das beabsichtigt, durch den Einsatz

von KI und intelligentem Computing Innovationen im Gesundheitswesen sowie die Präzisionsmedizin

³⁷ *Project EmpowerMD* arbeitet mit dem System *Dragon Ambient eXperience (DAX)*, das durch seine Technologie die Gespräche im Behandlungsalltag erfasst und prozessiert (Microsoft 2021a).

³⁸ Federated Learning oder auch Förderiertes Lernen ermöglicht das Training eines KI-Modells an lokal vorliegenden Daten. Um die Modellgenauigkeit zu verbessern, werden lokale Modelle im Netzwerk geteilt und zu einem globalen Modell zusammengefasst, das mit allen Nutzer:innen geteilt wird (Fraunhofer Institut 2022).

voranzutreiben. Die Bereiche Genomik, Beobachtung des gesundheitlichen Zustands von Patient:innen, medizinische Bildgebung und Medikamentenentwicklung stehen dabei im Fokus (NVIDIA 2021d; The Medical Futurist 2018) (vgl. Kapitel → 3.3, → 3.4.3 sowie → 3.5).

NVIDIA Clara Train SDK ist ein Anwendungsframework, das den Austausch von Daten und Wissen

zwischen Krankenhäusern und medizinischen Einrichtungen durch Federated Learning unterstützen soll. So sollen Algorithmen trainiert werden, ohne die Privatsphäre der Patient:innen zu gefährden. Das kollaborative Lernmodell soll den unterschiedlichen Einrichtungen ermöglichen, sicher zusammenzuarbeiten und dadurch zu einem globalen Modell beizutragen (Wen et al. 2019) (vgl. Kapitel → 3.4.3).

SIEMENS hält nach eigener Aussage mehrere hundert Patente in Bezug auf Machine Learning (ML) und hat zahlreiche KI-basierte gesundheitsrelevante Anwendungen entwickelt, die nicht nur Arbeitsab-

läufe im Gesundheitswesen optimieren, sondern auch komplexe Diagnoseverfahren automatisieren sollen (Siemens Healthineers 2020a) (vgl. Kapitel → 3.3).

SIEMENS

KI-basierte Anwendungen

SAP bietet Cloud- und KI-basierte Plattformen, die Termine und Operationen planen, die Dokumentation vereinfachen, Patient:innen mit spezialisierten Apps und Programmen ausstatten, Analysen und Einblicke für prädiktive Zwecke bieten, durch

präzise Echtzeitdaten medizinische Verfahren verbessern, medizinische Dokumente und Patient:inneninformationen sichern und alle datenbasierten Informationen speichern sollen (Approyo 2019).

SAP

KI-basierte Plattformen

HUAWEI stellt mit seiner *Huawei Cloud* verschiedene KI-basierte Leistungen u. a. zur Bekämpfung

von Covid-19 bereit (Huawei Cloud 2021b) (vgl. Kapitel → 3.2, → 3.4.1 sowie → 3.4.9).

HUAWEI

Huawei Cloud

ALIBABA Health arbeitet zusammen mit drei in China ansässigen Krankenhäusern an einem ersten medizinischen KI-Labor. In diesem wird getestet, wie KI genutzt werden kann, um diagnostische sowie klinische Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Zu weiteren Bereichen, in denen KI genutzt werden soll, gehören intelligente Medizin (u. a. all-

gemeine Datennutzung, Biotechnologie, Umweltinformationen sowie Analysen, mit denen medizinische Entscheidungen unterstützt werden sollen) sowie online nutzbare medizinische Dienstleistungen und das persönliche Gesundheitsmanagement (Business Insider Intelligence 2018).

ALIBABA

Alibaba Health
KI-Labor

TENCENT betreibt drei große KI-Labore, die u. a. die KI-basierte medizinische Forschung unterstützen sollen: *Tencent Medical AI Lab*, *Tencent YouTu*

Lab und *Tencent AI Lab* (Tencent 2019) (vgl. Kapitel → 3.5).

TENCENT

Tencent Medical AI Lab
Tencent YouTu Lab
Tencent AI Lab

3.1.3 ZUSAMMENFASSUNG

Tech-Giganten verfügen über massive Kapazitäten, um Daten zu erheben und zu verarbeiten, auch wenn diese aus unterschiedlichen Quellen stammen. Für die Analyse und Verarbeitung der Daten werden vielfältige KI-Systeme entwickelt und eingesetzt. Die Entwicklungen im Gesundheitsbereich reichen von allgemeinen Speicher- und Analyseplattformen bis zu krankheitsspezifischen Anwendungen. Ziel ist die Weiterentwicklung der Präzisionsmedizin unter möglichst umfassender Erhebung der jeweils individuell einschlägigen Daten, aber auch die Aufklärung medizinisch-biologischer Zusammenhänge wie grundlegender Stoffwechselfvorgänge sowie die Optimierung von Versorgungsprozessen.

Mithilfe von KI-Systemen etwa in der Bildgebung, der Spracherkennung, der virtuellen Assistenzsysteme oder der Entwicklung eines digitalen Zwillings sollen sowohl die individuelle Behandlung als auch der Versorgungsprozess optimiert werden. 2019 betrug der Markt für KI im Gesundheitswesen 3,48 Mrd. US-Dollar und soll bis 2026 40,12 Mrd. US-Dollar erreichen, mit einer jährlichen Wachstumsrate von 41,8 Prozent im Prognosezeitraum (Medgadget 2020). Anderen Schätzungen zufolge werden die Ausgaben für KI im Gesundheitswesen bis zum Jahr 2027 weltweit mit einer jährlichen Wachstumsrate von 46,2 Prozent im prognostizierten Zeitraum auf 67,4 Mrd. US-Dollar steigen, was fast einem Zehnfachen der Ausgaben von 2021 – 6,9 Mrd. US-Dollar – entspräche (MarketsandMarkets Research 2021).

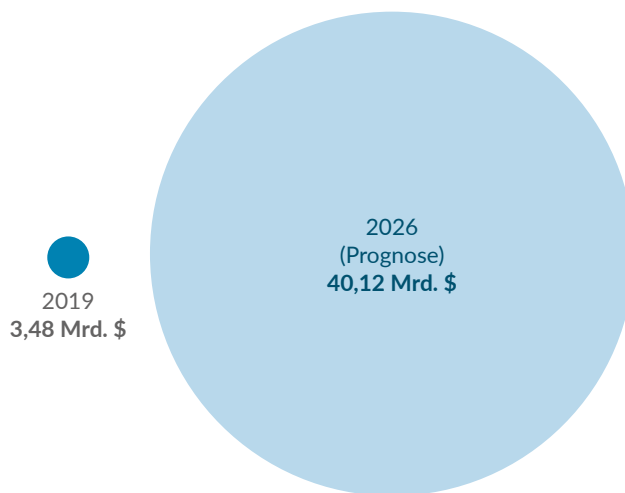
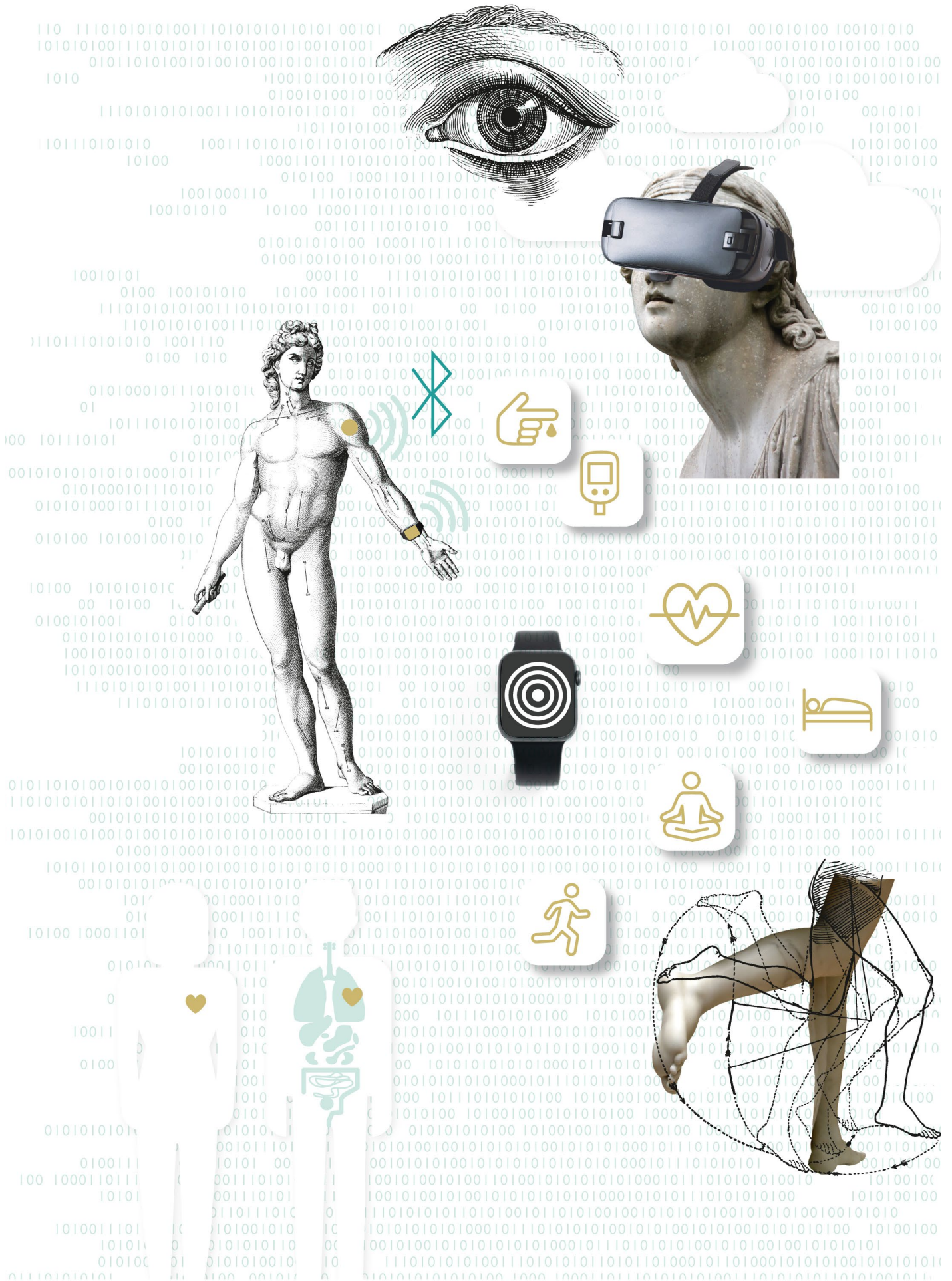


ABBILDUNG 6: Markt für KI im Gesundheitswesen

Quelle: Eigene Darstellung, Daten: Medgadget 2020, Bertelsmann Stiftung



3.2 TECHNOLOGIEN FÜR PATIENT:INNEN UND NUTZER:INNEN

In diesem Kapitel werden digitale Produkte und Dienstleistungen der Tech-Giganten dargestellt, die sich an Patient:innen wenden und von ihnen direkt genutzt werden. Ebenso berücksichtigt werden Nutzer:innen, die gesundheitsrelevante Technologien außerhalb der Gesundheitsversorgung zu Zwecken der Gesundheitsförderung, -erhaltung und Krankheitsvorbeugung anwenden und folglich (noch) nicht als „Patient:innen“ bezeichnet werden können.

3.2.1 WEARABLES UND APPS

Wearables und Apps spielen eine herausragende Rolle im Bereich der Mobile Health (mHealth). Sie unterliegen einer beständigen Weiterentwicklung und auch hohen Dynamik im Markt.³⁹ Bislang richtet sich mHealth vorrangig auf den Bereich Lifestyle und Prävention sowie auf das Management chronischer Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Adipositas, Depressionen und kardiovaskulärer Erkrankungen (Bienhaus 2016). Zahlreiche Wearables können sich auch miteinander verbinden und innerhalb sozialer Plattformen und Netzwerke vernetzen, um beispielsweise sportliche Leistungen mit anderen Nutzer:innen zu vergleichen.

Wearables sind charakterisiert als „elektronische Geräte, die am Handgelenk, am Kopf, in den Ohren, in der Kleidung oder auf der Haut getragen werden und die per Funk (z.B. Bluetooth) mit einem Smartphone oder Tablet gekoppelt direkt mit dem Web verbunden sein können. Sie besitzen smarte Sensoren, die eine Fülle von physikalischen und physiologischen Größen messen und weiterverarbeiten können. Wenn sie unter der Haut getragen werden, spricht man von ‚Insideables‘. Je nach Anwendung und Art des Tragens unterscheidet man: Smartwatches, Datenbrillen, Headsets, Smarte Ohrhörer, Technology Tattoos, Fitness Tracker, Laufuhren, smart clothing, smart jewellery usw.“ (Mischak 2017, S. 278–279).

Anwendungsprogramme (Apps) können je nach Kontext differenziert werden. So wird etwa unterschieden zwischen Gesundheits-Apps, die dem Umgang mit der eigenen Gesundheit sowie deren Erhaltung und Verbesserung dienen, Medizin-Apps, die Diagnose, Therapie und Monitoring (vor allem chronischer) Erkrankungen zum Gegenstand haben, und reinen Lifestyle-Apps, die sich Fitness- und Wellness Themen widmen (Schütz und Urban 2020, S. 192). Rechtlich ist bei gesundheitsbezogenen Apps zudem von Bedeutung, ob sie ein Medizinprodukt sind und somit unter die speziellen

39 Zahlreiche Innovationen der Tech-Giganten im Bereich der mHealth wurden bereits durch neuere Innovationen ersetzt oder durch andere Entwicklungen aus dem Markt verdrängt. Darunter findet sich u. a. *Samsungs Simband*, eine Smartwatch, die von *Samsung* selbst als „investigational device“ bezeichnet wurde und als „window into the wearer“ fungieren sollte (Sullivan 2017; Samsung Simband 2018). Aus Medienberichten geht hervor, dass nach der Präsentation eines *Simband*-Prototyps im Jahr 2014 keine weiteren Schritte folgten. *Simband* stand damals in direkter Konkurrenz zu der noch nicht veröffentlichten *Apple Watch*. Bereits 2017 hatte *Simband* keine Relevanz mehr und es ist zu vermuten, dass das Projekt von *Samsung* aufgegeben wurde (Sullivan 2017). *Microsoft* nahm seinerseits beispielsweise 2019 das *Microsoft Band* (Smartwatch in zweiter Generation, inklusive zugehöriger App) vom Markt (Microsoft Support 2019).

Regeln der Medizinprodukte-Verordnung⁴⁰ etwa zum Inverkehrbringen und zur Bewertung, Prüfung und Überwachung fallen. Dies richtet sich v. a. danach, ob sie „für Menschen bestimmt [sind] und (...) einen (...) spezifischen medizinischen Zweck“ erfüllen sollen.⁴¹ Schließlich ist die Erstattungs-fähigkeit gesundheitsbezogener Apps durch die Gesetzliche Krankenversicherung (GKV) zu prüfen, die abhängig ist von der Einordnung und Anerkennung als Digitale Gesundheitsanwendung (DiGA), welche den Voraussetzungen und Regelungen des Digitale-Versorgung-Gesetzes (DVG)⁴² unterliegen.

APPLE hat sich bereits heute mit einem komplexen Ökosystem an nutzer:innen- und datentransferfreundlichen Wearables und Apps im Gesundheitsmarkt positioniert. *Apples* mHealth Markt soll bis 2027 einen Wert von 311,98 Mrd. US-Dollar erreichen (Smith 2020).

Voraussetzung für diese Anwendungen ist häufig das *iPhone*, dessen Marktanteil am weltweiten Absatz von Smartphones sich im dritten Quartal 2021 auf 15,2 Prozent belief (Tenzer 2021), andere Quellen sprechen von 23,4 Prozent im ersten Quartal 2021 (tagesschau.de 2021a). *Apple* ist auf dem globalen Smartwatch-Markt im ersten Quartal 2021 mit 33,5 Prozent Marktanteil führend, gefolgt von Huawei mit 8,4 Prozent (Koetsier 2021); andere Quellen sprechen sogar von 52,2 Prozent (Macdailynews 2021).

Seit 2014 existiert die *Apple Health App*, die als vorinstallierte Anwendungssoftware auf neueren *iPhone*-Versionen alle gesundheitsrelevanten Daten des *iPhone*s, der *Apple Watch* und der Apps anderer Anbieter:innen zusammenführen kann (Meskó et al. 2020, S. 19).⁴³ Die *Apple Health App* dient als

Plattform, über welche die Patient:innen und Nutzer:innen ihre medizinischen Daten sowie selbst-generierte Gesundheits- und Lifestyledaten zusammenführen und analysieren können (Krüger-Brand 2020, S. 378).⁴⁴

Ein weiteres Wearable ist die *Apple Watch*. Mittlerweile bereits in der siebten Generation verfügbar, wurde die smarte Armbanduhr 2014 erstmalig als Gesundheits- und Fitnessstracker in den Lifestylemarkt eingeführt. Mit jeder neuen Generation sind neue Funktionen in die *Apple Watch* integriert worden, womit *Apple* das Produkt auch in ein medizinisches Gerät transformieren will (Meskó et al. 2020, S. 22). So ist sie seit der vierten Generation nicht nur in der Lage, sportliche Aktivitäten zu messen, sondern auch mittels des *AliveCor KardiaBands* ein Elektrokardiogramm (EKG) aufzuzeichnen sowie den Herzrhythmus und die Herzfrequenz darzustellen (Apple 2020; Krüger-Brand 2020, S. 378) (vgl. Kapitel → 3.4.3).

Mittels der *Apple Research App* können *Apple* Smartphone- und Smartwatch-Nutzer:innen an

APPLE

Apple Health App
Apple Watch
Apple Research App
Covid-19-App
Schnittstellen für Covid-19-Contact-Tracing-Apps

40 Verordnung (EU) 2017/745, 5.4.2017 über Medizinprodukte (Medical Device Regulation, MDR), ABl. L 117/1 v. 5.5.2017, im deutschen Recht umgesetzt durch das Gesetz zur Durchführung unionsrechtlicher Vorschriften betreffend Medizinprodukte (Medizinprodukterecht – Durchführungsgesetz – MPDG) v. 28.4.2020, BGBl. I S. 960, zuletzt geändert am 12.5.2021, BGBl. I, S. 1087, sowie die Verordnung zur Anpassung des Medizinprodukterechts an die Verordnung (EU) 2017/745 und die Verordnung (EU) 2017/746 (Medizinprodukte-EU-Anpassungsverordnung – MPEUAnpV) v. 21.04.2021, BGBl. I, S. 833. Zur Geltung alter und neuer Regelungen und zu Übergangsvorschriften s. insb. §§ 96 ff. MPDG und Art. 9 Abs. 2 MPEUAnpV.

41 Dies sind insbesondere die Diagnose, Verhütung, Überwachung, Vorhersage, Prognose, Behandlung oder Linderung von Krankheiten; die Diagnose, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Behinderungen; die Untersuchung, der Ersatz oder die Veränderung der Anatomie oder eines physiologischen oder pathologischen Vorgangs oder Zustands usw., vgl. Art. 2 MDR.

42 S. o. Fn. 2.

43 In 2016 erwarb *Apple* das auf das Zusammenführen und Organisieren von Gesundheitsdaten spezialisierte Unternehmen *Glimpse*. In 2018 implementierte *Apple* die Möglichkeit, eigene medizinische Daten aus medizinischen Einrichtungen in die *Health App* zu integrieren (Meskó et al. 2020, S. 19–20).

44 Die *Apple Health App* entspricht dabei dem HL7-Standard FHIR, der sich als weltweiter Interoperabilitätsstandard „für den Datenaustausch zwischen Softwaresystemen im Gesundheitswesen etabliert hat“ (Krüger-Brand 2020, S. 378).

Apple-Studien teilnehmen und diese auch organisieren (Apple 2021c) (vgl. Kapitel → 3.5).

Apple stellt zudem die *Covid-19-App* bereit, die getestete Personen über die entsprechenden Testergebnisse informiert (Meskó et al. 2020, S.22–23).

Im April 2020 führte Apple eine eigene Schnittstelle für *Covid-19-Contact-Tracing-Apps* ein, die mit Google entwickelt wurde und seither als De-facto-Standard der meisten europäischen mobilen Kontaktnachverfolgungsanwendungen dient (Fanta 2020; Sharon 2020), wie etwa der deutschen *Corona-Warn-App* (BMG 2021a) (vgl. dieses → Kapitel, SAP). Darüber hinaus machten die beiden kooperierenden Tech-Giganten eine Schnittstelle von *Android*- und *iOS*-betriebenen Smartphones

verfügbar, mit deren Hilfe eine anonyme Benachrichtigung über den Kontakt zu einer an Covid-19 erkrankten Person ohne Beteiligung von Gesundheitsbehörden mittels des sogenannten „Exposure Notifications Express“ möglich ist (Laaff 2020; BMG 2021a).

Apples Aktivitäten im Bereich der Technologien für Patient:innen und Nutzer:innen sind breit gestreut. Es zeichnet sich ab, dass Smartphones selbst, und damit auch das hauseigene *iPhone*, in Verbindung mit unternehmenseigenen und fremden Apps (z. B. *Apple Health App*) sowie anderen kompatibel anschlussfähigen Wearables (z. B. *Apple Watch*) zunehmend zu bedeutsamen medizinischen Geräten in der Gesundheitsversorgung sowie der medizinischen Forschung avancieren (Topol 2015).

GOOGLE / ALPHABET

Google Fit-App

Fitbit & Fitbit App

Google Health & Google Health Studies App

Schnittstellen für Covid-19-Contact-Tracing-Apps mit Apple

GOOGLE *Wear OS* ist ein hauseigenes Betriebssystem, das von *Android* abgeleitet und für mobile Endgeräte weiterentwickelt wurde. Es ist mit zahlreichen Smartwatches kompatibel und synchronisiert diese ebenso mit Smartphones. Dabei können über die Smartwatches u. a. Gesundheits- und Fitnessziele überwacht und deren Erreichung unterstützt werden (Google Play Store 2021e). Die *Google Fit-App* lässt sich sowohl auf Smartwatches als auch auf Smartphones nutzen, wobei alle Daten synchronisiert werden können. Entwickelt wurde die App zusammen mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der American Heart Association (AHA) (Google Play Store 2021a).

Fitbit bietet Smartwatches und andere Tracker an, die Puls, Stress und Schlaf sowie Blutsauerstoff messen und eine Herzstromkurve (EKG) ableiten können. Mit der *Fitbit-App* lassen sich die erfassten Daten analysieren und synchronisieren (Maehner 2020). *Fitbit* steht an fünfter Stelle des globalen Marktes für Smartwatches mit einem Anteil von 4,2 Prozent (Stand Q1 2021) (Koetsier 2021).

Die *Google Health Studies App* soll Patient:innen und Nutzer:innen ermutigen, zur Gesundheitsforschung beizutragen (Google Play Store 2021b) (vgl. Kapitel → 3.5).

Außerdem bietet *Googles* Suchmaschine (*Google Search*) die Möglichkeit, online nach allgemeinen Krankheitsbildern, Symptomen und Behandlungsmöglichkeiten zu suchen – ungeachtet der Herausforderungen im Umgang mit der Qualität von Gesundheitsinformationen im Internet.⁴⁵

Google Health will nach eigener Aussage die physische und mentale Gesundheit von Frauen verbessern und setzt dafür einen Online-Fragebogen zur Selbsteinschätzung hinsichtlich postnataler Depressionen ein (Google Health 2020).

Ausführungen zu *Googles* Kooperation mit *Apple* hinsichtlich der Schnittstelle zu *Covid-19-Contact-Tracing-Apps* finden sich in diesem Kapitel bei den Darstellungen zu *Apple*.

45 Dieses Problem wird in dieser Studie nicht diskutiert. Für weiterführende Informationen zur Thematik und zu dem Forschungsgegenstand vgl. u. a. Projekte wie OriGes I (<https://ceres.uni-koeln.de/forschung/projekte/origes>) und OriGes II (<https://ceres.uni-koeln.de/forschung/projekte/origes-ii>).

META (vormals *Facebook*) bietet mit *Preventive Health* ein Opt-in Add-on innerhalb der App des sozialen Netzwerks *facebook* an und stellt Nutzer:innen in den USA Empfehlungen zu gesundheitlichen Kontrolluntersuchungen bereit. Die Empfehlungen werden auf Grundlage der Richtlinien der US-amerikanischen American Cancer Society (ACS), des

American College of Cardiology (ACC), der American Heart Association (AHA) und des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) gegeben. Die empfohlenen präventiven Gesundheitsuntersuchungen beziehen sich aktuell auf kardiovaskuläre Krankheiten, Krebserkrankungen und die Grippe (Facebook 2020).

META
(vormals
Facebook)
Preventive
Health

PHILIPS *SmartSleep Deep Sleep Headband* ist ein Stirnband, welches das Schlafverhalten analysiert und verbessern soll. In Zusammenarbeit mit Ärzt:innen und Wissenschaftler:innen konzipiert, richtet es sich an Personen, die regelmäßig weniger als sechs Stunden pro Nacht schlafen (Philips 2021i, 2021f). Das *SmartSleep Snoring Relief Band* soll die Nutzer:innen durch Vibrationen in eine seitliche Schlafposition bringen und so das Schnarchen verhindern. Mit einem Positionsmessgerät ermittelt es die Rückenlage (Philips 2021j).

management zu verbessern. Patient:innen können u. a. Vital- und Blutdruckwerte eingeben sowie eine Übersicht über vergangene Messungen abrufen. Zudem ergänzen subjektive Daten aus digitalen Gesundheitsfragebögen das individuelle Datenset. Zusatztools für den *eCareCompanion* sind eine Waage, ein Funk-Blutzuckermessgerät, ein Fingerpulsoximeter und ein Blutdruckmessgerät. Diese Geräte melden die gemessenen Daten an den *eCareCompanion*, der die Daten verarbeitet (Philips 2021c, 2021d). Darüber hinaus gibt es die mobile *HealthSuite Health App*, die Nutzer:innen, die ihre Gewohnheiten ändern möchten, unterstützen soll, indem sie Vitalparameter messen und Ratschläge zu gesundheitsunterstützenden Maßnahmen erhalten können (Philips 2021e).

PHILIPS
Philips
SmartSleep
Deep Sleep
Headband
Philips
SmartSleep
Snoring
Relief Band
Philips
HealthSuite &
HealthSuite
App
Philips Heart
Health Program

Die *Philips HealthSuite* ist eine Cloud-basierte Plattform zur Vernetzung unterschiedlicher Geräte der Gesundheitsversorgung. Klinische und andere Daten sämtlicher *Philips*-Geräte können innerhalb der *HealthSuite* zusammenführt und ausgewertet werden. Den Zugriff auf Gesundheitsdaten haben dabei das medizinische und pflegerische Personal der Gesundheitseinrichtungen sowie die Patient:innen und Nutzer:innen selbst. Die *HealthSuite* besteht aus der App *eCareCoordinator*, die für Ärzt:innen konzipiert ist (vgl. Kapitel → 3.3), sowie dem Pendant *eCareCompanion*, das für Patient:innen entwickelt wurde, um sie aktiv in die Behandlung einzubinden und das persönliche Gesundheits-

Das *Philips Heart Health Program*, ein App-basiertes Gesundheitsprogramm, soll helfen, Risikofaktoren für Herz-Kreislaufkrankungen durch Änderungen des Lebensstils zu reduzieren. Es bietet den Nutzer:innen einen personalisierten Gesundheitsplan, der sie dabei unterstützt, u. a. ihre körperliche Aktivität zu steigern sowie ihr Ernährungs- und Schlafverhalten zu verbessern (Philips 2017).

AMAZON *Care App* ist derzeit Mitarbeitenden von Amazon vorbehalten und wird im US-Bundesstaat Washington getestet. Die App soll den Zugang zu einer hochwertigen telemedizinischen Gesundheitsversorgung erleichtern. Dafür steht ein Versorgungsteam aus Ärzt:innen und Pflegepersonal jederzeit zur Verfügung. Mit einer Text-in-Funktion kann eine Beratung zu jedem Gesundheitsthema einge-

holt werden. Außerdem können Anwender:innen per Videobesuch Ratschläge, Diagnosen, Behandlungen oder Überweisungen erhalten (Amazon Care 2021; Amazon 17.03.2021).

Amazon Halo Band ist ein 2020 eingeführtes Wearable im Fitnessbereich. Anstelle eines Displays verfügt es über zwei integrierte Mikrofone sowie

AMAZON
Amazon
Care App
Amazon
Halo Band &
Halo App

einen optischen Sensor zur Messung der Herzfrequenz. *Amazon Halo* kann neben der Herzfrequenz den Schlaf überwachen und analysieren (Mühlroth 2020). Auch werden über *Tone* die Mikrofone genutzt, um die eigene Stimme zu analysieren.⁴⁶ Zudem kann ein 3D-Körperfettmodell erstellt werden.⁴⁷ Zu *Amazon Halo* gehört auch die *Halo App*, die auf *iOS*- und *Android*-Betriebssystemen läuft. *Amazon Halo* bietet u. a. *Workouts an*, um gesund-

heitsfördernde Gewohnheiten aufzubauen. Partner:innen des *Amazon Halo Labs* sind u. a. *John Hancock*⁴⁸, *8fit*, *American Heart Association (AHA)*, *Headspace* und *WW*⁴⁹ (vormals *Weight Watchers*) (*Amazon* 27.08.2020). *Amazon Halo* vor der Herausforderung, dass der Markt bereits mit unterschiedlichen *Wearables* gefüllt ist (*Erum* 2020).

SAP

SAP Health Engagement
Corona-Warn-App

SAP Health Engagement, eine Cloud-basierte Anwendung, baut auf *SAPs HANA Cloud-Plattform* auf. Sie soll das Zusammenspiel und den Informationsaustausch zwischen Patient:innen, Ärzt:innen, Gesundheitsversorger:innen und anderen Akteur:innen im Gesundheitswesen verbessern. Durch einen Austausch von Echtzeitdaten können Interventionen für Patient:innen frühzeitig vorgenommen werden, was zu einer verbesserten Versorgung und Kosteneffizienz beitragen soll. Die Anwendungen sollen im Bereich chronischer Erkrankungen

und personalisierter häuslicher Pflege unterstützen sowie die Beteiligung von Patient:innen in Studien erhöhen (*SAP News Center* 19.04.2016).

Im Auftrag der deutschen Bundesregierung und in Kooperation u. a. mit der *Deutschen Telekom AG* hat *SAP* im Jahr 2020 die deutsche *Corona-Warn-App* entwickelt, die Bürger:innen ermöglicht, andere App-Nutzer:innen im Falle einer *Covid-19-Infektion* zu benachrichtigen (*BMG* 2021a; *SAP News Center* 17.06.2020).

SAMSUNG

Samsung Health App
Samsung Gear Fit2 Pro
Samsung Galaxy Watch
Samsung My BP Lab
Samsung Smart TV-Plattform
Rehabilitationsprogramm mit *NEJM Catalyst*

SAMSUNG Health App identifiziert tägliche Aktivitäten und Gewohnheiten, die hinsichtlich einer verbesserten Ernährung und eines gesünderen Lebensstils analysiert werden. Dazu gehören Schrittzähler, die Analyse von Essgewohnheiten und ein Schlaf- und Stress-Tracker. Zudem gehören Übungsprogramme zur Gewichtsreduktion und zur Steigerung der Ausdauer zur App. Darüber hinaus

gibt es einen *NewsFeed* mit personalisierten Informationen zu Gesundheitsthemen (*Google Play Store* 2021d). Das *Samsung Gear Fit2 Pro* ist ein Armband, das mittels der *Health App* Vitaldaten aufzeichnet und darstellt (*Samsung* 2021a).⁵⁰

Die *Samsung Galaxy Watch* und *Galaxy Watch Active2* sind *Smartwatches*, die u. a. über einen

- 46 Die Nutzer:innen sehen dann in der App eine Auswertung ihrer Kommunikationsmuster und lernen, wie sie besser und positiver kommunizieren können (*Mühlroth* 2020).
- 47 In der App können die Nutzer:innen sich das 3D-Körperfettmodell ansehen sowie austesten, wie sie mit unterschiedlichen Körperfettanteilen aussehen würden (*Mühlroth* 2020).
- 48 Die US-amerikanische Lebensversicherung *John Hancock* integrierte *Amazon Halo* auch bereits in ihr *Vitality Program*. Teilnehmende des Programms erhalten eine kostenfreie, dreijährige Mitgliedschaft bei *Halo*. Das *Vitality Program* ist auf die Steigerung eines aktiven Lebensstils und der allgemeinen Gesundheit ausgerichtet und beinhaltet hierzu bereits *Wearables* anderer Tech-Unternehmen (*Amazon* 27.08.2020).
- 49 So können *Amazon Halo*-Nutzer:innen z. B. die Aktivitäten aus *Halo* zur *WW-App* übertragen und in *Fitpoints* umwandeln lassen, die dort wiederum auf die Kalorienbilanz angerechnet werden können (*Amazon* 27.08.2020).
- 50 Zudem verfügt es über ein eingebautes GPS und einen Musikspieler. Die *Gear Fit2 Pro* verfügt über zusätzliche Apps, die aus einer Zusammenarbeit mit dem US-amerikanischen Sportartikelhersteller *Under Armour* stammen. Dazu zählen *MapMyRun* (Aufzeichnung von Joggingrouten) und *MyFitnessPal* (Tracking des Kalorienverbrauchs) (*Samsung* 2021a).

Beschleunigungssensor, ein Barometer und ein Herzfrequenz-Messgerät verfügen.⁵¹ Somit können das körperliche Training überwacht, Fortschritte erfasst und dargestellt sowie mit anderen Nutzer:innen verglichen werden (Samsung 2020). Angaben zufolge besitzt *Samsung* im Jahr 2021 8 Prozent des globalen Smartwatch-Marktes und stellt damit den drittgrößten Anbieter dar (Koetsier 2021). Weiteren Angaben gemäß beläuft sich *Samsungs* Anteil am weltweiten Smartphone-Markt im ersten Quartal 2021 auf rund 19 Prozent, was *Samsung* zum zweitgrößten Anbieter nach *Apple* mit rund 24 Prozent macht (tagesschau.de 2021a). Andere Quellen sprechen von *Samsung* als Marktführer für Smartphones im dritten Quartal 2020 mit 23 Prozent (Beltrame 2020) bzw. vom zweitgrößten Anbieter im zweiten Quartal 2021 mit 24 Prozent (GoogleWatchBlog 2021).

Zusammen mit *NEJM Catalyst* entwickelte *Samsung* ein technologiegestütztes, evidenzbasiertes Rehabilitationsprogramm für Patient:innen, die einen Herzinfarkt erlitten haben. Das Programm kann auf Smartphones geladen und mit speziell dafür konfigurierten Wearables verbunden werden (Swaney 2019).

Samsungs My BP Lab ist sowohl App als auch Studie. Die App misst den Stress der Nutzer:innen im Alltag sowie dazugehörige körperliche Reaktionen wie Blutdruck und Herzfrequenz mittels eines optischen Sensors des *Samsung Galaxy S9* und *S9+*. Nutzer:innen der App werden zur Teilnahme an einer dreiwöchigen Studie der University of California, San Francisco (UCSF) eingeladen (Samsung 26.02.2018) (vgl. Kapitel →3.5).

Die *Samsung Smart TV*-Plattform ist eine Anwendung, die für den eigenen *Smart TV* konzipiert wurde. So gibt es Partnerschaften mit Gesundheits- und Fitness-Apps, auf die *Samsung Smart TV*-Nutzer:innen kostenfreien Zugriff haben, wie etwa Meditationsprogramme der App *Calm* oder Workout-Programme der App *Fitplan* (Reid 2020; Fitplan 2020).

Samsung kooperiert mit *American Well (Amwell)* in Bezug auf eine telemedizinische Plattform (*LiveHealth Online*) innerhalb der *Samsung Health App*, die in vielen *Samsung*-Geräten verfügbar ist. Die Plattform bietet z. B. die Funktion „Experten“, über die Nutzer:innen per Video Ärzt:innen konsultieren können, die bei *Amwell* praktizieren (American Well 24.04.2017; Meskó et al. 2020, S. 54).

HUAWEI *Health App* bietet Patient:innen und Nutzer:innen eine professionelle Anleitung zu sport-

lichen Aktivitäten. Sie unterstützt vor allem Laufsportarten (Google Play Store 2021c).

HUAWEI
Huawei
Health App

ALIBABA hat mit *My Health Service* einen kostenlosen medizinischen Online-Beratungsdienst ins Leben gerufen, um – nach eigenen Angaben – den Druck auf Krankenhäuser während der Covid-19-Pandemie zu verringern. Nutzer:innen können z. B. direkt über die Einkaufsplattform *Taobao* oder den Bezahlendienst *Alipay* auf den Beratungsdienst zugreifen und Echtzeitdaten zur pandemischen Lage der Nationalen Gesundheitskommission Chinas ein-

sehen. Hunderte von Ärzt:innen aus ganz China bieten laut *Alibaba* ihre Dienste über die App an, wobei sich im Januar 2020 rund 90 Prozent der Fragen auf die Prävention und Behandlung von Covid-19 und Lungenentzündung bezogen (Xinhua 27.01.2020).

Alibabas App *Alipay Health Code* soll im Rahmen des staatlichen Pandemiemanagements ermöglichen, den Arbeitsalltag sowie die Mobilität in Zeiten

ALIBABA
My Health
Service
Alipay Health
Code

51 Die Uhr enthält zudem einen „Laufcoach“, der Ratschläge zum Sport gibt, sowie eine Funktion, die zum Einüben von Atemtechniken einlädt, um besser mit Stresssituationen umzugehen (Samsung 2020).

der Covid-19-Pandemie der Bürger:innen zu kontrollieren, indem der Gesundheitsstatus in drei Farbkategorien mittels integrierter Quick Response (QR)-Codes⁵² übermittelt wird. Dabei gibt es laut Kritiker:innen keine genauen Erklärungen dazu, auf Grundlage welcher Daten die Nutzer:innen den Farbkategorien zugeordnet werden. Laut New York

Times handelt es sich um ein Massenexperiment der Nutzung von Daten zur Regulierung des individuellen Verhaltens der Bürger:innen. Die App diktiert den Nutzer:innen, ob sie wegen eines Covid-19-Ansteckungsverdachts unter Quarantäne gestellt würden bzw. U-Bahnen und andere öffentliche Räume nutzen dürften (Mozur et al. 2020).

TENCENT

Tencent Health
in WeChat

Digitale
Gesundheits-
karte

Covid-19-
Health-Tracing-
App

Tencent
Medipedia

TENCENT Health ist eine Service-Plattform innerhalb der App *WeChat* mit mehr als einer Milliarde aktiver Nutzer:innen im ersten Quartal 2021 (Iqbal 2021), über die Patient:innen und Nutzer:innen seit 2019 medizinische Online-Beratungen erhalten, Termine vereinbaren sowie Zugang zu Gesundheitsinformationen und anderen gesundheitlichen Diensten erhalten können. Die Plattform soll sukzessive auf verschiedene Regionen Chinas ausgeweitet werden. Mit der Anwendung *WeChat* kann *Tencent* insgesamt 500 Mio. Versicherte erreichen. Via *WeChat Pay* können auch Medikamenten- und Krankenhauszahlungen getätigt werden. Nach Angaben von *Tencent* unterstützen fast 10.000 medizinische Einrichtungen die Zahlungen über *WeChat*. Die *Digitale Gesundheitskarte* von *WeChat* soll analog zur chinesischen „Health ID Card“ funktionieren und medizinische Daten aus verschiedenen Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen aufzeichnen. Nach Angaben von *Tencent* wird diese *Digitale Gesundheitskarte* gefördert, um der Öffentlichkeit die beste Online- und Offline-Patient:innenversorgung zu ermöglichen (Tencent 2019).

Eine *Covid-19-Health-Tracing-App* von *Tencent* ist ebenso in *WeChat* eingebettet und richtet sich an Schüler:innen und Studierende in China. Sie soll im Zuge der Wiederaufnahme der Besuche in Bildungseinrichtungen u. a. durch Auswertung von Fragen zur Körpertemperatur, möglichen auffälligen Symptomen und Aufenthaltsorten der vergangenen zwei Wochen eine Risikoabschätzung errechnen, die einen farbbasierten QR-Code auf dem Smartphone ausgibt. Laut *Tencent* erlaubt die App relevanten Bildungseinrichtungen auf diese Weise, den Gesundheitszustand der Schüler:innen zu prüfen (Li und Goh 23.03.2020; Müller 2020).

Tencent Medipedia ist eine 2017 eingerichtete Plattform, auf der Gesundheitsinformationen ausgetauscht werden. Sie stellt den Anwender:innen Informationen zu Prävention, Diagnose und Behandlung von Erkrankungen bis hin zur Rehabilitation zur Verfügung. Die Inhalte werden durch Texte, Fotos, Videos und KI-Assistent:innen sowie 3D-Visualisierung vermittelt. Die Plattform arbeitet mit *WebMD* zusammen, einer internationalen Informationsplattform für das Gesundheitswesen (Tencent 2019).

Tech-Giganten haben eine große Vielfalt an vernetzbaren Wearables etwa in Form von Smartphones, Smartwatches, Fitnesstrackern und Armbändern sowie unzählige Gesundheits-Apps einschließlich Medizin- und Lifestyle-Apps entwickelt, mit deren Hilfe in Echtzeit riesige Mengen an gesundheitsrelevanten Daten erhoben und verarbeitet werden können. Ihr Einsatz richtet sich beispielsweise auf das Monitoring von Vitalparametern bis hin zur Aufzeichnung von Elektrokardiogrammen, ermöglicht Patient:innen und Nutzer:innen die Teilnahme an Studien und eröffnet die

52 Ein grüner QR-Code erlaubt die uneingeschränkte Mobilität. Gelbe Codes können zu einer siebentägigen häuslichen Isolation führen, während rote eine zweiwöchige Quarantäne auslösen (Mozur et al. 2020).

Möglichkeit einer Online-Beratung und Verhaltensüberwachung. In der Corona-Pandemie werden sie zur automatisierten Benachrichtigung von Risikokontakten eingesetzt, aber auch, um – in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand – den Zugang zum öffentlichen Verkehr und zu verschiedenen Einrichtungen zu steuern.

Die Wearables und Apps der Tech-Giganten für Patient:innen und Nutzer:innen beziehen sich bislang vorrangig auf den Lifestyle-, Wellness- und Präventionsbereich.

Der weltweite Absatz von Wearables lag 2020 bei etwa 445 Mio. Stück (Tenzer 2022a; IDC 2021) und soll laut Prognosen im Jahr 2024 bei rund 632 Mio. Einheiten liegen (Tenzer 2022b; IDC 2020). Führend in diesem Markt ist *Apple* mit einem weltweiten Marktanteil von rund 34 Prozent im Jahr 2020 (IDC 2021). Im zweiten Quartal 2020 wurden etwa 656 Mio. Gesundheits- und Fitness-Apps installiert. Der Umsatz lag für den gleichen Zeitraum bei 328,5 Mio. US-Dollar (Chapple 2020). Prognosen aus dem Jahr 2018 zufolge soll der Markt für mobile Gesundheits-Apps bis 2025 auf 11,2 Mrd. US-Dollar weltweit steigen (BIS Research 2018). 2020 wurde die Größe des globalen App-Marktes im Bereich mHealth bereits mit 24,93 Mrd. US-Dollar angegeben (Fortune Business Insights 2022).

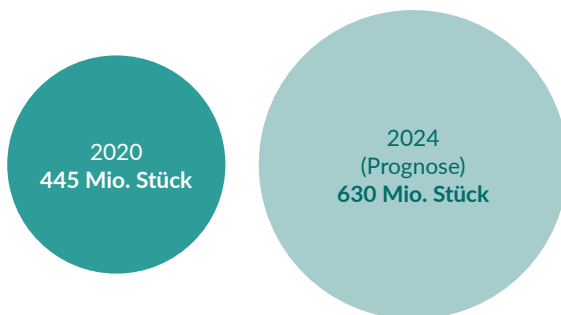


ABBILDUNG 7:

Weltweiter Absatz von Wearables

Quelle: eigene Darstellung, Daten: IDC 2020; IDC 2021, Bertelsmann Stiftung

3.2.2

VIRTUELLE ASSISTENZSYSTEME UND DIGITALE AVATARE

Auch virtuelle Assistenzsysteme und digitale Avatare stehen Patient:innen und Nutzer:innen zur Verfügung. Letztere können definiert werden als „computergestützte künstliche und graphische Darstellungen einer Person, welche Menschen bei einer Aufgabe unterstützen“ (Angerer et al. 2019, S.12). Andere Arten virtueller Assistenzsysteme können auch nicht personal sein. Weithin bekannt sind sprachbasierte digitale Assistenzsysteme in Smartphones und anderen Wearables, die auf automatisierten Spracherkennungs- und Stimmanalyseverfahren basieren (Kalis et al. 2018; Deutscher Ethikrat 2017, S. 76). Zahlreiche Anwendungen sind im Bereich Gesundheit bereits etabliert⁵³ oder denkbar: von

53 Einige Produkte und Anwendungen der Tech-Giganten im Bereich der virtuellen Assistenzsysteme und digitalen Avatare wurden bereits durch neuere Innovationen ersetzt oder von anderen Entwicklungen aus dem Markt verdrängt. So war z. B. *Google Allo* ein Instant-Messaging-Dienst, der die intelligente Assistentin *Google Assistant* implementiert hatte. Die Funktion *Schlaue-Antwort* beantwortete Fragen von Anwender:innen. Durch deren Verhalten wurde *Allo* gespeist und personalisiert (Holland 2016a). *Metas* (vormals *Facebooks M*) war ein virtueller Assistent, der Aufgaben für Anwender:innen automatisch erledigen konnte, wozu z. B. der Kauf von Artikeln und Reservierungen gehörte (Kelly 2015).

Erinnerungen an die Medikamenteneinnahme über medizinische Auskünfte bis zu Empfehlungen verschiedenster Art (Krüger-Brand 2020; Champeaux 2019). Im Folgenden werden einige Aktivitäten der Tech-Giganten im Bereich der virtuellen Assistenzsysteme und digitalen Avatare erläutert.

AMAZON

Amazon Alexa
Amazon Echo

AMAZON vertreibt die KI-basierte Sprachassistentin *Alexa*, die 69 Prozent der verkauften intelligenten Lautsprecher im US-amerikanischen Markt in den Jahren 2016 bis 2021 ausmacht (Bishop 2021a).

Sie könnte den Einschätzungen einiger Analyst:innen zufolge die digitale Ärztin der Zukunft werden. *Amazon* beabsichtigt, mit *Alexas* Hilfe die Gesundheitsversorgung zu verbessern, indem diese künftig etwa im Sinne einer Akutversorgung milde Erkrankungen zu Hause erkennt und Behandlungsempfehlungen ausspricht, die den Patient:innen und Nutzer:innen die ärztliche Konsultation ersparen könnte (Meskó et al. 2020, S. 34–37). *Alexa* wird bereits in Studien eingesetzt, um die physische Aktivität von Patient:innen nach oder mit einer onkologischen Erkrankung zu steigern, indem diese in ihrem Genesungsprozess von der Sprachassistentin betreut und unterstützt werden (Hassoon et al. 2020; Hassoon et al. 2018). Zudem wurde *Alexa* in einer Studie verwendet, um die Übertragung von Gesundheitsdaten in elektronische Datenbanken durch behandelndes ärztliches und pflegerisches Personal per Sprachfunktion zu erleichtern (Bhatt 2020).

Im Jahr 2018 hat *Amazon* ein Team aufgestellt, das *Alexas* Fähigkeiten bei der Gesundheitsversorgung chronisch erkrankter und älterer Menschen erhöhen soll. Die Zusammenarbeit mit dem deutschen Start-up *Ada Health GmbH*⁵⁴ ermöglicht den Zugriff auf eine große KI-basierte Datenbank von Erkrankungen und Symptomen, mit deren Hilfe der Gesundheitszustand der Anwender:innen aufgrund der angegebenen Symptome abgeleitet werden soll (Meskó et al. 2020, S. 37). *Amazon* hält ein Patent für *Alexa*, das mittels einer Stimmanalyse auf den gesundheitlichen Zustand der Patient:innen und Nutzer:innen schließt (Krüger-Brand 2020, S. 377).

Der vielseitige Einsatz der digitalen Sprachassistentin *Alexa* könnte es *Amazon* erlauben, durch die Analyse einer großen Menge von Sprachdaten verschiedener Nutzer:innen neue Geschäftsmodelle im Gesundheitswesen zu entwickeln (Hecking 2019).

In Kooperation mit dem Boston Children's Hospital wurde die *Alexa*-unterstützte App *MyChildren's* eingeführt, die Eltern und medizinisches Personal bei der häuslichen Nachsorge von Kindern unterstützen soll, die kürzlich am Herzen operiert wurden (Meskó et al. 2020, S. 37; Hecking 2019; Kohlhaagen 2019). Im Detail können Eltern mit *MyChildren's* die Gesundheitsakte ihrer Kinder einsehen, Nachrichten an Pflgeteams senden und weitere Dienste bezüglich der Krankenhausversorgung ihres Kindes – etwa Zahlungen und Terminmanagement – in Anspruch nehmen. In einer weiteren Anwendung *Alexas* kann die digitale Gesundheitsplattform *KidsMD* allgemeine Informationen zu Erkrankungen und Medikationen geben.

Amazon arbeitet darüber hinaus gemeinsam mit dem Pharmaunternehmen *Merck & Co., Inc.* an einem *Alexa*-basierten Managementprogramm für Diabetes-Erkrankte, indem etwa Ernährungsratschläge erteilt und die aufgenommenen Glukosewerte überwacht werden (Luminary Labs LLC. 2017).

Ein Beispiel von *Alexas* Anwendungspotenzial hierzulande ist der Dienst *TK Smart Relax* der Techniker Krankenkasse (TK), mit dessen Hilfe Versicherte über *Alexa* Klänge aus der Natur abspielen lassen oder Übungen zur Entspannung durchführen können (Krüger-Brand 2020, S. 377).

Auch für medizinische Auskünfte und Informationen wird *Alexa* als sprachbasierte Assistentin eingesetzt.

54 *Ada Health GmbH* betreibt die App *Ada*, mit deren Hilfe Patient:innen und Nutzer:innen sich medizinischen Rat über einen KI-basierten *Chatbot* einholen können. Dafür werden sie nach Symptomen und Beschwerden befragt, aus denen sich mögliche Diagnosen und weitere Handlungsempfehlungen ableiten lassen (Ada 2021).

So können gesetzlich Versicherte in Großbritannien seit 2019 in einem Projekt, durchgeführt in Kooperation mit dem Nationalen Gesundheitsdienst Großbritanniens (UK NHS), ihre medizinischen Fragen direkt

an *Alexa* stellen (DHSC 2019). Zu deren Beantwortung durchsucht *Amazon Echo*⁵⁵, das smarte *Alexa Home Device*, die auf der Webseite des UK NHS veröffentlichten Informationen (Lake 2019).

GOOGLE *Duplex* unterstützt eine neue Funktion des virtuellen Assistenten *Google Assistant*. Seit Mai 2018 befindet sich *Google Duplex* in einer Testphase. Es wurde bereits in Teilen der USA eingeführt und expandiert zunehmend international (u. a. Kanada, Großbritannien und Australien). Mittels *Duplex* kann *Google Assistant* mit menschlich klingender Stimme z. B. Unternehmen oder Ärzt:innen kontaktieren und Termine vereinbaren. Mithilfe des KI-gestützten Assistenten sollen im Gesundheitswesen zeitliche Ressourcen gespart und Planungsprozesse rationalisiert werden (Tillman 2021; Catley 2018).

Letztere stammen aus vertrauenswürdigen Quellen, wie etwa dem Centers for Disease Control and Prevention (CDC), der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der Johns Hopkins Medicine, der American Lung Association, der American Heart Association (AHA) und der American Diabetes Association (ADA). Die Anwendung ist für Organisationen und Unternehmen (u. a. Krankenhäuser) konzipiert und kann beispielsweise auf deren Internetseiten integriert werden (Verily 2021b).

Der *Covid-19-Pathfinder* der Google-Tochter *Verily Life Sciences, LLC. (Verily)* liefert Informationen über das Corona-Virus, hilft den Patient:innen und Nutzer:innen, ihre Symptome und den möglichen Schweregrad einer Erkrankung zu verstehen und stellt personalisierte Informationen zur Verfügung.

Google Nest (vormals *Google Home*) ist Teil der Smart Home-Serie von *Google*. Das *Google Nest Hub* ist ein Smart Home-Tablet, das sich über Gesten- und Sprachsteuerung bedienen lässt und beispielsweise mittels Schlafensensoren den Schlaf überwachen und analysieren kann (Google Store 2021; Amadeo 2019) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

APPLE *Siri* war die erste sprachgesteuerte Assistentin im Markt der virtuellen Assistenzsysteme und wurde im Jahr 2011 zusammen mit dem *iPhone 4s* eingeführt (Yoffie et al. 2018; Frommer 2010). Sie passt sich an individuelle Sprachgewohnheiten, Suchvorgänge und Präferenzen der Nutzer:innen an und personalisiert herausgegebene Ergebnisse in Form von Empfehlungen, Antworten auf Fragen, Verknüpfungen zu anderen Diensten und weiteren Aktionen.

Dabei nutzt die Software einen Natural Language Processing (NLP)-Algorithmus zur Sprachanalyse. Je mehr Informationen in den Algorithmus einfließen, desto leistungsfähiger wird die Software (Yoffie et al. 2018). Die *Siri*-Kurzbefehle können von Patient:innen und Nutzer:innen u. a. genutzt werden, um tägliche Gewohnheiten wie Flüssigkeitsaufnahme und Hygiene zu verfolgen, zu analysieren und darauf basierend Empfehlungen einzuholen (Apple 01.03.2019).

SAMSUNG hat 2020 einen KI-gestützten digitalen Avatar entwickelt, den es als „artificial human“ bezeichnet. Das Unternehmen gibt an, dass der Avatar Gespräche fühlen und mitfühlen kann – wie echte Menschen. Die dazugehörige KI nennt sich

NEON und wurde von der *Samsung*-Abspaltung *Start Labs* entwickelt. Das Unternehmen zeigt Interesse am Einsatz solcher Avatare als Dienstleister:innen im Gesundheitsbereich (Lever 2020).

GOOGLE / ALPHABET

Google Assistant
Google Duplex
Covid-19-Pathfinder
Google Nest

APPLE

Apple Siri

SAMSUNG

Artificial Human
NEON

55 Schätzungen zufolge haben 20 Mio. US-Haushalte mehr als einen *Amazon Echo* (Stand Juni 2021) (Bishop 2021a).

TENCENTBabylon
Chatbot

TENCENT kooperiert mit *Babylon Health*⁵⁶, um den *Babylon Chatbot*, einen KI-gestützten virtuellen Assistenten, innerhalb der *Babylon Health App* bereitzustellen (Choueiri et al. 2020, S. 6). Laut *Babylon Health* kann der *Chatbot* die meisten

Gesundheitsprobleme ähnlich gut wie ein:e Hausärzt:in erkennen. Die Patient:innen und Nutzer:innen werden mit möglichen Diagnosen versorgt, woraufhin je nach Bedarf weitere Schritte eingeleitet werden können (Babylon Health 2021).

Virtuelle Assistenzsysteme und digitale Avatare bieten Tech-Giganten die Möglichkeit zur umfassenden Sammlung gesundheitsrelevanter Daten aus dem Alltag. Gerade Sprachassistentensysteme im häuslichen Umfeld, die mit zahlreichen externen Anbieter:innen vernetzt sind, ermöglichen eine Vielzahl KI-basierter Dienstleistungen, die sich ebenso wie die Wearables und Apps bislang vorrangig auf den Lifestyle- und Präventionsbereich beziehen. Digitale Assistenzsysteme eröffnen von einer medizinischen Erstberatung über die Empfehlung und Bestellung von Medikamenten bis hin zur Unterstützung bei der häuslichen Nachsorge ein facettenreiches Spektrum gesundheitsrelevanter Angebote.

Das globale Marktvolumen für virtuelle Assistent:innen lag 2020 bei 5,82 Mrd. US-Dollar mit einer antizipierten Wachstumsrate von 28,5 Prozent von 2021 bis 2028 (Grand View Research 2021), was einem prognostizierten Marktvolumen von 51,9 Mrd. US-Dollar in 2028 entspräche. Die Anzahl genutzter digitaler Sprachassistent:innen bis 2024 wird auf 8,4 Mrd. Einheiten geschätzt und überstiege damit die Weltbevölkerung (Business Wire 2020; Moar und Escherich 2021). Hierzulande wurden Sprachassistent:innen im Jahr 2019 von etwa jeder dritten Person genutzt (FAZ 2019), 2020 waren es schon knapp die Hälfte (Gehm 2020).

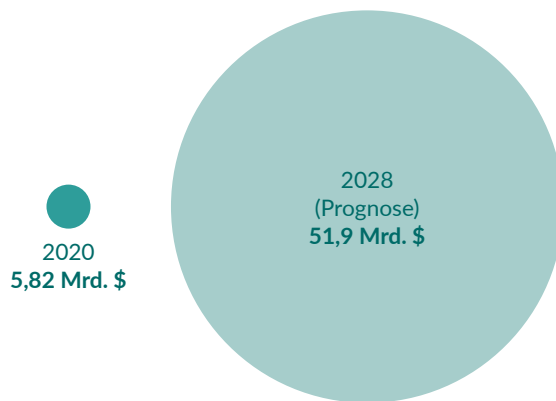


ABBILDUNG 8: Globales Marktvolumen für virtuelle Assistent:innen

Quelle: eigene Darstellung, Daten: Grand View Research 2021, Bertelsmann Stiftung

⁵⁶ *Babylon Health* ist ein britisches Start-up im Bereich der digitalen Gesundheit. Mithilfe von KI will es, nach Eingabe von Daten, Erkrankungen erkennen und Gesundheitszustände und Implikationen daraus errechnen (Sturman 2020). Die erste Kooperation zwischen *Babylon Health* und *Tencent* erfolgte 2018. *Tencent* bot *Babylon Health* die Möglichkeit, seine KI auf *WeChat* einzusetzen. Dabei wurden keine Lizenzvereinbarungen zu den Daten der Nutzer:innen getroffen (Ram 2018). 2021 wurde bekannt, dass *Babylon Health* und *Tencent* die Zusammenarbeit nach Anteilsstreitigkeiten beendet haben (Thomson 2021).

3.2.3

AUGMENTED REALITY (AR) UND VIRTUAL REALITY (VR)

Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) werden als „computergenerierte Wirklichkeit[en]“ (Angerer et al. 2019, S.12) verstanden. Apples CEO Tim Cook stellt den Bereich der Augmented und Virtual Reality als einen der wichtigsten zukünftigen Schwerpunkte für den Tech-Giganten heraus, wenn er erklärt, dass Augmented Reality (AR) „Apples Next Big Thing“ werde (Köbe 2020).⁵⁷ Im Unterschied zu den bereits dargestellten Anwendungen sind Beispiele in diesem Bereich noch rar.

SAMSUNG bietet als Virtual Reality-Lösung das *Samsung Gear VR Headset* an. In einem Projekt mit *IrisVision* wurde für das Headset ein Softwareprogramm entwickelt, das fehlende Gesichtsfelder von an altersbedingter Makuladegeneration erkrankten Menschen substituieren und damit laut Aussage des Unternehmens entscheidend dazu beitragen kann,

dass die Selbstständigkeit älterer Menschen verbessert wird. In einer Partnerschaft mit dem Cedars-Sinai Medical Center in Los Angeles und *appliedVR* wird das *Samsung Gear VR Headset* zu Forschungszwecken verwendet; 2018 wurde eine randomisierte Studie mit 120 Patient:innen abgeschlossen, die unter akuten Schmerzen litten (Rhew 2018).

SAMSUNG
Samsung Gear
VR Headset

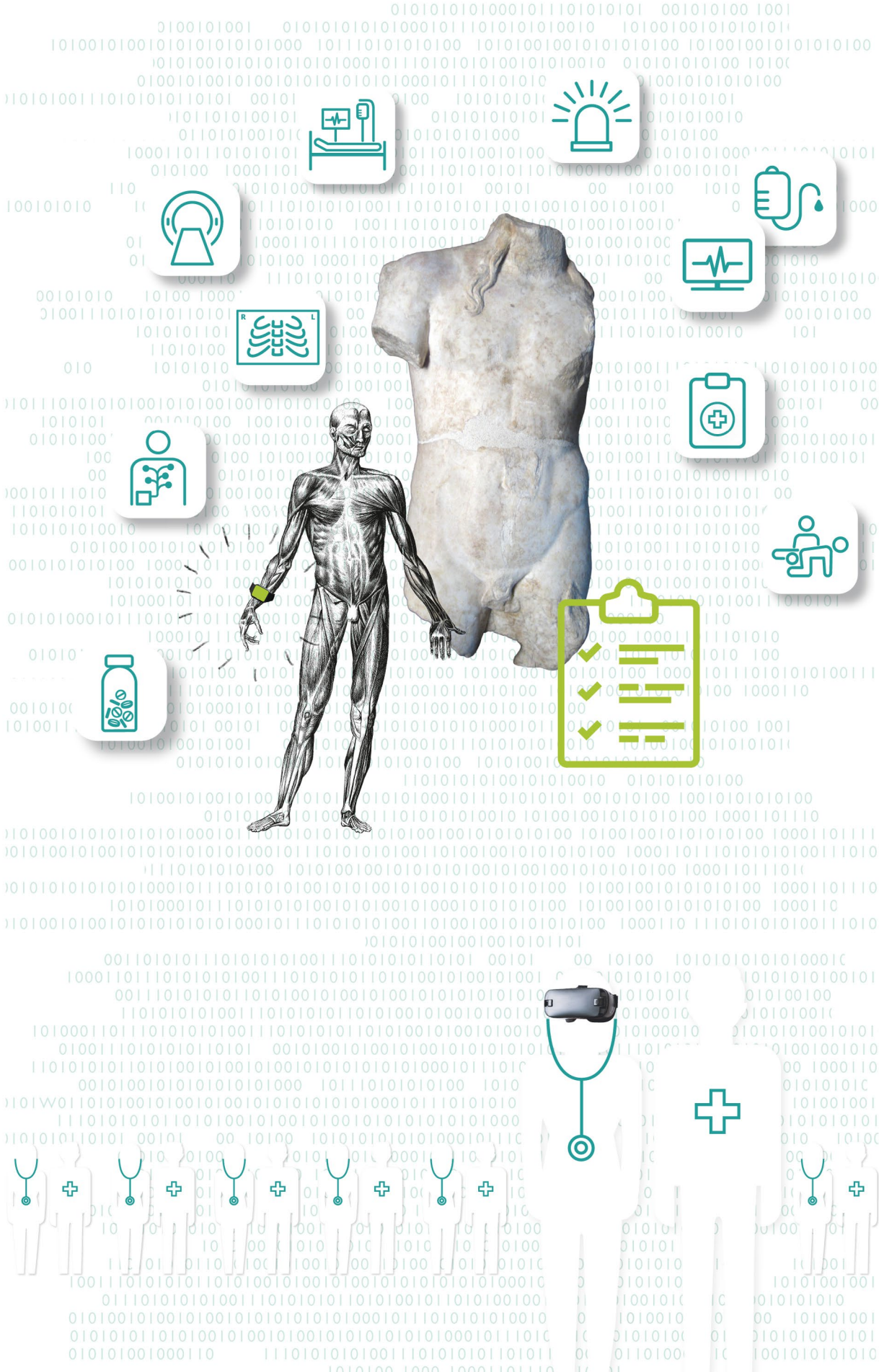
Augmented Reality (AR)- und Virtual Reality (VR)-Produkte werden für Patient:innen und Nutzer:innen bislang nur vereinzelt angeboten.

3.2.4

ZUSAMMENFASSUNG

Tech-Giganten bieten Patient:innen und Nutzer:innen ein ganzes Universum gesundheitsrelevanter Produkte und Dienstleistungen an. Im Vordergrund stehen Wearables, Apps sowie virtuelle Sprachassistentensysteme. Die meisten beziehen sich auf die Bereiche Wellness, Lifestyle und Prävention. Sie zeichnen sich durch die Sammlung und Verarbeitung einer riesengroßen Menge digitaler Daten aus unterschiedlichen Lebensbereichen aus und sind meist mit KI-Anwendungen verbunden. Sie unterstützen Patient:innen und Nutzer:innen etwa bei der Beschaffung von Gesundheitsinformationen, der Vernetzung mit Dienstleister:innen, der Erhebung von Vitalparametern und im Behandlungsverlauf. Es fällt auf, dass insbesondere asiatische Tech-Giganten mit ihren Anwendungen über die Verknüpfung der Datenerhebung mit etlichen Funktionen des Alltagslebens bis hin zu Bezahlfunktionen eine Überwachung und Steuerung des Verhaltens einschließlich des Zugangs zu öffentlichen Bereichen verfolgen. Tech-Giganten haben mit diesem breiten Spektrum an Angeboten und ihrer erheblichen Marktdurchdringung das Potenzial, das Bewusstsein der Nutzer:innen in der täglichen Lebensführung auf die Erhaltung und Förderung der Gesundheit zu lenken und die Bedeutung von Prävention zu vergrößern. Die damit einhergehenden ethischen Fragestellungen werden in Kapitel → 4 diskutiert.

⁵⁷ Konkretere Hinweise auf zukünftig geplante Apple-Produkte gebe es dabei bislang nicht (Köbe 2020).



3.3 TECHNOLOGIEN FÜR PERSONEN IN GESUNDHEITSBERUFEN

Dieses Kapitel konzentriert sich auf Technologien und Anwendungen für Personen in Gesundheitsberufen. Zu ihnen zählen alle Angehörigen von Heilberufen wie pflegerisches und ärztliches Personal, Psychotherapeut:innen, Physio-, Ergo-, Musik- und Kunsttherapeut:innen, Ökotropholog:innen, Rettungspersonal sowie viele weitere mehr.

3.3.1 WEARABLES UND APPS

Einige grundsätzliche Anmerkungen zu Wearables und Apps im Gesundheitswesen finden sich bereits in Kapitel →3.2. Im Folgenden werden beispielhaft Angebote der Tech-Giganten für Gesundheitsberufe dargestellt.

GOOGLEs Unternehmensabteiler *DeepMind Health* hat u. a. die medizinische KI-basierte Smartphone-App *Streams* entwickelt. Diese informiert medizinisches Personal in Echtzeit über die gesundheitliche Verfassung von Patient:innen, indem sie App-basiert Testergebnisse bewertet, etwa bei akuter Niereninsuffizienz (DeepMind 31.07.2019) (vgl. Kapitel →3.4.9).

Google Health entwickelte mit Augenärzt:innen eine KI-gestützte Anwendung in der bildgebenden Diagnostik (*Automated Retinal Disease Assessment, ARDA*), die eine Auswertung retinaler Fundus-Fotographien bei an diabetischer Retinopathie erkrankten Patient:innen unterstützt (Google Health o. A. e; Gulshan et al. 2016).

Googles Suchmaschine *Health Search* wird entwickelt, um Gesundheitsinformationen in Electronic Health Records (EHR) und anderen Datenquellen von Patient:innen wie *Fitbits* für medizinisches Personal leicht und strukturiert zugänglich und durch-

suchbar zu machen. Letztlich soll das Tool auch Patient:innen zur Verfügung gestellt werden. Damit sollen der medizinische Fortschritt gefördert, die Prävention gestärkt und die Lebenserwartung erhöht werden (Rawal 2020; Google Health o. A. b).

The Medical Google / iSearch Science ist eine App des US-amerikanischen Softwareunternehmens *Best Surgical Education, LLC.*, die *Googles* Suchmaschine *Search* mit natürlichsprachiger KI verknüpft, um die derzeitigen Erkenntnisse zu einem Thema oder einer klinischen Frage zu ermitteln. So wird ein breiteres Ergebnisspektrum durch automatisches Hinzufügen von Suchbegriffen je nach Art der Suche erzielt. Die App unterstützt die Suchenden u. a. dabei, die aktuellsten und relevantesten wissenschaftlichen Studien zu identifizieren (Best Surgical Education 2021, 2020).

Beim *Care Studio* von *Google* handelt es sich um eine mit dem US-amerikanischen Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)⁵⁸-konforme

GOOGLE / ALPHABET

Streams

Automated Retinal Disease Assessment

Google Health Search

The Medical Google / iSearch Science

Care Studio

58 Gesetz vom 21.8.1996, Pub.L. 104–191 u. a. mit Regeln zum Datenschutz (Privacy Rule), die in 45 CFR 160, 162 und 164 niedergelegt sind.

Software, die Daten aus der Gesundheitsversorgung ordnen soll, um Personen in Gesundheitsberufen zu entlasten. Diese können mit der Software beispielsweise spezifische Informationen in Gesundheitsakten schneller finden oder aufbereitete Übersich-

ten mit Informationen zu bestimmten Patient:innen sich anzeigen lassen. Zudem gibt es eine *Care-Studio-App*, mit der Nutzer:innen sämtliche Informationen über das Smartphone einsehen können (Google Health o. A. a).

PHILIPS

Philips HealthSuite

Philips eCare-Coordinator

Philips HeartModel

Philips Dynamic HeartModel

PHILIPS HealthSuite umfasst den App-basierten *Philips eCareCoordinator*, mit dessen Hilfe das Personal in der ambulanten Versorgung auf Gesundheitsdaten von Patient:innen in Echtzeit zugreifen kann, sodass sich beispielsweise Therapiemaßnahmen anpassen lassen (Philips 2021d) (vgl. Kapitel → 3.2).

Philips HeartModel sowie die Nachfolgerin *Dynamic HeartModel* sind klinische Anwendungen, die es Kardiolog:innen ermöglichen, Herzfunktionen zu beurteilen, die für die Diagnose und Behandlung von Patient:innen mit kardiovaskulären Erkrankungen relevant sind. Mithilfe der 3D-Speckle-Technologie können einzelne Bilder über den ganzen Herzzyklus hinweg nachverfolgt werden, und zusätzliche

Messungen etwa der Muskelmasse können die Sicherheit der Diagnose und Einschätzung der Funktionsweise erhöhen (Philips 2021a, 2018a).

Philips bietet klinische Online-Seminare rund um das Thema der Behandlung von Covid-19 an, die auf Englisch verfügbar sind und sich an Ärzt:innen sowie das Personal der Krankenhausverwaltung richten. Im *Covid-19-Online-Portal* findet medizinisches Fachpersonal zudem begleitende Materialien und Informationen (z. B. Videos zur fachgerechten Desinfektion) oder Dienstleistungslösungen für die Behandlung von Covid-19-Patient:innen (Philips 2021h).

SIEMENS

AI-Rad Companion

AI-Pathway Companion

Mitral View Educational App

Siemens Syngo.via

Siemens Healthineers Teamplay Digital Platform Connect

Digital Ecosystem

Healthcare Provider Directory

Electronic Health Record

Terminology Server

Adaptor Set

Naeotom Alpha

SIEMENS hat zahlreiche KI-basierte Lösungen entwickelt, die komplexe Verfahren automatisieren sollen, um Gesundheitsfachkräfte zu unterstützen. Dazu gehört der *AI-Rad Companion*, eine Cloud-basierte Lösung zur Unterstützung von Routinetätigkeiten in der medizinischen Bildgebung (Siemens Healthineers 2021b). Eine weitere digitale Lösung ist der *AI-Pathway Companion*, mit dessen Hilfe krankheitsspezifische Behandlungspfade optimiert werden sollen (Siemens Healthineers 2021a).

Siemens und das US-amerikanische Unternehmen *Abbott*⁵⁹ entwickelten die *Mitral View Educational App* zum Einsatz in der Kardiologie und -chirurgie. Die Anwendung soll Ärzt:innen, die während Mitralklappen-OPs die Darstellung des Herzens mittels 3D TEE (Ultraschalldiagnostik) umsetzen, dabei unterstützen, verschiedene Positionen und Winkel

besser zu erfassen. Die App ermöglicht Ansichten einer normalen Mitralklappe sowie einer primären und einer sekundären Mitralklappeninsuffizienz (Siemens Healthineers 2021i, 2021c).

Siemens Syngo.via, eine intelligente Software, die Werkzeuge für die Radiologie bereitstellt, soll den Prozess der Bildbeurteilung und des Berichtens in Fachbereichen, wie etwa der Pneumologie und Kardiologie, unterstützen. *Syngo.via OpenApps* ist eine in *Syngo.via* implementierte Plattform für innovative klinische Apps von *Siemens Healthineers* und Partner:innen (Siemens Healthineers 2021s, 2021t).

Siemens Healthineers Teamplay Digital Platform Connect dient der abteilungs- und einrichtungsübergreifenden Vernetzung und dem Informationsaustausch von Akteur:innen des Gesundheitswesens

59 Das Unternehmen *Abbott* setzt seinen Fokus auf Gesundheitstechnologien sowie die frühzeitige Erkennung globaler Gesundheitstrends. Weitere Schwerpunkte sind Gesundheitsdiagnostik, Herz- und Gefäßtherapie, Medizintechnik, Diabetesmanagement, medizinische Ernährung und die Entwicklung von Generika (Abbott 2021).

wie etwa Gesundheitsversorger:innen unter Einhaltung internationaler Sicherheitsstandards. Im Fokus steht insbesondere eine Elektronische Gesundheitsakte (EHR). Weiterhin bietet die Plattform Zugriff auf KI-gestützte Anwendungen zur Unterstützung der gesundheitsbezogenen Entscheidungsfindung. Auch Patient:innen soll der Zugriff auf die persönlichen medizinischen und klinischen Daten ermöglicht werden. Die Plattform ist Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen *Siemens Healthineers* und *IBM*, wobei die Kontrolle über das Patient:innenregister bei *Siemens Healthineers* liegt und die Organisation des Dokumentenindex bei *IBM*. Die Plattform soll auch für Drittanbieter und deren Anwendungen geöffnet werden (Siemens Healthineers 2021u; Siemens Healthineers und IBM 08.12.2020).

Siemens Healthineers Digital Ecosystem ist ein Projekt, bei dem medizinische Daten auf einer Cloud-basierten Plattform zusammengeführt werden und ein wachsendes Netzwerk entstehen soll – u. a. von Leistungserbringer:innen, Kostenträger:innen, Patient:innen und Partner:innen von Siemens –, um Therapie- und Diagnostikabläufe zu optimieren (Siemens Healthineers 2021g; Pfannstiel et al. 2020, S. 100).

Siemens Healthineers entwickelt zahlreiche weitere eHealth Solutions. Dazu gehören das *Healthcare Provider Directory (HPD)*, ein *Electronic Health Record (EHR)*, ein *Terminology Server (TS)* und ein *Adaptor Set (AS)* zur Verknüpfung standardisierter Gesundheitsnetzwerke (Siemens Healthineers 2021i). Die *Elektronische Gesundheitsakte (EHR)* von *Siemens Healthineers* kann von Gesundheitsdienstleister:innen oder Unternehmen als Plattform genutzt werden und ist ein Service für den patient:innenbezogenen Datenaustausch. Die Patient:innen verfügen über einen eigenen Zugang zur *EHR* (Siemens Healthineers 2021i).

Siemens Healthineers entwickelte den ersten quantenzählenden Computertomographen für den klinischen Anwendungsbereich, wofür die leitenden Mitarbeiter:innen für den Deutschen Zukunftspreis nominiert wurden (Siemens Healthineers 2021x). Die Technologie ermöglicht immense Verbesserungen, wie etwa ultrahochauflösende Scans und eine niedrigere Strahlenbelastung. Ende 2021 präsentierte der Tech-Gigant *Naotom Alpha* den weltweit ersten quantenzählenden CT-Scanner, der in den USA und Europa zugelassen wurde (Siemens Healthineers 2021y).

SAPs *Betten-Management@SAP* unterstützt die Koordinierung von Krankenhausbetten in Echtzeit und trägt damit auch zu einer optimierten Verteilung von Krankentransporten und intensivmedizinischen Ressourcen in der Covid-19-Pandemie bei. Die Koordination wird durch eine „interaktive Landkarte (Geomap)“ unterstützt (SAP 25.06.2020).

SAPs Connected Health Platform (vormals *SAP Foundation for Health*), basierend auf der *SAP HANA Cloud*, unterstützt verschiedene Anwendungen in der Präzisionsmedizin und der Forschung. Große Datenmengen aus unterschiedlichen Quellen können in einem System verarbeitet und analysiert werden (Zablocka 2017).

SAP

Betten-Management@SAP

SAP Connected Health Platform

HUAWEI *Cloud* stellt verschiedene KI-basierte Dienste in der Covid-19-Pandemie bereit. Dazu gehört etwa ein Screening-Dienst, der Gesundheitspersonal bei der Beurteilung von CT-Bildern der Lunge unterstützen kann, indem er die Lungenläsionen automatisch segmentiert und das Läsionsvolumen misst (Huawei Cloud 2021b).

HUAWEI

Huawei Cloud
KI-basierte Anwendungen

Wearables und Apps, die Tech-Giganten für Personen in Gesundheitsberufen anbieten, richten sich bislang vor allem auf den Zugang zu Patient:innendaten, die Überwachung krankheitsrelevanter Parameter, auf Diagnostik (hier insbesondere in der KI-gestützten Bildanalyse) sowie Behandlungsempfehlungen und die Zusammenstellung effizienter Behandlungspfade. Speicher- und Analyseplattformen eröffnen den Zugang zum krankheitsbezogenen wissenschaftlichen Sachstand und zu großen Datensätzen, anhand derer eigene Anwendungen entwickelt werden können. Auch die Vernetzung der unterschiedlichen Akteur:innen in der Gesundheitsversorgung wird durch Apps gefördert und Versorgungsprozesse werden optimiert.

3.3.2

VIRTUELLE ASSISTENZSYSTEME UND DIGITALE AVATARE

Einige grundsätzliche Ausführungen zu virtuellen Assistenzsystemen und digitalen Avataren im Gesundheitswesen finden sich bereits in Kapitel →3.2. Im Folgenden werden ausgewählte Aktivitäten der Tech-Giganten in diesem Bereich für Personen in Gesundheitsberufen dargestellt.

AMAZON

Amazon Alexa

AMAZONs Sprachassistentin *Alexa* übernimmt im *Smart Hospital Room Pilot Project* am Los Angeles' Cedars-Sinai Health Centre in Probeszenarien Aufgaben, bei denen Patient:innen und medizinisches Personal beispielsweise TV und Anrufe fernsteuern können (Meskó et al. 2020, S. 37). Zudem werden

im *Smart Hospital Room Project* die Zimmer von an Covid-19 erkrankten Patient:innen von *Northwell Health* mit *Amazon Echo Shows* zur Fern-Videoüberwachung ausgestattet (Meskó et al. 2020, S. 38) (vgl. Kapitel →3.2).

IBM

IBM Watson Health

Watson Assistant

IBM Medical Sieve

IBM bietet unter dem Label *Watson Health* ein ganzes Ökosystem an Technologien, Anwendungen und Beratung an, die unterschiedliche Akteur:innen im Gesundheitswesen dabei unterstützen sollen, Gesundheitsversorgung besser und effizienter sowie Organisationen resilienter zu machen. Dazu gehören etwa *IBM Watson for Genomics*, *IBM Watson Oncology*, *IBM Watson for Drug Discovery*, *Watson Care Manager* und *Watson Assistant* (IBM 2021h).

IBMs Chatbot Watson Assistant kann neben zahlreichen Funktionen u. a. genutzt werden als Antwortautomatisierung etwa hinsichtlich der Fragen von Gesundheitseinrichtungen zur Covid-19-Pandemie. Der Assistent ist KI-basiert und nutzt vertrauenswürdige Informationsquellen, um auf pandemiebezogene Fragen, wie beispielsweise zu staatlicher Unterstützung und Informationen zu Covid-19-Symptomen,

antworten zu können. Diese Antworten können personalisiert, z. B. standortbezogen, kuratiert werden (IBM 2020b; Jones 2020). *Watson Assistant* ist während der Covid-19-Pandemie in mindestens 22 Ländern etabliert worden – darunter finden sich u. a. das Polish Ministry of Health und die Stadt Austin (Meskó et al. 2020, S. 37–38).

IBMs Medical Sieve ist ein Projekt, in dem ein kognitives klinisches Assistenzsystem für die Radiologie entwickelt wird. Das System nutzt umfangreiche Datensätze aus Bildaufnahmen und Texten, um Anomalien zu entdecken. Der diagnostische Prozess anhand von bildgebenden Verfahren wird durch eine Zusammenfassung der Patientenakte – und damit vom klinischen Kontext – unterstützt, erstellt von der *IBM Watson Patient Imaging Synopsis*. Die Kernidee von Systemen wie dem *IBM Medical Sieve*

ist, Ärzt:innen im klinischen Alltag bei der Diagnostik und einer maßgeschneiderten Behandlung von Patient:innen zu unterstützen. Zudem soll eine Ent-

lastung bei häufig sich wiederholenden Tätigkeiten wie der Analyse bildgebenden Materials geboten werden (IBM 2021e; Kohn et al. 2014).

INTEL und **IBM** haben neben weiteren Unternehmen (z. B. *Kaiser Permanente*) Partnerschaften mit *Intelligent Digital Avatars Inc. (iDAvatars)*, einem Start-up, das einen Avatar namens „Sophie“ entwickelt hat (Dill 2018). Der nach Angabe des Start-ups menschlich anmutende Avatar soll Gesundheitsakten evaluieren und Interaktionen aufzeichnen. *Bayer*

HealthCare setzt ihn beispielsweise im Schmerzmanagement ein (Dickinson 2015). Mit einem weiteren Avatar, *Holly* – der von *CodeBaby*, einem Unternehmen, das *iDAvatars* 2016 erwarb und dessen Software auf *IBMs Watson* basiert –, können Patient:innen einen Gesundheits-Check-in durchführen (Dill 2018; CodeBaby 2020, 2021).

INTEL

Sophie
Holly

GOOGLE kooperiert mit *Suki AI, Inc.*, indem es die KI- und sprachbasierte digitale Assistentin *Suki* innerhalb der *Google Cloud* implementiert. *Suki* soll die Gesundheitsfachkräfte von Verwaltungsaufgaben entlasten, wodurch sich die Dokumentation von Gesundheitsdaten laut *Google* um 76 Prozent beschleunigen lässt. Sie versteht natürliche Sprache und erledigt Aufgaben wie die Erstellung von Notizen und das Abrufen von Informationen aus elektronischen Gesundheitsakten (Google Cloud 2021c; Suki AI 2019).

Google Glass ist ein Wearable, das als virtuelles Assistenzsystem in diversen Bereichen angewendet wird, darunter auch im Gesundheitsbereich mit *Sutter Health* (*Google Glass* o. A.; Sutter Health 2021). Mithilfe der *Google Glass* sollen Ärzt:innen weniger Zeit für Dokumentation aufwenden müssen, wodurch sie mehr Zeit für die Betreuung von Patient:innen haben sollen. Ermöglicht wird dies in einer weiteren Zusammenarbeit von *Sutter Health* mit der Dokumentationsplattform *Augmedix* (Sutter Health 2020).

GOOGLE / ALPHABET

Suki
Google Glass

MICROSOFTs (*Azure*) *Health Bot Service*, eine Cloud-basierte Plattform, soll virtuelle Assistenten und Chatbots integrieren helfen. Der Service richtet sich an Organisationen und Einrichtungen im Gesundheitswesen, wie etwa medizinische Einrichtungen, Pharmaunternehmen und Krankenversicherungen und soll helfen, Informationen und Dienste zu vermitteln. Durch eine gesprächsorientierte Struktur, die KI mit natürlichsprachigen Fähigkeiten verknüpft, soll Patient:innen und Nutzer:innen ein Zugang zu evidenzbasierten gesundheitsrelevanten

Leistungen und Informationen ermöglicht werden (Microsoft 2021c; Microsoft Research 2021a). Mit Blick auf die Covid-19-Pandemie wird der Service etwa in Gesundheitsunternehmen und -organisationen verwendet, wie u. a. dem Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Providence*, *Novant Health* oder *Virginia Mason Health System*, um Nutzer:innen Informationen zur Erkrankung zu geben, Symptome einzuschätzen und mögliche weitere Schritte zu empfehlen (Microsoft 10.04.2020).

MICROSOFT

Microsoft
(Azure) Health Bot Service

SONYs smarte digitale Bildgebungsplattform *NUCLEUS* fasst Videoinhalte innerhalb eines Krankenhausnetzwerkes in einer hohen Auflösung zusammen und erlaubt dem Gesundheitspersonal, 4K-, HD-, SD- und 3D-Videoinhalte zu verwalten,

systemübergreifend zu nutzen und zu speichern. Dadurch sollen Zeit gespart und Arbeitsabläufe verbessert werden. Mit *NUCLEUS* kann der gesamte Prozess des medizinischen Bildgebungsablaufs in Operationssälen erweitert werden, um moderne

SONY

Sony NUCLeUS

chirurgische Verfahren zu unterstützen. Es erlaubt Chirurg:innen, ortsunabhängig Bild- und Filmmaterial mit Kolleg:innen zu teilen und zu diskutieren, und es ermöglicht zudem, komplizierte Operationsdetails in Vorlesungssälen und Lehrveranstaltungen in Echtzeit auszustrahlen, wie es z. B. im britischen Alder Hey Children's Hospital

in Liverpool bereits im Einsatz ist. Im niederländischen Krankenhaus St. Jansdal Hospital wird Sonys *NUCLeUS* angewandt und spart dem operierenden Personal Zeit, ermöglicht Fernkonsultationen sowie eine effiziente Vernetzung und Nutzung der Ausstattung (Meskó et al. 2020, S. 54–55).

NVIDIA

Digital Human Creation

NVIDIA forscht an Technologien, mit denen die KI-gestützte „digital human creation“ verbessert und beschleunigt werden soll. **NVIDIA** nutzt dafür u. a. NLP-Technologien wie *Ensemble Health AI*, um Gespräche zwischen echten und digitalen Menschen zu konstruieren. **NVIDIA** sieht

ein großes Potenzial von KI-gestützten digitalen Assistenten im Gesundheitsbereich u. a. für Ärzt:innen, die dadurch Versorgungsszenarien wie etwa Operationsprozeduren beliebig oft durchspielen können (Yuen 2021).

PHILIPS

Digital Twin Technology
Adaptive Intelligence

PHILIPS arbeitet an digitalen Zwillingen (*Digital Twin Technology*), die KI-gestützt entwickelt werden (vgl. Kapitel → 3.5). Das Unternehmen bezeichnet dies jedoch in dem Zusammenhang als „adaptive intelligence“ und betont, dass das menschliche Wissen und die Beurteilungsfähigkeit beim Einsatz dieser Technologie weiterhin als maßgeblich zu betrachten seien (Philips 2018c). *Philips* hat dazu beispielsweise ein Avatar-basiertes Tool für das

Patient:innen-Monitoring entwickelt, das u. a. mit einem *Google Glass Headset* getestet wurde, in dem ein Avatar im Randbereich Vitaldaten von Patient:innen während einer Operation anzeigt. Dabei werden bestimmte Farbtöne eingesetzt, aus denen die operierende Person klinische Informationen entnehmen soll, ohne genaue numerische Angaben erkennen zu müssen (Pfarr et al. 2019).

ALIBABA

ET Medical Brain
Doctor You
DAMO Academy

ALIBABA Cloud führte im März 2017 den Service *ET Medical Brain* ein, der als virtueller Assistent Gesundheitsfachkräfte unterstützen soll, etwa durch KI-basierte Tumordiagnostik in der medizinischen Bildgebung.

Ein weiterer Dienst ist das Diagnostiksystem *Doctor You*, das in der Krebsfrüherkennung eingesetzt wird (Bajpai 2017).

Alibabas Forschungsinstitut *DAMO Academy* entwickelte Anfang 2020 ein KI-fähiges System, das Covid-19-Erkrankungen innerhalb von 20 Sekunden mit einer Genauigkeit von 96 Prozent diagnostizieren soll. Mithilfe von CT-Scans der Lunge soll es eine Infektion mit dem Virus erkennen. Der Deep-Learning-Algorithmus sei von mehr als 5.000 bestätigten Covid-19-Fällen trainiert worden (Li 2020).

TENCENT

AI Medical Innovation System
Tencent Miying

TENCENT gründete in Zusammenarbeit mit der chinesischen Regierung das *AI Medical Innovation System (AIMIS)*, einen KI-gestützten Dienst für die medizinische Bildgebung. So werden Gewebeauf-

nahmen von Patient:innen in die KI eingegeben, die laut *Tencent* in weniger als vier Sekunden feststellt, ob das Gewebe auffällig ist. Dabei werde eine diagnostische Genauigkeit von 90 Prozent bei

Speiseröhrenkrebs, von 95 Prozent bei Sarkoidose der Lunge und von 97 Prozent bei diabetischer Retinopathie erreicht, wodurch Ärzt:innen unterstützt werden sollen, korrekte Diagnosen zu stellen (The Medical Futurist 2019; Meskó et al. 2020, S. 61).

Das Produkt *Tencent Miying* des *Tencent Youtu Lab* soll in mehr als 100 chinesischen Kliniken die onkologische Diagnostik etlicher Fachbereiche unterstützen, die Arbeitsbelastung des medizinischen Personals reduzieren und die Präzision der Krankheitserkennung steigern (Tencent 2019).

Virtuelle Assistenzsysteme werden von Tech-Giganten auch für Gesundheitsberufe angeboten. Sie dienen vor allem der Optimierung aller Schritte im Behandlungsverlauf, der Effizienzsteigerung bei Routinetätigkeiten, der Reduzierung von Verwaltungsaufwand und der Resilienz von Gesundheitsorganisationen.

3.3.3 AUGMENTED REALITY (AR) UND VIRTUAL REALITY (VR)

Einige grundsätzliche Betrachtungen zu Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) im Gesundheitswesen wurden bereits in Kapitel → 3.2 vorgestellt. Im Folgenden werden ausgewählte Aktivitäten der Tech-Giganten in diesem Bereich für Personen in Gesundheitsberufen dargestellt.

META (vormals *Facebook*) bietet im Gaming-Bereich die Virtual Reality (VR)-Brille *Oculus Quest* an.⁶⁰ In einer ersten Kollaboration mit dem US-amerikanischen Children's Hospital Los Angeles (CHLA) soll sie in nachgestellten Trainingsszenarien seltener,

aber lebensbedrohlicher Szenarien insbesondere in der Pädiatrie angewandt werden, um ärztliches Personal und Medizinstudierende im Umgang mit Notfällen zu schulen (Kohlhagen 2019, S. 53; Oculus 2018).

META
(vormals
Facebook)
Oculus Quest

MICROSOFT bietet Augmented Reality (AR) mit seiner Brille *HoloLens* an (Kohlhagen 2019, S. 53; Meskó et al. 2020, S. 29). Das Unternehmen nennt als Einsatzfelder im Gesundheitsbereich Anwendungen wie „Echtzeit-Ultraschallsimulationen in verschiedenen Körperteilen, Geburtenvorbereitungen mittels lernender 3D-Hologramme, virtuelles Training von Herzoperationen oder der Umgang mit virtuellen Patienten“ (Kohlhagen 2019, S. 53).

HoloLens wird bereits in einer Kollaboration mit der US-amerikanischen Case Western University angewandt, während in Kooperationen mit beispielsweise *CAE Healthcare* und *Medivis* Softwareanwendungen für die *HoloLens* entwickelt werden (Meskó et al. 2020, S. 29).

MICROSOFT
HoloLens

⁶⁰ Im Dezember 2020 leitete das deutsche Bundeskartellamt ein Verfahren gegen *Facebook* ein, um die im Oktober 2020 eingeführte Regel zu überprüfen, wonach die Brille nur nach Verknüpfung mit einem *facebook*-Konto funktioniert (BKartA 10.12.2020).

PHILIPS

Ambient Experience for Healthcare Project

PHILIPS *Ambient Experience for Healthcare Project* ist das Ergebnis intensiver Forschung im Design Thinking und ermöglicht in mehr als 1.000 Projekten durch einrichtungsspezifische Lösungen für Raum-Design (z. B. dynamische Beleuchtung,

Farben, Klänge) eine höhere Zufriedenheit von Patient:innen und Mitarbeiter:innen sowie eine Effizienzsteigerung der Arbeitsabläufe (Philips o. A. b).

Technologien der Tech-Giganten im Bereich der Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) werden derzeit vor allem zu Bildungs- und Schulungszwecken von (angehenden) Mediziner:innen angewandt.

3.3.4 ZUSAMMENFASSUNG

Die Angehörigen der Gesundheitsberufe müssen zunehmend mit großen Datensätzen umgehen. Auf deren Grundlage unterstützen KI-basierte Anwendungen u. a. die medizinische Entscheidungsfindung, die Optimierung des Behandlungsverlaufs und den Wissens- und Datenaustausch zwischen den Beteiligten des Gesundheitswesens. So können sie zu einer Verbesserung der Versorgungsqualität und gleichzeitig zur Entlastung der Angehörigen der Gesundheitsberufe beitragen.

Um diese Ziele zu erreichen, bedarf das Personal zunehmend digitaler Kompetenzen. Die wachsende Vernetzung und technologische Transformation der Gesundheitsversorgung führen zu einer neuen Verteilung von Verantwortung und zu neuen Profilen in den Gesundheitsberufen. Die damit einhergehenden ethischen Fragen werden in Kapitel →4 diskutiert.



3.4 VERSORGUNGSSYSTEM

Im Folgenden geht es um die Aktivitäten der Tech-Giganten, die die Gesundheitsversorgung in systemischer Hinsicht betreffen und damit geeignet sind, das Gesundheitssystem als solches zu transformieren.⁶¹

3.4.1 HEALTHCARE CLOUD COMPUTING

Die gegenwärtige Generierung gesundheitsbezogener Daten zeichnet sich durch eine extreme Geschwindigkeit, ein stetig wachsendes Volumen und eine hohe Komplexität aus (Sha M und Parveen Rahamathulla 2020). Das Cloud Computing dient dazu, diese großen Datensätze zu organisieren und zu verwalten, um dadurch letztlich die Gesundheitsversorgung zu verbessern. Clouds bestehen infrastrukturell aus Komponenten der Datenaufnahme, -speicherung und -verarbeitung (ebd., S. 1015-1017). Cloud-Angebote umfassen u. a. „storage“ (Datenspeicherung), „infrastructure“ (Rechenleistung), „software“ (Programme), „platform“ (Betriebssysteme mit Anwendungen) und „analytics“ (Auswertung)“ (Weichert 2018, S. 36).

Cloud-basierte Programme, die in der Gesundheitsversorgung angewandt werden, müssen im Einklang mit länderspezifischen Regulierungen stehen, wie etwa der Europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) oder dem Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) in den USA, um die sensiblen Gesundheitsdaten von Patient:innen zu schützen. Es existieren zahl-

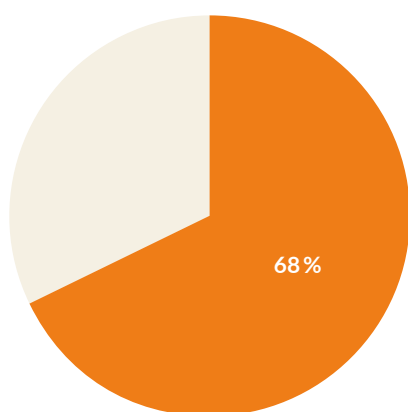


ABBILDUNG 9: Amazon, Google und Microsoft – Anteil am europäischen Cloud-Markt 2021

Quelle: eigene Darstellung, Daten: Martin-Jung 2021, Bertelsmann Stiftung

61 Die Bezeichnung der relevanten Versorgungsbereiche basiert auf einer Ausdifferenzierung und Weiterentwicklung der Ausführungen von Kohlhagen (2019, S. 51).

reiche Anbieter:innen öffentlicher Clouds, die Lösungen für das Datenmanagement innerhalb des Gesundheitssystems anbieten. Darunter finden sich auch zahlreiche Tech-Giganten, allen voran *Amazon*, *Google* und *Microsoft*, die gemeinsam 68 Prozent Anteil am europäischen Cloud-Markt haben (Stand 2021) (Martin-Jung 2021). Nachstehend werden ausgewählte Aktivitäten der Tech-Giganten im Zusammenhang mit Cloud Computing in der Gesundheitsversorgung dargestellt.

AMAZON hat bereits 2006 als eines der ersten Unternehmen eine Cloud Computing-Lösung eingeführt, die *Amazon Web Services (AWS)*, um dem rasanten Anstieg der Datenmengen und -verwertung gerecht zu werden. *Amazon* war 2019 bereits im Besitz von fast 50 Prozent des weltweiten öffentlichen Cloud-Marktes (Meskó et al. 2020, S. 36; Schulz 2018, S. 97; Su 2019). Im dritten Quartal 2021 fielen 32 Prozent aller weltweit getätigten Ausgaben für Cloud-Infrastrukturdienste auf *AWS*. Dabei handelt es sich um Dienste, welche die Infrastruktur und Plattformen entweder als private oder als geteilte Infrastruktur umfassen (Canalys 2021). Der Unterausschuss für Kartell-, Handels- und Verwaltungsrecht des US-amerikanischen Repräsentantenhauses sieht darin in sei-

nem im Oktober 2020 veröffentlichten Bericht eine marktbeherrschende Stellung. Diese wird neben der Vorreiterrolle des Unternehmens beim Aufbau der Technologie auch aktiven Bemühungen um den Ausschluss von Wettbewerber:innen zugeschrieben (Subcommittee on Antitrust, Commercial and Administrative Law 2020, S. 319). Inzwischen nutzen zahlreiche öffentliche Einrichtungen und andere Unternehmen die *AWS*, wie z. B. die US-amerikanische *Cleveland Clinic*, wobei sogar eigene Anwendungen auf Basis der Plattform entwickelt werden (vgl. Kapitel → 3.4.9). Im Jahr 2018 führte *AWS* die Cloud-basierte *Amazon Neptune Technology* ein, die es ermöglicht, hochkomplex verknüpfte Daten zu prozessieren (Meskó et al. 2020, S. 36).

AMAZON

Amazon
Web Services

Amazon
Neptune
Technology

GOOGLE *Cloud Life Sciences* (vormals *Google Genomics*) ist ein Produkt der *Google Cloud*, das innerhalb der Biowissenschaften und -informatik große biomedizinische und genomische Datensätze speichern, verarbeiten und teilen soll (Google Cloud o. A.; Meskó et al. 2020, S. 12) (vgl. Kapitel → 3.4.9). *Google Apigee Healthcare APIx* ist ein Produkt der *Google Cloud* zum Entwerfen, Schützen und Veröffentlichenden digitaler Schnittstellen, das beispielsweise von Kliniken genutzt werden kann, um Ärzt:innen, Pflegepersonal und Patient:innen über verschiedene Apps miteinander zu verbinden (Google Cloud 2021d). *Google Cloud Healthcare API* bietet die Möglichkeit, Gesundheitslösungen in der

Google Cloud zu entwickeln, die sich für die Klinik und Analyse nutzen lassen (Google Cloud 2021a). *Google Healthcare Natural Language API* analysiert unstrukturierte medizinische Texte mithilfe von Machine Learning und wandelt diese in Daten um, die maschinell lesbar sind (Google Cloud 2021b).

Googles Workspace, ehemals *G-Suite*, soll ebenfalls dazu beitragen, die Gesundheitsversorgung mittels Cloud-basierter Lösungen zu vereinfachen. So können beispielsweise Dokumente und Informationen von Patient:innen in Echtzeit mittels *Google Drive* kollaborativ bearbeitet werden (Verbrugge 2020).

GOOGLE / ALPHABET

Google Cloud
Life Sciences

Google Apigee
Healthcare APIx

Google Cloud
Healthcare API

Google Health-
care Natural
Language API

Google
Workspace

APPLEs *iCloud* kann Gesundheitsdaten auf allen Geräten der Nutzer:innen synchronisieren. Über die *Health App* von *Apple* können entsprechend

Daten aufgezeichnet und verarbeitet werden (Apple 2021b).

APPLE

iCloud

MICROSOFT

Microsoft
Azure

Microsoft
Azure
Security and
Compliance

Blueprint –
HIPAA/
HITRUST
Health Data
and AI

Microsoft
Genomics

Microsoft
Cloud
Healthcare

MICROSOFT Azure Security and Compliance

Blueprint – HIPAA / HITRUST Health Data and AI ist ein Cloud-basierter Dienst, der im Gesundheitsbereich angewendet wird. Dort ermöglicht er beispielsweise medizinischen Einrichtungen, Daten von Patient:innen zu erheben, zu speichern und zu analysieren. Das System bietet eine Implementierungs- und Automatisierungsfunktion und enthält eine Schritt-für-Schritt-Dokumentation, ein Cybersicherheitsmodell sowie weitere Features zur automatisierten Cloud-Implementierung (GitHub 2019). *Microsofts* Marktanteil im Cloud Computing mit *Azure* liegt 2021 bei 21 Prozent, womit der Tech-Gigant zweitgrößter Anbieter weltweit nach *Amazon* mit *AWS* ist (Canalys 2021). Der vierteljährliche Umsatz von *Microsoft* im dritten Quartal 2021 stieg um 22 Prozent auf 45,3 Mrd. US-Dollar, was auf das Cloud-Geschäft zurückgeführt wird. Der Umsatz von *Microsoft Cloud* stieg im selben Quartal um 36 Prozent auf 20,7 Mrd. US-Dollar (Bishop 2021b).

Microsoft Genomics gehört ebenfalls zum übergeordneten Cloud-Dienst *Microsoft Azure* (Microsoft 2017) und ist ein Service des *Burrows-Wheeler Aligner* (BWA) und des *Genome Analysis Toolkit* (GATK) für die Sekundäranalyse genomischer Daten. Anwendungsfelder von *Microsoft Genomics* sind z.B. Krebserkrankungen und die Präzisionsmedizin (Microsoft Genomics 2018; Microsoft 2017) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

Microsoft Cloud Healthcare umfasst u.a. Datenmodelle, APIs und integrierte gesundheitspezifische Komponenten mit verschiedenen Cloud-Anwendungen und -Diensten von *Microsoft*. Es geht um die Betreuung von Patient:innen (Onlineterminvereinbarung, Überweisungen etc.), die Nutzung von Patient:innendaten und weitere Dienste in Bezug auf versorgungsrelevante Informationen (Microsoft 2021b).

IBM

IBM Watson
Health Cloud

IBM Watson Health Cloud gehört zur *Watson Health Technology*. Die Gesundheitsdatenplattform soll Regulierungs- und Prüfungsprozesse beschleunigen

und kann beispielsweise Unternehmen im Bereich Life Science bei ihrem Innovationsprozess unterstützen (Buisan 2017).

SAP

SAP S/4HANA
Cloud

SAP Data
Warehouse
Cloud

SAP Business
Technology
Platform

SAP Analytics
Cloud

SAPs offene Cloud-Plattform *HANA* ist ein Service für die Entwicklung von Cloud-Anwendungen. Bei *SAP HANA* handelt es sich um einen Datenbankserver mit unterschiedlichen Funktionen und einer In-Memory-Datenbank⁶², die schnell große Datenmengen verarbeiten kann. Zudem steigern Online Analytical Processing (OLAP) und Online Transactional Processing (OLTP) die Geschwindigkeit des Systems. Mit verschiedenen Dienstleistungen, Funktionen und Tools können Unternehmen Anwendungen entwickeln und in Echtzeit mit ihnen bzw. den korrespondierenden Daten agieren (SAP o. A. b). Ein Teil der *HANA Cloud*-Plattform ist *SAP S/4HANA Cloud* für die Patient:innenabrechnung. Durch KI können z.B. Zahlungen und Kostenanalysen abge-

wickelt und automatisiert werden. Mithilfe der Tools von *SAP S/4HANA Cloud* soll die Effizienz des Patient:innenmanagements im Behandlungskontext gesteigert werden (SAP Deutschland SE & Co. KG 09.04.2019). *SAPs* Erlöse für Cloud-Dienste stiegen 2021 mit dem größten Wachstum seit fünf Jahren (tagesschau.de 2021d).

In der *SAP Data Warehouse Cloud* lagern riesige Mengen von Daten. Die Anwendung ist auf Unternehmen und IT-Anwender:innen zugeschnitten und bietet den sofortigen Zugriff auf Daten über vordefinierte Geschäftsinhalte und Schnittstellen zur Integration von Daten verschiedenster Quellen (SAP o. A. a).

62 In-Memory-Datenbanken speichern ihre Daten in einem Hauptspeicher, wodurch ein Zugriff auf die Daten schneller möglich ist (Loos et al. 2011).

Die *SAP Business Technology Platform* enthält unterschiedliche Tools, darunter *SAP Integration Suite*, *SAP Extension Suite* und *SAP Conversational AI*, mit denen das Patient:innenmanagement im Krankenhaussektor erleichtert werden soll. Die Funktionen und daraus generierte Daten werden mit der Cloud-Plattform *HANA* verbunden und zentral verwaltet. Mit

der *SAP Analytics Cloud* sollen weitere Schritte nach Aufnahme der Patient:innen, darunter deren Monitoring, vereinfacht werden (SAP 2021b).

Ausführungen zu *SAPs Betten-Management@SAP* für den stationären Sektor finden sich in Kapitel → 3.3.

SAMSUNG Cloud kann mit der *Samsung Health App* verbunden werden und synchronisiert sämtliche Daten in Echtzeit auf allen Endgeräten der Nut-

zer:innen. Die Daten werden durch *Samsung Knox Security*⁶³ geschützt (Samsung 2021c).

SAMSUNG

Samsung Cloud

HUAWEI Cloud stellt mithilfe der Forschungsplattform *EIHealth* verschiedene KI-basierte Dienstleistungen für Krankenhäuser und Forschungsinstitute zur Epidemiebekämpfung bereit. Darunter befinden sich virale Genomnachweise, Screening-Methoden und KI-gestützte CT-Screenings. Auch im Zuge der Covid-19-Pandemie kam *EIHealth* durch eine kos-

tenfreie Bereitstellung der Technologien für Krankenhäuser und Forschungseinrichtungen zum Einsatz, etwa für besonders schnelle KI-gestützte Diagnostik anhand von CT-Quantifizierungsergebnissen (Huawei Cloud 2021b; Huawei Technologies Co., Ltd. 07.04.2020).

HUAWEI

Huawei Cloud

EIHealth

SIEMENS *Healthineers Digital Marketplace* soll die Nutzung und die Potenzialausschöpfung von Gesundheitsdaten fördern, indem ein „digital health ecosystem“ zwischen den Akteur:innen des Gesundheitswesens geschaffen wird (Siemens Healthineers 2021h). Genauer soll es „professionelle Gesundheitsdienstleister bei der Auswahl, Erprobung, Anforderung und Verwaltung digita-

ler Angebote entsprechend den Bedürfnissen einer Institution [unterstützen]“, indem ein Zugriff auf Anwendungen der Gesundheitsversorgung geschaffen wird (Siemens Healthineers 2021q). Der *Digital Marketplace* stellt dabei die digitalen Lösungen von *Siemens Healthineers* und Partner:innen in einem kuratierten Portfolio bereit (Siemens Healthineers 2021h).

SIEMENS

Siemens Healthineers Digital Marketplace

ALIBABA Cloud bietet KI-gestützte Lösungen im Gesundheitswesen, die sowohl in China als auch weltweit Herausforderungen in der Gesundheitsversorgung angehen sollen. Im März 2017 wurden durch die *Alibaba Cloud* die Dienste *ET Medical Brain* und *Doctor You* eingeführt, die das Gesundheitspersonal unterstützen sollen (vgl. Kapitel → 3.3). Außerdem gibt es ein Projekt in Kooperation der *Alibaba Cloud* mit *Wuhan Landing Medical-Tech Co.* in der Krebs-

forschung. 2016 wurde die erste von *Aliyun (Alibaba Cloud)*, *Intel* und *Beijing Genomics Institute (BGI)* unterstützte umfangreiche bioinformatische Analyseplattform *BGI Online* vorgestellt. Es werden vielfältige Dienste im Bereich der Genomsequenzierung und weiterer *Omics*-Technologien angeboten. (Bajpai 2017; BGI 2021). Der Jahresumsatz von *Alibaba Cloud* stieg im Vergleich zum Vorjahr um 50 Prozent auf 9,176 Mio. US-Dollar (Business Wire 2021).

ALIBABA

Alibaba Cloud

BGI Online

63 *Samsung Knox* ist eine Anwendung, die als integrierte Sicherheitsschicht von *Samsung* fungiert, dessen Tool *Samsung Knox Configure* für die Krankenhaus-IT genutzt werden kann. Die Anwendung soll die Sicherheit von Unternehmensdaten erhöhen und die Geräteverwaltung durch IT-Administrator:innen vereinfachen (Manage Engine 2021; Snyder 2018).

TENCENT
Tencent Cloud

TENCENT Cloud veröffentlichte im April 2020 eine Covid-19-Plattform mit dem Ziel, Unternehmen, medizinische Einrichtungen und Regierungen weltweit im Kampf gegen die Pandemie zu unterstützen. Zu den Cloud-basierten Leistungen gehören

beispielsweise die Erleichterung virtueller medizinischer Konsultationen oder die Bereitstellung aktualisierter zuverlässiger Gesundheitsinformationen (Tencent Cloud 13.04.2020).

Tech-Giganten sind im Bereich Cloud Computing im Gesundheitswesen sehr aktiv, bildet es doch die unverzichtbare Grundlage für den effizienten Umgang mit riesigen Datenmengen. Große Skalierungen sind den Tech-Giganten durch ihre massiven finanziellen Ressourcen sowie die damit einhergehende Konzentration an Personal, Kompetenzen und technologischen Mitteln möglich. So können sie exponentiell wachsende Mengen an Daten speichern und unter Einsatz von KI-Systemen für vielfältige Zwecke verarbeiten.

3.4.2
BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIEN

Blockchain ist definiert als „eine Untergruppe der Distributed-Ledger-Technologie (DLT) und stellt eine dezentrale Datenbank dar. Die Einträge werden in miteinander verketteten Blöcken zusammengefasst. Durch einen Konsensmechanismus und Kryptografie wird die Authentizität und die Unveränderbarkeit der Datenbankeinträge sichergestellt“ (Angerer et al. 2019, S.12).

AMAZON
Amazon Web Services
Blockchain-Lösungen

AMAZON Web Services (AWS) (vgl. Kapitel → 3.4.1) hat in Kooperation mit einem Akteur des öffentlichen Sektors eine Blockchain-Lösung für die Registrierung von Patient:innen eingeführt, die Gesundheitsinformationen strukturiert und diese sicher und

effizient für Gesundheitseinrichtungen verfügbar machen soll (Ravanini und Firmiano 2020). AWS wird als ein Key Player im Blockchain-Markt gehandelt (Fortune Business Insights 2021).

MICROSOFT
Azure
Blockchain Workbench

MICROSOFT empfiehlt Gesundheitsorganisationen u. a. seine *Azure Blockchain Workbench* – eine Lösung, mit der Blockchain-Prototypen für die

jeweiligen Anforderungen der Organisation unter Einbezug der *Azure Cloud* entwickelt werden können (Houlding 2018).

IBM
Blockchain-Lösungen

IBMs Blockchain-Lösungen haben sich nach Angaben des Unternehmens v. a. im Zuge der Covid-19-Pandemie als hilfreich erwiesen. *IBM* bietet Blockchain-Lösungen für das Gesundheitswesen und den biowissenschaftlichen Bereich an und wirbt damit u. a. für „Vertrauen, Transparenz und Daten-

integrität“ (IBM 2021b). Die Blockchain-Dienste auf diesem Gebiet sollen einen umfassenden Überblick über Patient:inneninformationen bieten und in einem „supply chain ecosystem“ alle Akteur:innen des Systems verbinden (IBM 2020a). Die Blockchain-Lösungen von *IBM* können flexibel und abge-

<p>stimmt auf die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Unternehmens mithilfe des <i>Blockchain</i>-</p>	<p><i>Consulting-Services</i> von <i>IBM</i> umgesetzt werden (<i>IBM</i> 2021c).</p>	
<p>SAPs <i>Blockchain</i>-basierter Knotenpunkt <i>SAP Information Collaboration Hub for Life Sciences</i> ermöglicht, pharmazeutische Erzeugnisse nachzuverfolgen</p>	<p>und zurückgesendete gefälschte Produkte zu eliminieren, bevor sie erneut versendet werden könnten (<i>SAP News Center</i> 16.01.2019).</p>	<p>SAP SAP Information Collaboration Hub for Life Sciences</p>
<p>SAMSUNG setzt <i>Blockchain</i>-Technologie u. a. für dezentralisierte Health Apps (<i>Health DApps</i>) ein (<i>Samsung</i> 2021b).</p>		<p>SAMSUNG Blockchain-Lösungen</p>
<p>HUAWEI stellt die Plattform <i>Blockchain Service (BCS)</i> bereit, mit der seit Februar 2021 Vertragsvor-</p>	<p>lagen für das Gesundheitswesen abgerufen werden können (<i>Huawei Cloud</i> 2021a).</p>	<p>HUAWEI Blockchain Service</p>
<p>ALIBABA kooperiert seit 2017 mit chinesischen Behörden und implementierte im Zuge dessen die <i>Ali Health Blockchain</i>, die auf dem bestehenden Sys-</p>	<p>tem der <i>Alibaba Cloud</i> aufbaut (<i>Suberg</i> 2017; <i>Forkast.News</i> 2020).</p>	<p>ALIBABA Ali Health Blockchain</p>
<p>TENCENT kündigte 2019 eine Partnerschaft mit <i>Shuidi/Waterdrop</i> an (vgl. Kapitel → 3.4.9). Entstehen soll eine <i>Blockchain</i>-basierte Medizin- und Versicherungslösung, die in <i>Tencents</i> Messenger App <i>WeChat</i> integriert wird. Auch Gesundheitseinrichtungen und</p>	<p>Versicherungsunternehmen sollen von der <i>Blockchain</i>-Technologie profitieren, etwa bei Abrechnungen oder der sicheren Datenlagerung (<i>Forkast.News</i> 2020; <i>Suberg</i> 2019).</p>	<p>TENCENT Blockchain-Lösungen</p>
<p>PHILIPS <i>Healthcare</i>-Abteilung beinhaltet ein <i>Philips Blockchain Lab</i>, das Akteur:innen aus der Technologie- und Gesundheitsbranche zusammenbringen</p>	<p>soll, um <i>Blockchain</i>-Lösungen für die Gesundheitsindustrie zu erforschen (<i>Blockchain Healthcare Review</i> 2019).</p>	<p>PHILIPS Philips Blockchain Lab</p>
<p>INTEL hat im Zuge der Covid-19-Pandemie die <i>Pandemic Response Technology Initiative (PRTI)</i> ins Leben gerufen, um Möglichkeiten der <i>Blockchain</i>-Technologie auszuloten. Inzwischen bestehen über 200 Projekte, die sich die Technologie von <i>Intel</i> innerhalb der Initiative zunutze machen. In Partnerschaft mit <i>ConsensSys Health</i> kündigte <i>Intel</i> im Spätsommer 2021 die Entwicklung eines Tools als, das eine datenschutzfreundliche <i>Blockchain</i>-Lösung darstellt, die bei Forschungsaktivitäten eingesetzt</p>	<p>werden kann. Diese Technologie wird auch vom Unternehmen <i>Leidos</i> in Zusammenarbeit mit dem <i>Centers for Disease Control and Prevention (CDC)</i> für eine Kontaktverfolgungs-App in der Covid-19-Pandemie genutzt. Zur technologischen Grundlage gehört beispielsweise die <i>Intel Xeon Scalable</i>-Plattform, die mit der <i>Intel Software Guard Extensions (Intel SGX)</i> mehr sicheren Speicherplatz ermöglichen soll (<i>Wayner</i> 2021).</p>	<p>INTEL Pandemic Response Technology Initiative Blockchain-Lösung</p>

Tech-Giganten setzen Blockchain-basierte Technologien für gesundheitsbezogene Anwendungen vor allem dort ein, wo die Nachvollziehbarkeit der Datenströme im Hinblick auf die Funktion der jeweiligen Anwendung und die Sicherheit derjenigen, von denen die Daten stammen, besonders wichtig ist. Die Marktgröße für Blockchain-Technologie im Gesundheitssektor lag 2020 bei 281 Mio. US-Dollar und wird bis 2027 voraussichtlich einen Wert von 6,17 Mrd. US-Dollar erreichen (Global Market Insights 2020).

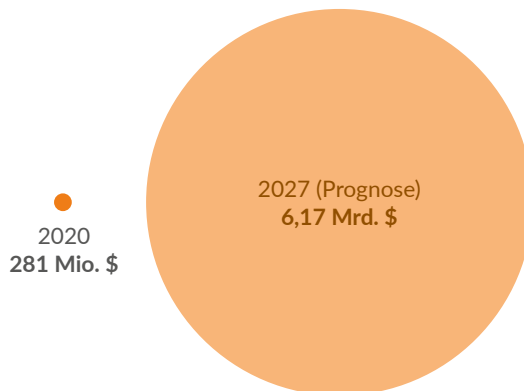


ABBILDUNG 10: Marktgröße Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen

Quelle: eigene Darstellung, Daten: Global Market Insights 2020, Bertelsmann Stiftung

3.4.3

MEDIZINTECHNIK UND BIOTECHNOLOGIE

Medizintechnik befasst sich „mit der Anwendung technischer Apparate für die Diagnostik und Behandlung von Krankheiten“ (Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2021). Dabei wird ein breites Feld medizinischer Technologien abgedeckt – von Schwangerschaftstests bis hin zu bildgebenden Verfahren wie MRTs. Medizintechnik ist relevant für Gebiete der Prävention, Diagnose, Überwachung, Behandlung und Pflege (MedTech Europe 2020).

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) definiert Biotechnologie als „die Anwendung von Wissenschaft und Technologie auf lebende Organismen sowie auf deren Bestandteile, Produkte und Modelle mit dem Ziel, lebende und nicht lebende Materialien für die Produktion von Wissen, Waren und Dienstleistungen zu verändern“ (OECD 2013, S. 156).

Heute weithin bekannte Verfahren, wie Ultraschall oder Röntgen, sind ebenso relevant wie vergleichsweise neu entwickelte Technologien, etwa Genomanalysen und Cellular Engineering in der Stammzellforschung (Wintermantel und Ha 2009). Medizintechnische und biotechnologische Verfahren tragen zunehmend zur Weiterentwicklung der Präzisionsmedizin bei, die auf das Individuum zugeschnittene Prädiktions-, Präventions- und Therapiemöglichkeiten in den Vordergrund stellt.

PHILIPS hat sich seit 1990 „vom Elektronik-konzern zum Gesundheitscoach“ (Telgheder 2016) transformiert, indem sich das Unternehmen kontinuierlich restrukturiert und seine Geschäftsfelder umgebaut hat (Kindermann und Lindemann 2018, S. 39–40; Philips 2021b).⁶⁴ Seit der Ausgliederung der Sparte Lighting liegt der Fokus auf dem „sogenannte[n] ‚Health Continuum‘, in dem professionelle Diagnostik mit Monitoring, Diagnostik und Haushaltsprodukten für einen gesunden Lebensstil verknüpft werden sollen (...)“ (Kindermann und Lindemann 2018, S. 48). Bereits 2016 stellte das Unternehmen auf der internationalen Technikmesse IFA sogenannte *Connected Personal Health Innovati-*

*ons*⁶⁵ vor, was einen deutlichen Fokus auf die Nutzer:innen herausstellt (ebd., S. 55). Der Tech-Gigant will die Digitalisierung im Bereich der Medizintechnik vorantreiben und stattet in diesem Zusammenhang u. a. auch Kliniken in Deutschland mit zeitgemäßen und vernetzten Geräten aus (Philips 2019b, 2019a, 2020a) (vgl. Kapitel → 3.4.9). Durch seine Aktivitäten erschafft das Unternehmen ein komplettes, vernetztes Ökosystem – von Technologien für individuelle Nutzer:innen bis hin zu medizinischen Großgeräten für Gesundheitseinrichtungen. Die generierten Datenmengen laufen in der konzern-eigenen Plattform *Philips HealthSuite* zusammen (Philips 2021c) (vgl. Kapitel → 3.2 und → 3.3).

PHILIPS

Philips
Connected
Personal Health
Innovations

SIEMENS Ausgründung *Siemens Healthineers AG* fokussiert sich auf die Entwicklung von digitalen Gesundheitslösungen, medizinische Bildgebung, Labordiagnostik und sogenanntes Point-of-Care-Testing⁶⁶. Ziele des Unternehmens sind u. a., die Digitalisierung des Gesundheitswesens im Allgemeinen und die Entwicklung der Präzisionsmedizin im Speziellen voranzutreiben (Siemens Healthineers 2021w, 2021m). *Siemens Healthineers Advanced Therapies* bezeichnet die Umsetzung von „modernen, bildgebenden Verfahren und Software-Applikationen (...), [die] den gesamten Therapieverlauf [unterstützen]: von der ersten Diagnose über die Therapieplanung und Unterstützung bei operativen Eingriffen bis hin zur Nachsorge“ (Siemens 2021a). Die klinischen Lösungen der *Advanced Therapies* beinhalten Anwendungsbereiche wie Kardiologie, Neurologie, Onkologie, Chirurgie, Infektiologie und Covid-19 (Siemens Healthineers 2021k). Mit der Übernahme von *Corindus Vascular Robotics, Inc.* wird

die *Advanced Therapies*-Sparte um eine „Präzisions-roboter-Plattform“ im Bereich der Gefäßoperationen ergänzt (Siemens Healthineers 04.11.2019) (vgl. Kapitel → 3.4.9).

Ein weiteres Beispiel digitaler Lösungen der *Siemens Healthineers* ist die *Enterprise Imaging IT*, die mittels einer übergreifenden Vernetzung die Arbeitsabläufe und die Verwaltung im Behandlungsalltag in Gesundheitseinrichtungen unterstützen soll (Siemens Healthineers 2021j). Zudem entwickelte *Siemens Healthineers* die *BioMatrix Technology*, die sich etwa auf individuelle anatomische Unterschiede der Patient:innen in der Bildgebung einstellt und so die Präzisionsmedizin fördern sowie den Behandlungsablauf effizienter gestalten soll (Siemens Healthineers 2021d).

Siemens ist auch mit weiteren Unternehmensabteilungen in der Medizintechnik und Biotechnologie

SIEMENS

Siemens
Healthineers
Advanced
Therapies
Enterprise
Imaging IT
BioMatrix
Technology
Siemens
Healthcare
Diagnostics Inc.
Siemens
Healthcare
Laboratory LLC.

64 Die Medizintechnik rückte zunehmend in den Vordergrund der Aktivitäten des Tech-Giganten. So akquirierte *Philips* zahlreiche Unternehmen innerhalb der medizinischen Diagnostik und war bereits 2007 nur noch in drei Sparten tätig: Lighting, Consumer Lifestyle und Health. Die Health-Sparte wurde der kontinuierlich wachsende Schwerpunkt des Unternehmens. 2016 gliederte *Philips* sein Ursprungsgeschäftsfeld Lighting aus (Kindermann und Lindemann 2018, S. 40–48).

65 Zu den Angeboten gehören u. a. elektronische Zahnbürsten, die Daten an Apps übermitteln können (*Philips Sonicare FlexCare Platinum Connected toothbrush*) und das App-basierte *Philips Heart Health Program*, das die Nutzer:innen darin unterstützen soll, lebensstilbasierte Risikofaktoren für Herzerkrankungen zu minimieren (Kindermann und Lindemann 2018, S. 55; Philips 2017) (vgl. Kapitel → 3.2).

66 Point-of-Care-Testing (POCT) meint dezentrale patient:innennahe Labordiagnostik. Es handelt sich um labormedizinische Verfahren, die in unmittelbarer Nähe zu Patient:innen durchgeführt werden können (Luppa et al. 2017, S. 4).

aktiv. Die *Siemens Healthcare Diagnostics Inc.* entwickelt klinische Diagnostik- und Therapiedienste. Dazu zählen die Überwachung von Blutgasen und hämatologische Dienstleistungen sowie Datenmanagement-Lösungen für die Prävention, Diagnostik und Behandlung von Erkrankungen (Bloomberg

2021). Die *Siemens Healthcare Laboratory LLC.* bietet biopharmazeutische Dienstleistungen, wie etwa Therapieentwicklung, die Entwicklung diagnostischer Tests sowie die Vermarktung der entsprechenden Lösungen an (Siemens Healthineers 2021p).

APPLE

AliveCor
KardiaBand

APPLE *AliveCor KardiaBand*, das in die *Apple Watch* (ab vierter Generation) integrierbare, von der US-amerikanischen Arzneimittelbehörde U.S. Food and Drug Administration (FDA) zertifizierte und zugelassene Armband, kann ein Elektrokardiogramm (EKG) aufzeichnen sowie den Herzrhythmus

und die Herzfrequenz darstellen und bei normabweichendem Herzrhythmus eine Warnung geben. Es ist in Europa als Medizinprodukt mit CE-Zertifizierung zugelassen (Apple 2020; Krüger-Brand 2020, S. 378).

INTEL

Hard- und
Software für
medizinische
Bildgebung

INTEL bietet unterschiedliche Hardware- und Software-Komponenten für die medizinische Bildgebung an. Dazu gehören standardisierte Computing-Plattformen, welche die Bildgebung vereinfachen

sollen. *Intel* hat darin Edge Computing implementiert, wodurch beinahe echtzeitnahe medizinische Bildanalysen schnellere Entscheidungen ermöglichen (Intel Corporation 2021).

SONY

NUCLEUS

SONYs Lösungen in der Medizintechnik sollen für minimalinvasive und mikrochirurgische Bildgebungsverfahren eine erhebliche Qualitätsverbesserung durch hochauflösende 3D- und 4K-Techniken bieten

(Sony 2021a). *Sonys* digitale Bildgebungsplattform *NUCLEUS* ist hierbei für das Gesundheitspersonal von besonderer Bedeutung (vgl. Kapitel → 3.2).

Neben der Datenverarbeitung in Clouds spielen – mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen – auch vielfältige Produkte und Services der Medizintechnik und Biotechnologie eine große Rolle für das Engagement von Tech-Giganten in der Gesundheitsbranche. Verfahren und Produkte, die mit Bildgebung zusammenhängen, sowie Omics- und weitere Labortechnologien stehen derzeit im Vordergrund.

3.4.4 ROBOTIK

Robotik beinhaltet die Entwicklung, Produktion und Steuerung von Robotern (Bendel 2021). Roboter können verstanden werden als „sensomotorische Maschine[n], die über mindestens drei unterscheidbare Ebenen freier Beweglichkeit verfüg[en]“ (Woopen und Jannes 2019). Sie können sowohl menschenähnlich gestaltet werden als auch abstrakte Formen aufweisen (ebd.). Mit fortschreitender Entwicklung der KI sowie softwaretechnischen, mechatronischen und elektronischen Innovationen wird sich auch die Robotik weiterentwickeln und zunehmend mehr gesundheitsbezogene Anwendungsbereiche unterstützen. So gibt es Einsatzfelder innerhalb der klinischen Medizin, wie etwa in der Chirurgie, der Radiologie und der Molekularmedizin sowie in der Pflege und Rehabilitation (Stallkamp und Langejürgen 2019, S. 84; Angerer et al. 2019, S. 12).

Vor allem in der Pflege ist die Bedeutung der Robotik gestiegen, was sich u. a. in einer großen Zahl von Forschungsprojekten und Firmengründungen in diesem Bereich widerspiegelt (Stallkamp und Langejürgen 2019; Weichert 2018; van Wynsberghe 2016). Mit Robotik-basierten Lösungen verbindet sich die Hoffnung, die Gesundheitsversorgung ohne Qualitätsverluste effizienter gestalten und Gesundheitspersonal entlasten zu können (Stallkamp und Langejürgen 2019, S. 99).

<p>AMAZON <i>Web Services (AWS)</i> hat eine Open-Source-Krankenhaussimulation entwickelt, mit der Unternehmen aus der Gesundheitsbranche Roboter-Simulationen durchführen können.</p>	<p>Getestet wurde die Simulation beispielsweise mit einem <i>PR2 Robot</i>, entwickelt von <i>Willow Garage</i>⁶⁷ (Hansen 2020).</p>	<p>AMAZON Amazon Web Services Roboter-Simulation</p>
<p>META (vormals <i>Facebook</i>) gab im November 2021 bekannt, dass die Forschungsabteilung <i>FAIR</i> (vgl. Kapitel → 3.5) taktile Technologien („tactile technologies“) entwickelt hat, die Roboter mit einem Tastsinn versehen. Dazu gehört <i>ReSkin</i>, eine aus Sensoren bestehende „Haut“ für Roboter und Wearables, die in Zusammenarbeit mit der <i>Carnegie Mellon</i></p>	<p>University entwickelt wurde. Laut <i>FAIR</i> stellt <i>ReSkin</i> eine Quelle umfangreicher Kontaktdaten dar, die einer KI-Weiterentwicklung im Bereich von „touch-based tasks“ dienen und v. a. bei Aufgaben, die eine höhere Sensibilität erfordern, die Gesundheitsversorgung unterstützen können (Tarantola 2021).</p>	<p>META (vormals <i>Facebook</i>) Tactile Technologies <i>ReSkin</i></p>
<p>SIEMENS <i>Healthineers</i> stellt mit <i>CorPath GRX</i> ein robotergestütztes System für radiologische und kardiologische Interventionen bereit (Siemens Healthineers 2021e; Corindus 2020; Siemens Healthineers 2021o). Mit der Akquise des Techno-</p>	<p>logieunternehmens <i>Corindus Vascular Robotics, Inc.</i>, eines der weltweit führenden spezialisierten Unternehmen für robotergestützte Systeme, verfolgt <i>Siemens Healthineers</i> die Vision, „minimalinvasive Prozeduren präziser, schneller und effektiver durch-</p>	<p>SIEMENS Siemens Healthineers CorPath GRX</p>

67 *Willow Garage, Inc.* ist ein Unternehmen, das Hardware und Open-Source-Software für Robotik-Technologien entwickelt. *PR2* ist eine von *Willow Garage* erstellte Forschungs- und Entwicklungsplattform für robotische Systeme (Vizologi 2021).

zuführen“ (Siemens Healthineers 08.08.2019)
(vgl. Kapitel → 3.4.9).

PHILIPS

Robotik für
Pflegebereich

PHILIPS lässt mit der Berufung einer neuen
Führungskraft im Bereich Robotik erkennen, die

Aktivitäten in der Robotik-unterstützten Pflege
verstärken zu wollen (Mageit 2021).

IBM

Robotic Process
Automation

IBM nutzt *Robotic Process Automation (RPA)*, eine
Automatisierungstechnologie, mit der administrative
Aufgaben wie das Ausfüllen von Formularen erledigt
werden sollen. Mit *RPA* werden APIs und user-inter-
face-Interaktionen miteinander verbunden, wodurch
menschliche Prozesse in der Bearbeitung von Auf-
gaben sich imitieren und automatisiert ausführen

lassen. Nach Angaben des Unternehmens sollen
durch die gesteigerte Automatisierung Prozesse
effizienter gestaltet, Dateneingaben optimiert,
Zeit und Kosten eingespart sowie eine schnellere
Entscheidungsfindung begünstigt werden (Williams
2021).

INTEL

Robotik-
Lösungen

INTEL bietet diverse Technologien an, mit denen
Robotik im Gesundheitsbereich entwickelt und ein-
gesetzt werden kann. Dazu gehören u. a. Anwen-
dungen in der OP-Assistenz und Service-Roboter.

Laut *Intel* ermöglichen sechs verschiedene Tech-
nologien sowohl für Hardwarehersteller:innen als
auch Softwareanbieter:innen Lösungen für Robotik
im Gesundheitsbereich (Intel 2021).

MICROSOFT

Versius
Silica

MICROSOFT und *CMR Surgical* gaben im
Mai 2021 bekannt, gemeinsam an der nächsten
Generation von *CMR Surgical's* Robotik-gestütztem
Chirurgie-System *Versius* zu arbeiten. In *Microsofts*
Projekt *Silica*, entwickelt im Rahmen der *Microsoft*

Cloud, wurden klinische anonymisierte Daten
aus chirurgischen Eingriffen auf einem Mini-Daten-
träger, der diese Daten über zehntausend Jahre
speichern kann, gesammelt und analysiert (CMR
Surgical 2021b, 2021a).

NVIDIA

NVIDIA Jetson
AGX Systems

NVIDIAS Deep-Learning-Technologie *NVIDIA Jet-
son AGX Systems* lässt sich nach Unternehmensanga-
ben für die Embedded Robotik in unterschiedlichen

Bereichen, darunter Gesundheit, nutzen (NVIDIA
2021f).

SAMSUNG

Ballie

SAMSUNG präsentierte 2020 *Ballie*, einen persö-
nlichen Roboter, der ältere Personen mithilfe von KI
unterstützen soll. Mit seinen Sensoren und Kameras
kann der kleine kugelförmige Roboter u. a. mit ande-

ren Endgeräten im häuslichen Umfeld kommunizie-
ren und laut Unternehmen den Bedürfnissen seiner
Nutzer:innen entgegenkommen (Landi 2020).

SAP

Intelligent
Robotic Process
Automation

SAPs Technologie *Intelligent Robotic Process
Automation*, integriert in *SAPs Cloud*, stattet *Zuellig
Pharma* aus. Mithilfe der Technologie können

u. a. manuelle Prozesse digitalisiert und automati-
siert werden (Andree 2020).

SONY hat in Kooperation mit der Harvard University einen Mini-Operations-Roboter (*Mini-RCM*) entwickelt, der durch die Origami-Falttechnik inspiriert wurde: Er ist in Schichten aufgebaut und per Laser zugeschnitten, sodass eine flexible Richtungsbe-

wegung ermöglicht werden soll. Der Roboter soll v. a. in Operationen eingesetzt werden, bei denen filigrane Fähigkeiten notwendig sind. Derzeit wird er noch nicht in realen Operationssituationen verwendet (Holt 2020).

SONY
Mini-RCM

Tech-Giganten spielen bei Produkten und Services der Robotik in der gegenwärtigen Gesundheitsversorgung (noch) keine so überragende Rolle wie etwa beim Healthcare Cloud Computing. Die Produkte werden vorrangig in den Bereichen Chirurgie, Bildgebung, Pflege und Service eingesetzt.

3.4.5 STRUKTUREN FÜR DIE LEISTUNGSERBRINGUNG

Aktivitäten von Tech-Giganten beim Aufbau von Strukturen für die Grundversorgung/Leistungserbringung innerhalb eines gegebenen und in den einzelnen Staaten regulierten Gesundheitssystems begrenzen sich derzeit auf die USA und China. Im Vordergrund stehen dabei die Vernetzung von Technologien, gesundheitsrelevanten Leistungen, Gesundheitseinrichtungen und den verschiedenen Akteur:innen der Gesundheitsversorgung. Ein Beispiel sind telemedizinische Versorgungseinrichtungen in den USA.⁶⁸

APPLE hat 2018 mit dem Aufbau von Gesundheitseinrichtungen begonnen. Vorerst versorgt der Tech-Gigant Angestellte und deren Familienangehörige in zwei hauseigenen Kliniken in Santa Clara County, Kalifornien, USA, wobei langfristig eine Reihe von Kliniken geplant sei (Armbruster et al. 2018). *Apple* hält sich hinsichtlich öffentlicher Informationen zu den sogenannten *AC Wellness*-Kliniken bedeckt. Der Webseite lässt sich jedoch entnehmen, dass *AC Wellness* überzeugt ist, hochqualitative Gesundheitsversorgung sowie ein einzigartiges Erlebnis für Patient:innen liefern zu können: „We believe that having trusting, accessible relationships with our patients, enabled by technology, promotes high-quality care and a unique patient experience“ (*AC Wellness* 2020). Zudem entwickelt *Apple*

derzeit laut *Business Insider* die App *HealthHabit*, die ebenfalls nur unternehmensintern Anwendung findet und Mitarbeitende mit *AC Wellness* vernetzen soll (Jercich 2021). *Apple* wirbt damit, dass eine enge Vernetzung zwischen Patient:innen und Gesundheitspersonal durch unterschiedliche Technologien und Anwendungen sowohl im Behandlungssetting (z. B. Krankenhaus) als auch von zu Hause aus ermöglicht wird. Gleichzeitig sollen diese Technologien durch Open-Source-Ansätze die medizinische Forschung erleichtern (*Apple* 2021a).

APPLE
AC Wellness

⁶⁸ Es wird geschätzt, dass in den USA bereits mehr als 25 Prozent der ärztlichen Konsultationen über telemedizinische Kanäle stattfinden (Flumignan et al. 2019).

AMAZON

Amazon Care

AMAZON bietet mit *Amazon Care* seinen Angestellten und deren Familien virtuelle sowie persönliche Gesundheitsversorgung an (Amazon 17.03.2021), indem es „eine Art virtuelle Arztpraxis zur Verfügung stellt“ (Mirza 2020). Im Rahmen der virtuellen Versorgung werden diverse digitale Kanäle der Gesundheitsversorgung angeboten, die auf der *Amazon Care App* basieren. *Care Chat* und *Video Care* sind die beiden telemedizinischen Anwendungen, mit deren Hilfe Patient:innen virtuell mit medizinischem Fachpersonal in Kontakt treten können (Amazon Care 2021). Via *Amazon Care App* können Patient:innen Termine organisieren und erhalten Zusammenfassungen ihrer Diagnosen sowie der besprochenen Behandlungen. Mit der

„in-person care“ bietet *Amazon Care* persönliche Konsultationen mit Gesundheitsfachkräften und Arzneimittellieferungen in ausgewählten Städten und Regionen an (Amazon 17.03.2021). Die telemedizinische und persönliche Versorgung wird von *Care Medical* bereitgestellt, die exklusiv für *Amazon* tätig ist (Dodge 2021). Gestartet ist *Amazon Care* 2019 für Angestellte im Großraum Seattle und wurde ab September 2020 im gesamten Bundesstaat Washington ausgeweitet (Rathenow 2020). Anfang 2021 teilte der Konzern mit, *Amazon Care* für seine Mitarbeitenden in allen 50 US-Bundesstaaten einzuführen und auch für andere Unternehmen anzubieten (Amazon 17.03.2021).

TENCENT

Tencent Trusted Doctors

TENCENT *Doctorwork* hat 2018 in Peking eine erste eigene Klinik aufgebaut: die *Tencent Doctorwork Clinics* (Finch 2018). Seit der Fusion von *Tencent Doctorwork* mit dem Start-up *Trusted Doctors* existieren mehr als 50 Kliniken der neuen *Tencent Trusted Doctors* (Tuna 2019a). Mittels der unternehmenseigenen App *WeChat* integriert das Unternehmen 38.000 Konten von Gesundheits-

versorger:innen und bietet 24.000 gesundheitsbezogene und wellnessbasierte Mini Programs. Mit der implementierten *WeDoctor*-Anwendung ermöglicht *Tencent* ebenso Online-Terminvergaben für Konsultationen mit 290.000 Ärzt:innen und 2.700 Krankenhäusern (Choueiri et al. 2020, S. 5–6).

Tech-Giganten bauen in Einzelfällen bereits Strukturen für die Leistungserbringung im Gesundheitswesen auf, die grundsätzlich in Zukunft ausgeweitet werden können. Zunächst geht es insbesondere um Krankenhäuser und eine mit der Krankenhausversorgung verbundene vernetzte und damit sektorenübergreifende Gesundheitsversorgung, meistens für die eigenen Mitarbeitenden.

3.4.6 VERSICHERUNGEN IM GESUNDHEITSWESEN

Nur wenige Tech-Giganten bieten eigene Krankenversicherungen an. Aktuell gibt es *Oscar Health* in den USA und *WeSure* in China. Das US-amerikanische Versicherungsunternehmen *Haven Healthcare*⁶⁹ wurde laut Medienberichten Ende Februar 2021 aufgelöst (Toussaint 2021; Son 2021).

<p>ALPHABET finanziert <i>Oscar Health</i>, ein US-amerikanisches Krankenversicherungsunternehmen. Es bietet telemedizinische Leistungen an, basierend</p>	<p>auf einer Technologie-Plattform und den digitalen Profilen der Versicherten (Oscar Health 2021; Heimlich 2021).</p>	<p>GOOGLE / ALPHABET Oscar Health</p>
<p>TENCENTs App <i>WeChat</i> besitzt die integrierte Plattform <i>WeChat Intelligent Healthcare</i>, die neben zahlreichen Anwendungen seit 2017 auch die Dienstleistung <i>WeSure</i> beinhaltet (Meskó et al. 2020, S. 61–62). <i>WeSure</i> ist eine Vermittlungsplattform für den Erwerb von Langzeitversicherungen jeglicher Art, die bereits 50 Mio. Kund:innen und insgesamt 100 Mio. registrierte Nutzer:innen hat (Digital Finance 2020). Das Unternehmen arbeitet mit den 20 größten chinesischen (u. a. <i>PICC</i>,</p>	<p><i>Ping, Taikang Insurance</i>) sowie ausländischen Versicherungsunternehmen (u. a. <i>AXA Versicherungen</i>) zusammen (WeSure 18.12.2019; Digital Finance 2020). <i>WeSure</i> erstellt Risikokalkulationen, die aus den bestehenden Profilen und Versicherungen⁷⁰ der <i>WeChat</i>-Nutzer:innen generiert werden (Digital Finance 2020).</p>	<p>TENCENT WeSure</p>

Tech-Giganten bieten gesundheitsbezogene Versicherungen (bislang) nur vereinzelt an. Wie bei den Technologien für die Patient:innen und Nutzer:innen zeigt sich auch hier, dass das chinesische Angebot weit über den Gesundheitssektor hinausgeht.

69 *Haven Healthcare*, ein 2018 geschlossenes Joint Venture von *Amazon, JPMorgan Chase* – der größten US-amerikanischen Bank – und *Berkshire Hathaway* – der Holding-Gesellschaft Warren Buffetts – wollte „Lösungen bieten, um die Gesundheitskosten zu senken und das verflochtene System von Krankenhäusern, Ärzten, Apotheken, Versicherern und Pharmakonzernen transparenter zu machen – und billiger“ (Werner 2018). So schaffte *Haven Healthcare* für die 1,2 Mio. US-amerikanischen Angestellten der drei Unternehmen eine Krankenversicherung, indem Versicherungsverträge mit Dritten umgangen werden sollten (Meskó et al. 2020, S. 33–34; Juul 2019). Mitte 2021 wurde angekündigt, dass *Haven* ohne *Amazon*, jedoch mit anderen Gesundheitsorganisationen, von *JPMorgan Chase* fortgeführt wird (Ennis und Pifer 2021).

70 Anfangs hat *WeSure* für Smartphones oder andere elektronische Geräte kleinere Zusatzversicherungen angeboten, die u. a. die Daten für die Risikoeinschätzungen erheben (Digital Finance 2020).

3.4.7 ARZNEIMITTELVERSORGUNG

Tech-Giganten werden zunehmend im Bereich der Arzneimittelversorgung aktiv. Sie kooperieren vor allem mit etablierten Pharmakonzernen und akquirieren Start-ups (vgl. Kapitel → 3.4.9), stellen aber auch bereits eigene Arzneimittel her und sind immer stärker im Vertrieb von Medikamenten tätig.

AMAZON

Amazon
Basic Care
Amazon
Pharmacy

AMAZON konzentriert seine Aktivitäten innerhalb der Pharmaziebranche auf den Absatz und Vertrieb rezeptfreier und rezeptpflichtiger Pharmazeutika (Meskó et al. 2020, S. 34; Köbe 2020).⁷¹ Obwohl rezeptfreie Arzneimittel schon länger zu Amazons Angebot in den USA zählen,⁷² hat das Unternehmen 2017 eine erste eigene Over-The-Counter (OTC)-Linie in den US-amerikanischen Markt eingeführt (Borsch 2018; Meskó et al. 2020, S. 34). *Amazon Basic Care* beinhaltet 60 rezeptfreie Medikamente wie etwa Schmerzmittel, Antiallergika und Haarwuchsmittel, hergestellt von *Perrigo* (Borsch 2018). *Basic Care* wird mit dem sogenannten *Health Navigator* verknüpft, mit dessen Hilfe Nutzer:innen beispielsweise Symptome eingeben können, um zu *Basic-Care*-Produkten zu gelangen (Alashe 2019).

2018 hat *Amazon* die Online-Apotheke *PillPack* übernommen (Farr 2019b). *PillPack* besaß bereits in allen 50 US-Bundesstaaten Apothekenlizenzen. Durch die Übernahme kann *Amazon* die vorhandene Infrastruktur und bereits gewonnenes Wissen integrieren (Ballentine und Thomas 2018; Werner 2018). Patient:innen können ihre Medikamente bedarfsorientiert, vorgepackt und vorsortiert erhalten – und sind bei der korrekten Dosierung nicht länger auf Gesundheitsfachkräfte angewiesen (Barton und Brandt 2018).⁷³ Mit der Übernahme

PillPacks ging im November 2020 der Markteintritt der *Amazon Pharmacy* einher (Blasius 2020). Ärzt:innen können Rezepte direkt an die Versandapotheke senden; über das verknüpfte *Amazon*-Konto der Patient:innen kann dann eine Lieferung der Medikamente ausgelöst werden – seine *Prime*-Kund:innen beliefert der Konzern kostenlos (Blasius 2020; Egert 2020; Schersch 2020).

Zunächst beschränkte sich das Einsatzgebiet auf den US-amerikanischen Markt, doch wurden Warenzeichen für *Amazon Pharmacy* auch in Kanada, Großbritannien sowie Australien angemeldet (Meskó et al. 2020, S. 35). Im August 2020 ist *Amazon Pharmacy* als Unionsmarke auch in der Europäischen Union gesichert sowie im EU-Handelsregister aufgenommen worden (Rohrer 2020; Blasius 2020). Eine Erschließung des deutschen Marktes erscheine möglich, da *Amazon* hierzulande über den größten Kund:innenstamm innerhalb der EU verfüge. Insbesondere die für Januar 2022 geplante Einführung des E-Rezeptes komme dem Unternehmen zugute (Egert 2020; BMG 2021b).

71 *Amazon* besitzt seit 2017 Lizenzen für den Arzneimittelgroßhandel in mindestens zwölf US-amerikanischen Bundesstaaten (Meskó et al. 2020, S. 34).

72 In den USA dürfen Händler:innen rezeptfreie Arzneimittel vertreiben, was z. B. hierzulande nicht möglich ist (Borsch 2018).

73 Der Dienst richtet sich vor allem an Patient:innen mit chronischen Erkrankungen, die meist regelmäßig diverse Medikamente einnehmen müssen. Neben der Dosierung enthalten die Medikamentenpackungen genaue Anleitungen zur korrekten Einnahme (Barton und Brandt 2018).

SAMSUNG ist mit zwei Firmenausgründungen innerhalb des pharmazeutischen Bereichs in Erscheinung getreten: einerseits mit *Samsung Biologics*, das seit 2011 Biopharmazeutika produziert (Samsung Biologics 2020a) und andererseits mit

der 2012 gegründeten *Samsung Bioepis Co. Ltd.*, die sogenannte *Biosimilars*⁷⁴ herstellt (Samsung Bioepis 2020). *Samsung* strebt in der biopharmazeutischen Industrie bis 2023 einen Marktanteil von 30 Prozent an (Inside IT 2021).

SAMSUNG

Samsung
Biologics
Samsung
Bioepis Co. Ltd.

ALIBABA hat *Tmall Online Pharmacy* in die Plattform *Alibaba Health* integriert, um Nutzer:innen eine große Auswahl pharmazeutischer und gesund-

heitsbezogener Produkte anzubieten, wie etwa rezeptfreie Medikamente und gesundheitsrelevante Geräte (alizila 2015).

ALIBABA

Tmall Online
Pharmacy

Tech-Giganten sind zunehmend in unterschiedlichen Bereichen der Arzneimittelversorgung aktiv. Die Produkte und Dienstleistungen beziehen sich vornehmlich auf den Handel und die Logistik, primär von nicht rezeptpflichtigen Medikamenten, aber auch auf die Produktion. *Amazon* verfügt in den USA bereits über eine Online-Apotheke. *Samsung* strebt durch zwei Firmenausgründungen (*Samsung Biologics* und *Samsung Bioepis*) bislang als einziges Unternehmen in die pharmazeutische Industrie.

3.4.8 MOBILITÄT UND LOGISTIK

Im Bereich Mobilität und Logistik wurden erste Aktivitäten einzelner Tech-Giganten identifiziert.

GOOGLEs Drohnenprojekt *Wing* startete unter der *Google*-Abteilung „X“ und wurde 2018 zu einem Teil von *Alphabet*. Die vollelektrischen Drohnen transportierten mit ihren ersten offiziellen Lieferungen Erste-Hilfe-Kästen, Wasser und Lebensmittel in Australien (Hemmerdinger 2020). Vor dem Hintergrund der Covid-19-Pandemie sind während des Lockdowns im US-amerikanischen Virginia u. a.

Medikamente geliefert worden (Block 2020). Drohnenauslieferungen unterliegen strengen Regeln der US-Luftfahrtbehörde Federal Aviation Administration (FAA). Um lizenziert zu werden, nehmen Projekte wie *Wing* an dem Pilot-Programm FAA Unmanned Aircraft Systems Integration teil (Bradbury 2020).⁷⁵

GOOGLE / ALPHABET

Wing

AMAZON *Prime Air* will zusammen mit *Amazon Pharmacy* die Flugzeug-, Logistik- und Arzneimittelbranche transformieren, indem es den

Markt für den Arzneimittelversand um Drohnenlieferungen erweitern möchte. Mit einer neuen Technologie sollen auch verschreibungspflichtige

AMAZON

Amazon
Prime Air

74 „Biosimilars sind Nachahmerpräparate von Biopharmazeutika, also von biotechnologisch hergestellten Arzneimitteln“ (VfA 2019).

75 Auch *Amazon* besitzt diese Lizenz, um mittels *Amazon Prime Air* künftig Pakete via Drohne ausliefern zu können (Bradbury 2020).

Medikamente per Drohne geliefert werden dürfen (Goulding 2020).

Amazon verkauft bereits medizinische Hilfsmittel und möchte zu einem wichtigen Lieferanten für

Krankenhäuser und medizinische Einrichtungen in den USA werden, berichtet das Wall Street Journal (Paavola 2018).

Im Bereich Mobilität und Logistik können einige wenige Aktivitäten der Tech-Giganten identifiziert werden. Darunter finden sich vor allem Drohnenprojekte.

3.4.9 GESUNDHEITSMARKT

Tech-Giganten erschließen den Gesundheitsmarkt durch vielfältige Aktivitäten. Dabei haben Partnerschaften und Kollaborationen sowie gemeinschaftliche Projekte und Programme eine wesentliche Bedeutung. Außerdem tätigen die Unternehmen strategische Investitionen in Start-ups und eigene Ausgründungsprojekte sowie Akquisitionen. Dadurch können sie bedeutsame Marktzugänge erschließen und Kompetenzen für eine erfolgreiche Expansion in den Gesundheitsmarkt gewinnen (Kindermann und Lindemann 2018, S. 54). Es wird erwartet, dass sich zwischen den unterschiedlichen etablierten Akteur:innen des Gesundheitswesens und den Tech-Giganten künftig immer mehr und vielfältigere Kooperationen bilden, die maßgeblich daran beteiligt sein werden, das Gesundheitswesen und die Gesundheitsversorgung der Zukunft zu formen (vgl. u. a. Krüger-Brand 2020; Choueiri et al. 2020; Choueiri et al. 2019; Juul 2019; Hahn und Schreiber 2018). In dieser Studie befragte Expert:innen teilen diese Annahme.

PARTNERSCHAFTEN, PROGRAMME UND PROJEKTE

Die partnerschaftliche Zusammenarbeit in Projekten, Initiativen und Programmen ermöglicht den Beteiligten, komplexe Herausforderungen anzugehen, die ein einzelnes Unternehmen bzw. eine einzelne akademische Institution kaum erreichen kann, indem Wissen, Expertise und Ressourcen gebündelt werden. Vor allem Public-Private Partnerships (PPP) – kooperative Vereinbarungen zwischen zwei oder mehr privatwirtschaftlichen und öffentlichen Parteien – werden als Erfolg versprechend angesehen. PPPs können etwa private und öffentliche Kliniken, ambulante Leistungserbringer:innen, pharmazeutische und medizintechnische Unternehmen, IT-Unternehmen und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) umfassen. Ihre Formen können variieren von projektspezifischen Kollaborationen über langfristige strategische Allianzen bis hin zu komplexen Multi-Parteien-Konsortien (Ballantyne und Stewart 2019, S. 316–317; Yildirim et al. 2016, S. 3–5).

GOOGLE / ALPHABET führen vielfältige Kollaborationen und Projekte mit zahlreichen Unternehmen, Forschungszentren und Einrichtungen im Gesundheitswesen durch.

UK National Health Service (UK NHS) – Google DeepMind Partnership

Googles Aktivitäten im Gesundheitswesen werden u. a. durch *DeepMind Health* vorangetrieben. Die Übernahme von *DeepMind* ermöglicht *Google*, große Datenmengen zu verarbeiten und zu nutzen, um KI-basierte Systeme und Anwendungen zu entwickeln. So kooperierte *Google DeepMind* mit dem Nationalen Gesundheitsdienst Großbritanniens (UK NHS) bei der Entwicklung einer App für Nierenerkrankungen (Ballantyne und Stewart 2019, S. 321; Hawkes 2016). Im Rahmen der Partnerschaft belieferte der UK NHS den Tech-Giganten im Jahr 2015 mit insgesamt 1,6 Mio. vollständigen Patient:innenakten inklusive der dort gespeicherten personenbezogenen Daten, die auch sensible Informationen etwa in Bezug auf Schwangerschaftsabbrüche, Drogenmissbrauch und HIV-Status enthielten. *Google DeepMind* nutzte die Daten für die App *Streams*, die bei Nierenerkrankungen zum Einsatz kommt (vgl. Kapitel → 3.3).

Die Weitergabe der Daten wurde in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert, zumal der Konzern keine informierte Einwilligung der Versicherten in die Datenweitergabe eingeholt hatte (Ballantyne und Stewart 2019, S. 321; Hern 2017). 2019 wurden die App *Streams* sowie das Team der *DeepMind Health* in die Abteilung *Google Health* eingegliedert. Dies führte erneut zu Kontroversen, da *DeepMind* zu Beginn der Kollaboration mit dem UK NHS versichert hatte, dass die erhaltenen Gesundheitsdaten nicht mit Produkten oder Dienstleistungen von *Google* verknüpft würden (King 2019; Hern 2018).

Project Nightingale: Ascension-Google Partnership

Google kooperiert seit 2018 innerhalb des *Project Nightingale* mit *Ascension*, einem großen US-amerikanischen Gesundheitsdienstleister mit 150 Kliniken und zahlreichen ambulanten Gesundheitseinrich-

tungen (Hurtz 2019). Im *Project Nightingale* erhält *Google* laut Wall Street Journal Zugriff auf umfassende gesundheitsbezogene Daten – wie etwa Labordaten, Behandlungsdaten und Krankenhausberichte – von Millionen US-amerikanischen Patient:innen aus 21 Bundesstaaten (Copeland 2019). Das gemeinschaftliche Projekt ist sehr umstritten, da weder Ärzt:innen noch Patient:innen darüber informiert wurden, dass die Gesundheitsdaten weitergegeben und innerhalb der *Google Cloud* gespeichert werden. *Google* und *Ascension* hingegen geben an, ihr Vorgehen sei datenschutz- und sicherheitskonform mit dem US-amerikanischen Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA), der eine Weitergabe der Daten erlaube, soweit sie der Verbesserung der Versorgung dienen (Hurtz 2019).

Allianzen mit Pharmaunternehmen

Googles Ausgründung *Verily Life Sciences, LLC* (*Verily*) unterhält langfristige strategische Allianzen mit Pharmaunternehmen wie *Otsuka*, *Novartis*, *Pfizer* und *Sanofi*, um Arzneimittelforschung und -entwicklung voranzutreiben (Farr 2019a) (vgl. Kapitel → 3.5).

Google-Cloud-Partnerschaften und -Allianzen

Eine Partnerschaft unterhält *Google Cloud* seit 2019 mit der US-amerikanischen Mayo Clinic. So nutzt die Klinik die *Google Cloud Healthcare API*, um die Datenkapazitäten und -interoperabilität zu verbessern (Meskó et al. 2020, S. 11).

Eine weitere Kooperation, zwischen *Google Cloud* und dem Broad Institute of Harvard and MIT, ermöglicht die Verbindung der Infrastruktur von *Cloud Life Sciences* mit den Genomanalyseinstrumenten der Forschungseinrichtung (Meskó et al. 2020, S. 12). Zusammen mit diesen und weiteren Gesundheitsunternehmen, Forschungszentren und Gesundheitsversorger:innen, wie dem Brigham Research Institute at Brigham and Women's Hospital (BWH), dem Ontario Institute for Cancer Research und dem Wellcome Trust Sanger Institute / European Bioinformatics Institute, bildet *Google Cloud* die *Global Alliance for Genomics and*

GOOGLE / ALPHABET

UK NHS –
Google
DeepMind
Partnership

Project
Nightingale

Allianzen mit
Pharmaunter-
nehmen

Google-Cloud-
Partnerschaften
und -Allianzen

Weitere
exemplarische
Partnerschaften

Health. Diese haben sich der Entwicklung gemeinsamer Ansätze für einen sicheren und effektiven Austausch von genomischen und klinischen Daten innerhalb von Clouds verschrieben (Meskó et al. 2020, S. 12; Writer 2014).

Weitere exemplarische Partnerschaften

Google führt eine Partnerschaft mit dem Mount Sinai Hospital in New York City, wobei die Plattform *Google Nest* auf Covid-19-Krankensstationen implementiert wurde, um den Gesundheitszustand der Patient:innen elektronisch zu erfassen sowie Daten zur Erkrankung zu sammeln (Meskó et al. 2020, S. 17).

Verily Life Sciences, LLC. (*Verily*) führt Partnerschaften mit den Universitäten Stanford und Duke im Rahmen einer longitudinalen Studie, dem *Project Baseline* (Meskó et al. 2020, S. 11; Krüger-Brand 2020, S. 376) (vgl. Kapitel → 3.5).

Zusammen mit *GlaxoSmithKline*⁷⁶ (*GSK*) gründete *Verily* das Start-up *Galvani Bioelectronics* zur Erforschung bioelektrischer Mikroimplantate (Donner 2020).

Google for Startups Accelerator ist ein dreimonatiges Programm, das Start-ups aus verschiedenen Bereichen wie Gesundheit, Wellness und Fitness durch u. a. Workshops, Mentoring und strategische Unterstützung fördern soll (Frank 2021).

Google ist auch unternehmerischer Gründungspartner der *Singularity University*, einer global vernetzten Lern- und Innovationsgemeinschaft, die mit Bildungsangeboten für Führungskräfte, hochkarätigen Konferenzen, Innovationsberatungen und weiteren Programmen, Unternehmensgründungen und -netzwerken in den Bereichen KI, Robotik und digitaler Biologie und Medizin fördern möchte (*Singularity Group* o. A. a. o. A. b).

APPLE

Partnerschaften mit Universitäten und Forschungseinrichtungen

Partnership on AI

Partnerschaft mit IBM

APPLE unterhält zahlreiche Forschungsprojekte mit Partner:innen, wie Universitäten sowie Forschungs- und Gesundheitseinrichtungen (vgl. Kapitel → 3.5)

Das *Partnership on AI (PAI)* ist eine Organisation, die Möglichkeiten und Potenziale der KI im Kontext von u. a. Bevölkerungsgesundheit, Nachhaltigkeit und Bildung kommunizieren will. Hinter *PAI* stehen Tech-Giganten wie *Apple*, *Meta* (vormals *Facebook*), *Google*, *DeepMind*, *Amazon*, *IBM*, *Samsung* und *Microsoft*, aber auch NGOs und humanitäre

Organisationen. Neben der Wissensvermittlung an die allgemeine Öffentlichkeit bemüht sich *PAI*, über Risiken und identifizierte sicherheitskritische Aspekte beim Einsatz von KI zu informieren (*PAI* 2021a, 2021b).⁷⁷

Seit 2014 kooperieren *Apple* und *IBM*, um KI-basierte Unternehmenslösungen und Cloud-basierte Dienste bereitzustellen, indem die Synergien des ML von *Apple* und *IBM Watson* genutzt werden sollen (*IBM* 2020c; *Apple* 15.07.2014).

META

(vormals Facebook)

Oculus Quest
fastMRI

Chan Zuckerberg Initiative, LLC.

METAs (vormals *Facebook*) Partnerschaft mit dem Children's Hospital Los Angeles (CHLA) hinsichtlich der Virtual Reality-Brille *Oculus Quest* wird in Kapitel → 3.3 beschrieben.

Ausführungen zur Partnerschaft von *Facebook AI Research (FAIR)* und der New York University (NYU) Langone Health hinsichtlich *fastMRI* sowie Ausführungen zur *Chan Zuckerberg Initiative, LLC. (CZI)* finden sich in Kapitel → 3.5.

⁷⁶ *GlaxoSmithKline (GSK)* ist ein britisches, weltweit agierendes Pharmaunternehmen. Sein Fokus liegt auf der Entwicklung und Produktion von Impfstoffen, Medikamenten und allgemeinen Gesundheitsprodukten für Verbraucher:innen (*GSK* 2021a, 2021b).

⁷⁷ Medienberichte stellen jedoch heraus, dass vor allem NGOs mit der Vermittlung kritischer Aspekte, nicht zufrieden seien (*Johnson* 2020).

AMAZON kooperiert mit *Care Medical* bei dem telemedizinischen Gesundheitsangebot *Amazon Care* (vgl. Kapitel →3.4.5). Im Rahmen von *Haven Healthcare* schloss *Amazon* 2018 ein Joint Venture mit *JPMorgan Chase* und *Berkshire Hathaway*, das laut Medienberichten Ende Februar 2021 aufgelöst worden ist (Son 2021; Toussaint 2021) (vgl. Kapitel →3.4.6).

Die Cloud-basierte Lösung *Amazon Web Services (AWS)* inklusive der *Amazon Neptune Technology* wird von Partner:innen wie *Illumina* für genomische Sequenzierung und Datenspeicherung genutzt (Meskó et al. 2020, S.36). Auf Grundlage der *AWS* entwickeln Partner:innen auch eigene Anwendungen, wie etwa die US-amerikanische *Cleveland Clinic* eine klinische Neurologie-App (Meskó et al. 2020, S.36). *AWS* startet 2021 ein erstes Förderprogramm für Start-ups im Gesundheitswesen, das zehn ausgewählte Unternehmen einschließt. Die Start-ups entwickeln u. a. Sprachassistent:innen, Virtual Reality (VR)-Technologien und Fernüberwachungsprogramme. *Amazon* fördere die Start-ups des Programms mit finanziellen Ressourcen, Know-

how und seiner Marke, so Ulrike Deetjen, Partnerin bei der Unternehmensberatung *McKinsey* (Rybicki 2021).

Amazons Alexa

Hinsichtlich *Amazons* KI-basierter Sprachassistentin *Alexa* sind besonders zahlreiche Partnerschaften und Projekte zu verzeichnen (vgl. Kapitel →3.2).

In *Amazon Echos* und *Amazon Echo Dots* wurde ein von der US-amerikanischen *Mayo Clinic* entwickeltes Instrument für Covid-19 implementiert, das Unterstützung bei der Symptomkontrolle und Prävention bietet (Meskó et al. 2020, S.38).

Ausführungen zu *Amazons* Kollaborationen mit Großbritanniens Nationalem Gesundheitsdienst (UK NHS), *Boston Children's Hospital*, *Ada Health*, *Merck & Co., Inc.*, der Techniker Krankenkasse (TK) sowie zu den Projekten *KidsMD* und dem *Smart Hospital Room Pilot Project* mit dem *Los Angeles' Cedars-Sinai Health Centre* finden sich in Kapitel →3.2 und →3.3.

MICROSOFT *HoloLens* wird bereits in einer Kollaboration mit der US-amerikanischen *Case Western Reserve University* und der *Cleveland Clinic* im Rahmen des *Health Education Campus* angewandt. *HoloLens* bietet eine holographische Simulation menschlicher Körperteile aus unterschiedlichen Perspektiven, um die Verwendung menschlicher Leichname in Anatomiekursen der medizinischen Studiengänge zu ersetzen (Snyder 2019) (vgl. Kapitel →3.3).

Darüber hinaus werden in Partnerschaften mit u. a. *CAE Healthcare* und *Medivis* Softwareprogramme für die *HoloLens* entwickelt, die Chirurg:innen präoperativ in der Planung der Eingriffe sowie während der Operationen unterstützen können (Meskó et al. 2020, S.29).

In einer Partnerschaft mit der *University Washington* entwickelte *Microsoft* 2019 im *Molecular Information Systems Laboratory* erstmalig u. a. ein automatisiertes System zur Datenspeicherung auf künstlicher DNA (Ceze et al. 2019; Woopen et al. 2020).

Microsofts AI and Cloud Partnerships

Microsoft Healthcare NExT

Mit *Healthcare NExT (New Experiences and Technologies)* bezeichnet *Microsoft* eine 2017 ins Leben gerufene Initiative, die durch den Einsatz von KI- und Cloud-basierten Technologien die Gesundheitsversorgung tiefgreifend transformieren soll. Dazu sollen Forschung, KI und die Expertise der Partner:innen verbunden werden. Zur Erschließung neuer Möglichkeiten der KI-Anwendung im Gesundheitswesen investiert die Initiative in Ressourcen

AMAZON

Care Medical
Partnerschaften zu Amazon Web Services, u. a. *Illumina*, *Cleveland Clinic*
AWS Förderprogramm
Partnerschaften und Projekte zu Amazon Alexa und Amazon Echo
Partnerschaften mit UK NHS, Kliniken und Pharmaunternehmen
KidsMD
Smart Hospital Room Pilot Project

MICROSOFT

HoloLens, u. a.:
Case Western Reserve University
Cleveland Clinic
CAE Healthcare
Medivis
Molecular Information Systems Laboratory mit University Washington
Microsoft Healthcare NExT

Microsoft AI for Health, u. a.:
 Novartis AI Innovation Lab
 PATH
 IRIS
 Cascadia Data Discovery Initiative
 Weitere Partnerschaften zu Microsoft AI, Microsoft Cloud und Microsoft Genomics mit Universitäten, Kliniken und Gesundheitsunternehmen
 Project EmpowerMD
 Hospital Exam Room of the Future
 Partnerschaften zu Microsoft Azure und Microsoft (Azure) Health Bot Service

wie z. B. die *Microsoft AI in Health Partner Alliance*, deren Mitglieder Schulungen, Zugang zu *Microsofts* Technologien, Expertise und Daten erhalten (Microsoft 16.02.2017).

Microsoft AI for Health

Microsoft AI for Health ist ein Fünfjahresprogramm innerhalb der *Microsoft AI for Good Initiative* (vgl. Kapitel → 3.1), das Forschungseinrichtungen Zugang zu Ressourcen, Technologien und Know-how verschaffen soll, um Herausforderungen globaler Gesundheit anzugehen. So sollen 40 Mio. US-Dollar in die Erforschung von KI im Gesundheitswesen investiert werden. Das Programm fokussiert sich auf die Bereiche (1) Forschung zu Prävention, Diagnostik und Therapie von Erkrankungen, (2) Schutz vor globalen Gesundheitskrisen, (3) Reduktion von Ungleichheiten im Zugang zur Gesundheitsversorgung (Microsoft Schweiz 30.01.2020a; Microsoft 2020).

Die *Novartis Foundation* ist Teil der *AI for Health*, um die pharmazeutische Expertise sowie das Wissen um KI und Datenmanagement der beiden Unternehmen zu verbinden. Das hierfür gegründete *Novartis AI Innovation Lab* soll die Forschungs- und Entwicklungszeit von Medikamenten verkürzen, mehr Patient:innen schneller erreichen sowie Kosten reduzieren (Evans 2020). Dabei unterstützt *Data42*, eine Datenplattform, die mittels KI Erkenntnisse aus klinischen Studiendaten generieren will (Novartis Schweiz 2021).⁷⁸ So arbeiten *Microsoft* und *Novartis Foundation* u. a. an der Entwicklung einer KI-basierten Gesundheitstechnologie, um einen Bildatlas für Lepra zu erstellen. Damit sollen die Früherkennung der Erkrankung unterstützt und betroffene Patient:innen vor Nerven-

schäden bewahrt werden (Novartis Foundation 29.07.2020; Microsoft Schweiz 30.01.2020b).

In einer weiteren Partnerschaft der *AI for Health* mit dem Integrative Brain Research Institute of Seattle Children's Hospital sowie *Veritas Genetics* wird eine Datenbank mit genetischen und phänotypischen Daten zur Erforschung der Kindersterblichkeit und des Plötzlichen Kindstodes (SIDS)⁷⁹ entwickelt, die auf *Microsoft Genomics* und *Microsoft Azure* basiert (Microsoft Schweiz 30.01.2020a; Bangur 2019).

PATH (Program for Appropriate Technology in Health) ist eine von *AI for Health* geförderte Non-Profit-Organisation (NPO), die in über 70 Ländern operiert. Ziel ist es, mittels KI den Zugang zur Gesundheitsversorgung zu verbessern und Ansätze zur Diagnose und Behandlung von Krankheiten zu erarbeiten (PATH 2021, 29.01.2020).

IRIS (Intelligent Retinal Imaging Systems) ist ebenso ein Teil der *AI for Health*-Initiative. *IRIS* bietet eine Cloud-basierte bildgebende Diagnostiktechnologie, die bei diabetischer Retinopathie eingesetzt wird (IRIS 2020, 2017).

Die *Cascadia Data Discovery Initiative (CDDI)* als Teil der *AI for Health* ist ein Zusammenschluss von Fred Hutchinson Cancer Research Centers, BC Cancer, University of British Columbia, University of Washington eScience Institute und dem Knight Cancer Institute at Oregon Health & Science University. Der Fokus liegt auf dem Austausch biomedizinischer Daten in einem robusten Datenökosystem. Dabei soll eine datenbasierte Forschung unterstützt und der Austausch dieser Informationen zwischen den Institutionen gefördert und beschleunigt wer-

78 *Novartis* nutzt hierfür klinische Studiendaten, die in den vergangenen 20 Jahren erhoben und gespeichert wurden. Dies umfasst etwa 20 Petabyte Daten aus 2.700 *Novartis*-Studien. Bisher konnte *Novartis* diese Daten erheben und zusammenführen, aber nicht effizient genug analysieren. Diese Daten bergen insbesondere das Potenzial, Korrelationen zwischen Erkrankungen und Medikamenten zu untersuchen (Novartis Schweiz 2021; Mijuk 2020).

79 Dafür wurden zunächst Daten der US-amerikanischen Gesundheitsbehörde Centers for Disease Control and Prevention (CDC) verwendet, die bereits 26 Mio. Geburten und Todesfälle umfassen. Ergänzt wurden diese durch weitere US-amerikanische Datensätze, die insgesamt einen Geburtszeitraum von sechs Jahren erfassen. So konnten Korrelationen, wie eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für SIDS im Zusammenhang mit dem Rauchverhalten der Schwangeren, festgestellt werden (Lee 2019).

den (Fred Hutch 2021a; Fred Hutch News Service 29.01.2021).

AI for Health unterstützt aktuell auch internationale Wissenschaftler:innen bei der Covid-19-Forschung mit finanziellen Ressourcen, wissenschaftlicher Expertise und Ressourcen hinsichtlich KI und Cloud Computing (Meskó et al. 2020, S. 31).

Weitere exemplarische Microsoft AI und Cloud-Partnerschaften

Microsoft unterhält weitere Partnerschaften in Bezug auf KI, etwa mit der University of California, Los Angeles (UCLA Health), zur Entwicklung prädiktiver Algorithmen im Zusammenhang mit Krankheitsprognosen (Meskó et al. 2020, S. 27).

In einzelnen Partnerschaften, beispielweise mit dem finnischen Helsinki University Hospital, dem US-amerikanischen Telemedizinunternehmen *Hope Care* und dem portugiesischen Cova da Beira Hospital Center, wird *Microsoft Azure* angewandt, um eine elektronische Überwachung des Gesundheitszustandes chronisch erkrankter Patient:innen sicherzustellen (Meskó et al. 2020, S. 30).

Microsoft Azure unterstützt u. a. das University of California Health Department (UCLA Health) mittels einer Plattform, über die klinische Daten und Forschungsdaten gesichert und verwaltet werden können. Dies soll die klinische Forschung und die Patient:innenversorgung beschleunigen (UCLA Health 30.05.2019).

Im *Project EmpowerMD* forscht Microsoft mit dem University of Pittsburgh Medical Center (UPMC) an einem KI-basierten Assistenzsystem für medizinisches Personal, das 2019 in einer Kollaboration mit *Nuance Communications Inc.* innerhalb des *Hospital Exam Room of the Future* implementiert wurde (Meskó et al. 2020, S. 26; Microsoft News Center 17.10.2019) (vgl. Kapitel → 3.3).

Microsoft kollaboriert seit 2019 mit *SilverCloud Health*, dem Anbieter einer digitalen Plattform, die Dienste im Bereich psychischer Gesundheit bietet. *Microsofts* KI-basierte Technologien werden mit dem Fachwissen von *SilverCloud Health* kombiniert, um eine personalisierte psychische Gesundheitsversorgung einschließlich Früherkennungs- und Behandlungsmaßnahmen bereitzustellen (*SilverCloud Health* 02.10.2019).

Der KI-basierte virtuelle Assistent *Microsoft (Azure) Health Bot Service* (vgl. Kapitel → 3.3) wird in Kooperationen mit Gesundheitsorganisationen wie etwa *Premiera Blue Cross* und *Quest Diagnostics* entwickelt und angewandt (Roach 2019).

Eine weitere Partnerschaft unterhält *Microsoft Azure* mit dem Softwareunternehmen *Epic*, um Cloud-basierte Lösungen in der Gesundheitsversorgung voranzutreiben (Meskó et al. 2020, S. 28).

Microsoft Genomics wird in einer Kooperation mit dem Klein Lab an der Ichan School of Medicine at Mount Sinai verwendet, um große genomische Datenbestände zu analysieren und die Dateien zu archivieren (Microsoft Customer Stories 2018).

Im St. Jude Children's Research Hospital wurde *Microsoft Genomics* zur pädiatrischen Krebsforschung sowie zum Aufbau der Plattform *St. Jude Cloud* verwendet, die genomische Daten innerhalb der pädiatrischen Onkologie bereitstellt (Meskó et al. 2020, S. 28; St. Jude Cloud 2021).

Ausführungen zu *Microsofts* Partnerschaften mit dem Pharmaunternehmen *Shire* und der NGO EURORDIS finden sich in Kapitel → 3.5.

IBM

Partnerschaften zu IBM Watson mit Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen u.a.:

Mayo Clinic

Quest
Diagnostics

Allianz mit
Apple, Johnson
& Johnson und
Medtronic

IBM unterhält zahlreiche Partnerschaften im Rahmen seines KI-basierten Supercomputerprojekts *Watson*. *Watson Health* kooperiert mit Unternehmen und Institutionen, um die medizinische Entscheidungsfindung dahingehend zu verbessern, dass diagnostische Fehler reduziert, Therapien optimiert und schließlich eine personalisierte Medizin etabliert werden kann (Meskó et al. 2020, S. 40).

Durch eine Allianz mit *Apple*, *Johnson & Johnson* und *Medtronic* entstehen große Datensätze mit Fitness-, Ernährungs- und Vitaldaten der Nutzer:innen von *Apple iPhones* und *iPads*. Auch der Pharmakonzern *Johnson & Johnson* sowie das Medizintechnikunternehmen *Medtronic* stellen gesundheitsrelevante Daten bereit, die von *Watson Health* analysiert werden sollen, um personalisierte Gesundheitsangebote zu entwickeln, wie etwa Gesundheits-Apps für Patient:innen (Dow Jones & Company 14.04.2015).

IBM kooperiert mit einigen Gesundheitseinrichtungen, Forschungslaboren und Universitäten, um seine Technologien (*IBM Hybrid Cloud* und *IBM*

Watson) in der Praxis zu testen. Darunter findet sich beispielsweise die US-amerikanische Mayo Clinic (IBM 2020d; Streed 2020).

In Kooperation mit *Quest Diagnostics* hat *Watson Health* 2016 die Anwendung *Watson for Genomics* eingeführt, deren Algorithmen Publikationsdaten interpretieren und schließlich individuelle Behandlungsoptionen auf genetischer Grundlage bestimmen sollen. Die Anwendung ist in zahlreichen US-amerikanischen Kliniken verfügbar. In der portugiesischen Germano de Sousa Group wird *Watson for Genomics* zur beschleunigten Interpretation genomischer Analysen angewandt. 2019 wurde die Anwendung vom schweizerischen Universitätsklinikum Hôpitaux Universitaires Genève (HUG) in die medizinische Entscheidungsfindung auf Grundlage individueller Genetik implementiert (Meskó et al. 2020, S. 41–42).

Ausführungen zu *IBMs* Partnerschaft mit *Graticule* finden sich in Kapitel →3.5.

INTEL

Broad Institute
of Harvard

Medical
Informatics
Corporation

General Electric
Healthcare

Partnerschaften
mit Unter-
nehmen und
Universitäten

INTEL widmet sich in einer Kooperation mit dem Broad Institute of Harvard der Genomforschung (Intel Corporation 2020a).

Vor dem Hintergrund der Covid-19-Pandemie wird in Zusammenarbeit mit *Medical Informatics Corporation (MIC)* die Plattform *Sickbay* unterstützt, die es ermöglicht, Bettenkapazitäten der Intensivstationen zu organisieren (Meskó et al. 2020, S. 57).

Intel unterhält eine Partnerschaft mit *General Electric (GE) Healthcare*, um KI-basierte medizinische Bildgebungsverfahren voranzutreiben (Intel Corporation 2020b).

Zudem besteht eine Partnerschaft mit *ConsensSys* und *Leido* im Rahmen des Einsatzes von Blockchain-Technologien (Wayner 2021) (vgl. Kapitel →3.4.2). Ausführungen zu *Intels* Partnerschaften mit der Uni-

versity of California, San Francisco (UCSF), und der University of Pennsylvania finden sich in Kapitel →3.1.

Ausführungen zu *Intels* Partnerschaften mit *Dell Technologies* und *Translational Genomics (TGen)* finden sich in Kapitel →3.5.

NVIDIA hat Partnerschaften mit zahlreichen Institutionen, die *NVIDIA Clara* u. a. in Forschungsprojekten verwenden, wie etwa die Johns Hopkins University und das King's College London (Meskó et al. 2020, S. 45) (vgl. Kapitel → 3.5).

Das Programm *NVIDIA Inception* fördert u. a. gesundheitsbezogene KI- und Deep-Learning-fokussierte Start-ups wie *Qure.ai* und *Infervision* (NVIDIA 2021a; Meskó et al. 2020, S. 46) (vgl. Kapitel → 3.5). *NVIDIA* kollaboriert zudem mit vielen Start-ups, die sich der Erforschung von Covid-19 widmen, indem es *NVIDIA Clara*-Technologien bereitstellt (Meskó et al. 2020, S. 46–47) (vgl. Kapitel → 3.5).

NVIDIA ist Teil des *Covid-19 High Performance Computing (HPC) Consortium*, das von der US-amerikanischen Regierung geführt wird und die Erforschung von Covid-19 durch die Zusammenarbeit

führender akademischer Institutionen und wirtschaftlicher Unternehmen anstrebt. Weitere Mitglieder sind u. a. *IBM*, *Amazon Web Services*, *Google Cloud*, *Microsoft* und *Intel* (*Covid-19 HPC Consortium 2021*; Meskó et al. 2020, S. 46).

NVIDIA führt hinsichtlich seines *Deep Learning Institute* eine Partnerschaft u. a. mit *Tencent*. Ein Ziel ist, KI-Training und technische Expertise u. a. für Entwickler:innen und Forscher:innen anzubieten. Weiter sollen die *NVIDIA GPUs* in *Tencents Cloud* integriert werden. Auch wollen die Tech-Giganten gemeinsam an der Entwicklung neuer Trainingsmöglichkeiten in der KI-Forschung arbeiten (Estes 2017; NVIDIA 2021e).

Ausführungen zu *NVIDIAs* Partnerschaft mit *Recursion* finden sich in Kapitel → 3.5.

NVIDIA

NVIDIA Clara, u. a.:

John Hopkins University

King's College London

NVIDIA Inception Program

Partnerschaften mit Start-ups zu Covid-19-Forschung

Covid-19 High Performance Computing Consortium

Deep Learning Institute

PHILIPS arbeitet mit dem University Medical Center Utrecht (UMCU) zusammen, indem Technologien des Tech-Giganten genutzt werden, um an Covid-19 erkrankte Patient:innen per Fernüberwachung zu kontrollieren (Philips 2020b). In einer Partnerschaft mit der Universitätsklinik Rostock im Pilotprojekt *HerzEffektMV*⁸⁰ will *Philips* dazu beitragen, die Versorgung von Patient:innen mit Herzkrankheiten zu verbessern. Das Unternehmen stellt hierbei die Hardware und die benötigten Apps bereit (Kindermann und Lindemann 2018, S. 55).

Im Rahmen des *Health Innovation Port (HIP)* wird die Zusammenarbeit von Start-ups mit etablierten Akteur:innen im Gesundheitswesen ermöglicht. Ziel ist eine gemeinsame Ideenentwicklung sowie die Erarbeitung neuer Geschäftsmodelle, wofür Partnerschaftsnetzwerke sowie die nötige Infrastruktur bereitstehen. Teil des *HIP* sind u. a. die

Techniker Krankenkasse (TK) und die Asklepios Kliniken (HIP 2018).

Philips stattet seit 2018 kooperierenden Kliniken mit zeitgemäßen Technologien aus, wie etwa Ultraschall- und Röntgengeräten. In Deutschland ging *Philips* zuletzt langfristige strategische Partnerschaften u. a. mit den Kliniken der Stadt Köln und dem Städtischen Klinikum München ein (Philips 2019a, 2019b, 12.07.2018).

GHA (German Health Alliance)

Die *German Health Alliance (GHA)* ist eine Initiative des Bundesverbands der Deutschen Industrie e. V. (BDI), die aus dem *German Healthcare Partnership (GHP)* hervorging und aktuell 113 Mitgliedsorganisationen einschließlich *Philips* umfasst. Die Unternehmen innerhalb des Netzwerks stammen aus unterschiedlichen Bereichen wie Wirtschaft, Zivilgesellschaft sowie Wissenschaft und Forschung.

PHILIPS

University Medical Center Utrecht

Universitätsklinik Rostock

Health Innovation Port

Allianzen mit deutschen Kliniken

German Health Alliance

80 Das Pilotprojekt *HerzEffektMV* führt die Krankenakten der Patient:innen und Daten aus Wearables in einer Datenbank von *Philips* zusammen, zu der Patient:innen und Gesundheitsfachkräfte sowie weitere Gesundheitsdienstleister:innen Zugang haben. Dabei koordiniert die Uniklinik Rostock alle beteiligten Personen und ist verantwortlich dafür, dass Behandlungen umgehend angepasst werden, sofern sich die erhobenen Daten der Patient:innen verändern (Kindermann und Lindemann 2018, S. 55).

Das Netzwerk soll die Gesundheitsinfrastruktur und den Zugang zu gesundheitsrelevanten Ressourcen stärken (GHA 2021).

Ausführungen zu *Philips* Partnerschaft mit *Huawei* finden sich in Kapitel →3.5.

SIEMENS

Städtisches
Klinikum
Braunschweig

Partnerschaften
zu Siemens
Healthineers
Digital Eco-
system u. a. mit
Combinostics

Partnerschaft
mit Radboud
University
Medical Center
im Medical
Innovation and
Technology
expert Center
und zu Syngo.
Breast Care

Partnerschaft
mit Novartis zu
Biomarker-Tests

SIEMENS führt eine Partnerschaft mit dem Städtischen Klinikum Braunschweig hinsichtlich der medizintechnischen Ausstattung des Hauses (Handelsblatt 2018).

Siemens Healthineers hat im Rahmen seines *Digital Ecosystems* fast 2.000 Partnerschaften in 50 Ländern geschlossen, um beteiligten Gesundheitsdienstleister:innen einen Zugang zu digitalen gesundheitsrelevanten Innovationen zu ermöglichen. So arbeitet *Siemens Healthineers* beispielsweise mit dem Unternehmen *Combinostics* zusammen, das mit der Anwendung *cNeuro cMRI* die Früherkennung neurodegenerativer Erkrankungen auf Grundlage bildgebender Verfahren des Gehirns unterstützt (Siemens Healthineers 06.03.2018).

Siemens Healthineers kooperiert mit dem Radboud University Medical Center in Nijmegen im Medical Innovation and Technology expert Center (MITeC), indem es neue Technologien für minimalinvasive

Eingriffe, die mit bildgebenden Verfahren unterstützt werden, entwickelt und praxisnah im klinischen Umfeld testet (Radboud University Medical Center 22.12.2020). Eine weitere Zusammenarbeit mit dem Radboud University Medical Center erfolgt zur Brustkrebsfrüherkennung. Hier soll die von *Siemens Healthineers* entwickelte KI-basierte Anwendung *Syngo.Breast Care* Radiolog:innen unterstützen, große Mammographie-Datensätze auszuwerten (Siemens Healthineers 2020b).

Zwischen *Siemens Healthineers* und *Novartis* besteht eine Partnerschaft für die Entwicklung und Vermarktung diagnostischer Biomarker-Tests (Serum-Neurofilament-Light-Chain-Immunoassays, sNFL) zur Diagnose von Multipler Sklerose (MS) und anderen neurologischen Krankheiten. Die Zusammenarbeit soll *Siemens Healthineers* Expertise in der Entwicklung von klinischen Diagnoselösungen steigern (Siemens Healthineers 21.09.2020).

SAP

Iristrace

SAP.iO Foundry
New York
Initiative, u. a.
Droice Lab

SAP kooperiert mit dem Start-up *Iristrace*, das eine Cloud-basierte Plattform zur Unterstützung von Arbeitsabläufen bereitstellt, um bei der Datenerhebung und Auswertung Zeit einzusparen. Vor dem Hintergrund der Covid-19-Pandemie können durch den Einsatz von *Iristrace App Covid Patient Record Management* u. a. die Bettenbelegung in Echtzeit organisiert und medizinische Geräte überwacht werden. Gesundheitsdienstleister:innen können so effizienter Informationen erfassen, analysieren und austauschen. Die Daten werden in der *SAP Data Warehouse Cloud* gespeichert und durch die *SAP Analytics Cloud* analysiert (SAP News Center 29.09.2020).

Das Start-up *Droice Lab* ist Teil der *SAP.iO Foundry New York Initiative* und fokussiert sich auf die Verbesserung der Gesundheitsversorgung mithilfe von KI. *Droice Lab* will Daten von Patient:innen zusammenführen und verarbeiten und konnte bereits 50 Mio. Patient:innendaten in der Zusammenarbeit u. a. mit Gesundheitsversorger:innen und Versicherungen in den USA und Europa zusammenführen (Galer 2020). *Droice Hawk* ist eine KI-basierte Analyseplattform, die tiefer gehende Informationen und Zusammenhänge aus medizinischen Daten diverser Quellen entschlüsseln soll (SAP 2021a; Droice Labs 2021).

Ausführungen zu *SAPs Machine Learning Research im Brain Age Project* finden sich in Kapitel →3.5.

SAMSUNG kooperiert mit *Welldoc* und der American Association of Diabetes Educators (AADE) im Rahmen der Einführung des *Diabetes Wellness Program (DWP)* (Rhew 2018).

Samsung entwickelt gemeinsam mit *Kaiser Permanente* eine Gesundheitslösung zur häuslichen Anwendung in der kardiologischen Rehabilitation, bei der *Samsung Smartwatches* und die App *HeartWise* die Herzfrequenz und die Aktivitäten der Patient:innen überwachen (Landi 2020).

In einer Partnerschaft mit *Medtronic* wird chronisch erkrankten Patient:innen ermöglicht, ihren Gesundheitszustand über mobile Geräte zu kontrollieren (Rhew 2018).

Über Kooperationen mit Unternehmen aus dem Sport- und Fitnessbereich, wie etwa *Calm*, *Fitplan* und *Echelon*, können Nutzer:innen des *Samsung Smart TV* auf Übungen und Anleitungen zugreifen, um Sportprogramme zu absolvieren (Meskó et al. 2020, S. 54) (vgl. Kapitel → 3.2).

Weiterhin hat *Samsung* eine Partnerschaft mit Leistungserbringer:innen geschlossen, um den Gesundheitszustand von Menschen mit kardiovaskulären Erkrankungen über die *Samsung Gear*

Watch zu überwachen und sie zu coachen (Meskó et al. 2020, S. 53; Rhew 2018).

Im Rahmen von *Samsung Biologics* kooperiert das Unternehmen mit diversen Partner:innen, darunter das Biotech-Unternehmen *Kineta, Inc.* (Samsung Biologics 2020b).

Samsung ist ein offizieller Partner von *Breezie* (Breezie 2021a, 2021b).⁸¹

Der Tech-Gigant unterhält zudem eine Partnerschaft mit *eCaring*.⁸² Diese hat das Ziel, die Pflege mithilfe von *Samsung Devices* zu optimieren. Insbesondere das *Samsung Galaxy Tab Tablet* soll hier zum Einsatz kommen. Zu den Kund:innen von *eCaring* zählen u. a. Krankenhausketten und Pflegedienstleister:innen (Williams 2016; Belic 2015).

Samsungs SmartThings wird in einer Kooperation mit *Billy*⁸³, vormals *Curo*, zur Fernüberwachung bzw. zum „home monitoring“ für ältere Personen genutzt (Ray 2019). *Samsungs Gear Watches* und die Technologie *SmartThings* werden außerdem in einer ähnlichen Kooperation mit *Reemo*⁸⁴ verwendet (Holland 2016b).

SAMSUNG

Diabetes Wellness Program mit Welldoc und der American Association of Diabetes Educators

Partnerschaften zu Samsung Smartwatches, u. a. mit

Kaiser Permanente

Medtronic

Calm

Fitplan

Echelon

Partnerschaften zu Samsung Biologics, u. a. mit Kineta

Weitere Partnerschaften mit Gesundheitsunternehmen, u. a. mit

Breezie

eCaring

Billy

Reemo

- 81 *Breezie* ist eine offene Plattform für Anbieter:innen von Senior:innenfürsorge. Durch *Breezie* können Benutzer:innenoberflächen von den jeweiligen Unternehmen angepasst werden und die Pflege kann so erweitert, personalisiert und digitalisiert werden. *Breezie* kann zudem als sprachgesteuerter Assistent agieren und in eine Smarthome-Umgebung integriert werden (Breezie 2021b, 2021a).
- 82 *eCaring* ist eine Software-Plattform für Pflegeanbieter:innen. Damit lassen sich Pflegeaktivitäten einfach und intuitiv dokumentieren. Zudem ist es möglich, über die App eine Erinnerung an die Medikamenteneinnahme einzustellen und einen Überblick über Patient:innen und ihre aktuellen Anforderungen abzurufen (eCaring 2020). *eCaring* wirbt darüber hinaus mit der Sammlung klinischer Informationen, der Erfassung der Medikation sowie der Verhaltensdaten und der Zusammenführung der Daten in der App. Dies soll dazu beitragen, dass pflegebedürftige Menschen weiterhin in ihrer eigenen Häuslichkeit bleiben können (Belic 2015).
- 83 *Billy* ist ein Smarthome Device, das vornehmlich in Australien eingesetzt wird. Es trackt die alltäglichen Aktivitäten von Senior:innen, die weiterhin zu Hause leben möchten. Änderungen in Abläufen kann *Billy* nach einer anfänglichen Kennenlernphase erkennen und Hinweise geben. Es ist mit einer App verbunden, die diese Informationen z. B. an Familienangehörige oder Pflegeeinrichtungen weitergeben kann. *Billy* lernt mithilfe von „*Smart Analytics*“ und ML ohne die Verwendung von Kameras oder Mikrofonen. Die Beobachtung erfolgt über Bewegungssensoren, Multifunktionssensoren sowie ein Hub, das die Kommunikation der Sensoren koordiniert und Signale an die App sendet (Billy 2020).
- 84 *Reemo* entwickelte ursprünglich Gestenkontrolltechnologien für Smarthome Devices. Mittlerweile werden diese Technologien weiterentwickelt, um sie in Wearables für Senior:innen einzusetzen. In Kombination mit den Wearables verwendet *Reemo* eine Health-Monitoring-Plattform, über die Bewegungen, Herzraten, aktuelle Standorte etc. aufgezeichnet und u. a. auch ein Notruf abgesetzt werden kann. So stehen die Senior:innen mit ihren Familienmitgliedern und weiteren Pflege- und Gesundheitsdienstleister:innen in Verbindung, können aber weiterhin selbstständig zu Hause leben (Holland 2017; Reemo Health 2021).

Ausführungen zu *Samsungs* Partnerschaften im Rahmen des *Samsung Gear VR Headset* finden sich in Kapitel →3.5.

Samsungs Kooperation mit *American Well (Amwell)* hinsichtlich der *Live Health Online Platform* wird in Kapitel →3.2 dargestellt.

SONY

mSafety

SONYs *mSafety* wird als umfängliche B2B-Plattform im Bereich der mobilen Gesundheit und im Wellnessbereich angewendet. Das tragbare Gerät *mSafety* erfasst körperliche Aktivitäten und Anstren-

gungen, Vitalparameter und Schlafverhalten der Patient:innen und Nutzer:innen, ohne die Verbindung zu einem Smartphone zu benötigen (Sony 2021b, 2021c).

HUAWEI

Partnerschaft mit Philips

Partnerschaft zu Visualized Drug Screening Platform und Shennong Project Website für Covid-19

Anti-Covid-19-Program

HUAWEI kooperiert mit *Philips* in China seit 2016, indem das Unternehmen eine Cloud-basierte Plattform sowie Internet-of-Things-(IoT)-Lösungen zur Gesundheitsversorgung vorhält (Meskó et al. 2020, S.49).

Huawei Cloud hat in Kooperationen mit den Forschungsinstitutionen *Huazhong University of Science & Technology*, der *Xi'an Jiaotong University* und dem *Beijing Genomics Institute (BGI)* eine *Visualized Drug Screening Platform* für Covid-19 sowie eine Webseite namens *Shennong Project* eingeführt, um die Medikamentenentwicklung zur Covid-19-Therapie zu unterstützen (Huawei 15.04.2020;

Meskó et al. 2020, S. 50). Darüber hinaus wurde ein KI-basiertes Diagnosewerkzeug für die Erkrankung implementiert, das anhand von CTs in zwei kooperierenden Kliniken in Ecuador, im Quito Sur Hospital und im Ceibos Hospital Guayaquil, die Wartezeiten und die Ausbreitung der Erkrankung eingrenzen soll (Meskó et al. 2020, S. 50).

Huawei Cloud initiiert das *Anti-Covid-19-Program*, das Geschäftspartner:innen der *Huawei Cloud* geschäftliche, technologische und marktbezogene Unterstützung bereitstellt (Huawei Technologies Co., Ltd. 07.04.2020).

ALIBABA

Partnerschaften mit Gesundheitsdienstleister:innen

Global MediXchange for Combating Covid-19

Partnerschaft mit GlaxoSmith-Kline

ALIBABAs Gesundheitssparte *Alibaba Health Information Technology Limited* hat Partnerschaften mit 23.000 Gesundheitsversorger:innen, darunter Ärzt:innen, Apotheker:innen und Ernährungswissenschaftler:innen, die täglich mehr als 50.000 Konsultationen online durchführen (Meskó et al. 2020, S. 60).

Die *Alibaba Foundation* ist Partnerin innerhalb des Programms *Global MediXchange for Combating COVID-19 (GMCC)*, das die Kommunikation und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit während der Covid-19-Pandemie vereinfachen soll, indem Kompetenzen hinsichtlich KI und Cloud Computing bereitgestellt werden (Meskó et al. 2020, S. 61).

Im April 2019 starteten *Alibaba* und *GlaxoSmithKline (GSK)* einen gemeinsamen Geschäftsplan, der vorsieht, eine Gesundheitsstrategie auf Basis von Big Data, Marketingmodellen und innovativen Dienstleistungsangeboten für den chinesischen Markt aufzustellen. Das Ziel ist, die chinesischen Kund:innen besser zu erreichen und effektivere Gesundheitsangebote unterbreiten zu können (GlaxoSmithKline 02.04.2019).

Ausführungen zu *Alibabas Ali Health* Partnerschaft mit *Bo'ao Winhealth Rare Disease Medical Center* finden sich in Kapitel →3.5.

TENCENT unterhält Partnerschaften mit den Pharmaunternehmen *Merck* und *Novartis* (Choueiri et al. 2020, S. 5). Seit 2019 besteht eine strategische Kooperationsvereinbarung zwischen *Tencent* und *Merck*, u. a. mit dem Ziel, einen verbesserten Zugang zu digitalen Gesundheitsleistungen sowie eine verstärkt patient:innenzentrierte Versorgung zu schaffen. *Tencent* will hierzu KI, Big Data und Cloud Computing einbringen. Durch digitale Produkte und Dienste soll zudem das Wissen in der Bevölkerung über bestimmte Krankheitsbilder und -verläufe sowie Symptome erweitert werden (Merck Group 23.01.2019). Zwischen *Novartis* und *Tencent* besteht eine Kooperation im Projekt *AI Nurse* – ein KI-basiertes Werkzeug zum Krankheitsmanagement, das speziell für den chinesischen Markt und für am Herzen erkrankte Personen entwickelt wurde. Dabei wird Patient:innen ermöglicht,

Vitalwerte selbst zu erfassen und zu überwachen, während diese gleichzeitig an klinisches Personal und Ärzt:innen weitergeleitet werden. Eine Re-Hospitalisierung soll so verhindert oder aufgeschoben werden (Novartis 2020, 2021).

Zudem besteht eine Kooperation zwischen *Tencent* und *Huma*⁸⁵ zum Auf- und Ausbau eines Netzwerks in der Parkinsonforschung. In einer Studie soll speziell erforscht werden, wie sich das Voranschreiten der Erkrankung mithilfe von Smartphone-Kameras erkennen lässt (Huma 2021b, 2021c)

Ausführungen zu *Tencents* Partnerschaft mit *Babylon Health* finden sich in Kapitel → 3.2, Ausführungen zu *Tencents* Partnerschaft mit *RareStone* in Kapitel → 3.5.

TENCENT

Partnerschaften mit Pharmaunternehmen, u. a.:

Merck

Novartis

Partnerschaften mit Unternehmen, u. a.:

Huma

Babylon Health

RareStone

Tech-Giganten pflegen eine enorme Vielfalt an Partnerschaften und Netzwerken, in denen sie eine unüberschaubare Menge von Projekten und Programmen im Gesundheitswesen durchführen. Die Bandbreite der kollaborativen Zusammenarbeit ist sehr groß und reicht von kurzfristigen gemeinsamen Projekten bis zu langfristigen Allianzen. Zumeist werden Partnerschaften und Allianzen mit Universitäten, staatlichen und privaten Gesundheitseinrichtungen, anderen Technologieunternehmen sowie Pharmaunternehmen gepflegt.

85 *Huma* (vormals *Medopad*) ist ein Software-Start-up, das digitale Biomarker verwendet, um die proaktive Überwachung von Patient:innen durch Wearables und Apps zu erleichtern (Plato Technologies Inc. 16.04.2020; Huma 2021a).

INVESTITIONEN UND AUSGRÜNDUNGEN

Tech-Giganten expandieren auch durch Eigenkapitalinvestitionen im Rahmen von Corporate Venture Capital (CVC). Hierbei wird Kapital in fremde Gesundheits-Start-ups und / oder firmeneigene Ausgründungen (Spin-Offs) investiert. Die jährlichen Investitionen allein der GAFAM-Unternehmen sind in den Jahren 2016 bis 2020 von 13 auf 38 Investitionsgeschäfte gestiegen, die Google mit 15 anführt, gefolgt von Amazon mit 14. Die prognostizierten Zahlen für Investitionen der GAFAM-Unternehmen für 2021 liegen bei 36 (CB Insights 2021).

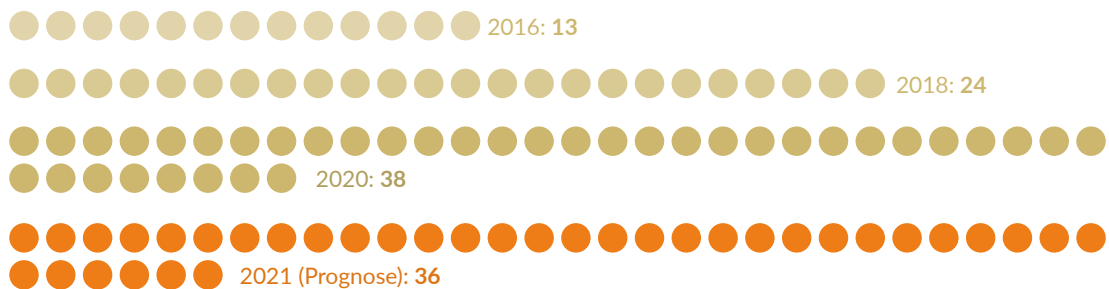


ABBILDUNG 11: Jährliche Investitionsgeschäfte der GAFAM-Unternehmen

Quelle: eigene Darstellung, Daten: CB Insights 2021, Bertelsmann Stiftung

GOOGLE / ALPHABET

23andme
 Doctor on Demand
 Flatiron Health
 Clover Health
 Decibel Therapeutics
 Collective Health
 Spruce Health
 SpyBiotech
 Verily
 Oscar Health
 Practo Technologies

GOOGLE / ALPHABET – „The Alphabet of Investment“ (Meskó et al. 2020, S. 9) ist ein geflügeltes Wort. Der Tech-Gigant ist bekannt für seine massiven Investitionen in andere Unternehmen, darunter auch zahlreiche Gesundheitsunternehmen (Juul 2019; Prendergass 2018).⁸⁶ Als *Google Venture (GV)* bezeichnet, investiert das Unternehmen vornehmlich innerhalb der Biowissenschaften und in sogenanntes „frontier tech“. Vor allem die Bereiche Gesundheitsversorgung, Gesundheitsinformationstechnologie, Diagnostik und Therapie sowie KI, Robotik und Hardware sind von Bedeutung (Meskó et al. 2020, S. 9). So zählen beispielsweise *23andme*, *Doctor on Demand*, *Flatiron Health*, *Clover Health*, *Decibel Therapeutics*, *Collective Health*, *Spruce Health* und *SpyBiotech* nur zu einigen wenigen Beispielen, in die *Google Venture (GV)* investierte (Prendergass 2018).

Zusätzlich dazu finanziert auch *CapitalG*, ein weiterer Investitionsarm von *Alphabet*, u. a. die Unternehmen *Verily Life Sciences, LLC. (Verily)*, *Oscar Health* und *Practo Technologies* mit Wagniskapital (Prendergass 2018; Meskó et al. 2020, S. 10). *Verily* startete als Forschungsprojekt innerhalb der *Alphabet-Forschungsabteilung X Development LLC.* und wurde später ausgegründet. Seither ist es als eigenständiges Forschungsunternehmen im Bereich der Biowissenschaften an zahlreichen Forschungsprojekten beteiligt (Pousttchi et al. 2019; Meskó et al. 2020) (vgl. Kapitel → 3.5.).

23ANDME ist ein US-amerikanisches Biotech-Unternehmen mit Fokus auf der Analyse genetischer Informationen von Privatpersonen. Die Analyse basiert auf eingesendeten Speichelproben und wird auf genetische Krankheiten, weitere Veranlagungen sowie Informationen zur geografischen Herkunft untersucht (23andMe 2021a, 2021b).

DOCTOR ON DEMAND ist ein US-amerikanisches Unternehmen im Bereich der Video-basierten Telemedizin (Doctor On Demand 2021).

⁸⁶ Im Jahr 2019 ist *Google/Alphabet* zusammen mit *Microsoft* und *Tencent* für mehr als 70 Prozent aller Investitionen in digitale Gesundheitsunternehmen und Start-ups verantwortlich, wobei *Google/Alphabet* die Liste mit 57 Unternehmen in seinem Portfolio anführt (Meskó et al. 2020, S. 9).

FLATIRON HEALTH ist ein US-amerikanisches Gesundheitstechnologieunternehmen. Es gewinnt Erkenntnisse aus Daten von Krebspatient:innen im Rahmen von Partnerschaften mit Krebszentren und anderen Unternehmen und will so zu einer Beschleunigung der Krebsforschung und Verbesserung der Pflegequalität beitragen (Flatiron Health 2021).

CLOVER HEALTH ist ein US-amerikanisches Krankenversicherungsunternehmen (Clover Health 2021).

DECIBEL THERAPEUTICS ist ein US-amerikanisches Biotech-Unternehmen mit Fokus auf der Entwicklung von Therapieansätzen, die das Gehör und den Gleichgewichtssinn wiederherstellen oder verbessern sollen (Decibel Therapeutics 2021).

COLLECTIVE HEALTH ist ein US-amerikanisches Tech-Unternehmen und stellt eine Plattform für Gesundheitsleistungen speziell für Angestellte bereit. Auf der Plattform wird eine Vielzahl an Gesundheitsdienstleistungen verschiedenster Unternehmen kombiniert, um eine Übersicht und Hilfe bei der Auswahl der Angebotsmöglichkeiten zu leisten (Collective Health 2021; Hackett 2021).

SPRUCE HEALTH ist ein US-amerikanisches Unternehmen und entwickelt eine telemedizinische Plattform. Diese ermöglicht Video-telefonie zwischen Ärzt:innen und Patient:innen, digitale Zahlungsmöglichkeiten sowie eine Erinnerungsfunktion für Konsultationen (Spruce 2021).

SPYBIOTECH ist ein britisches Unternehmen, das eine Plattform zur Beschleunigung der Impfstoffentwicklung von Infektionskrankheiten, Krebs und chronischen Krankheiten entwickelt hat (SpyBiotech 2021).

AMAZON investiert in das Unternehmen *GRAIL*, während der Ableger *Amazon Alexa in Owlet Baby Care* und *Aaptiv* anlegt (Prendergass 2018).

GRAIL ist ein US-amerikanisches Biotech-Start-up im Bereich der Krebsfrüherkennung. Es wurde 2016 gegründet und erhält seitdem finanzielle Förderung u. a. von Bill Gates, *Bezos Expeditions*, *Google Venture (GV)*, *Tencent* und *Johnson & Johnson*. *GRAIL* möchte Frühdiagnosen im onkologischen Bereich durch Bluttests verbessern und

führt eine große klinische Studie in der Genommedizin durch (Shih 2018; Crunchbase 2021b; Grail, Inc. 2017).

OWLET BABY CARE ist ein US-amerikanisches Unternehmen und bietet Produkte und Technologien zur Gesundheitsüberwachung von Neugeborenen und Kleinkindern an. Dazu zählen u. a. eine Überwachungskamera und eine Funktion zur Schlafüberwachung (Owlet Baby Care 2021).

AAPTIV bietet eine Workout-App, die Trainingseinheiten mit Coaches sowie ein Musikangebot während des Trainings kombiniert (Aaptiv 2021).

APPLEs Ausgründung bezieht sich auf den Aufbau der firmeneigenen *AC Wellness-Kliniken* (AC Wellness 2020) (vgl. Kapitel → 3.4.5).

MICROSOFT investiert u. a. in die beiden Unternehmen *DNAnexus* und *Welltok* und unterstützt im Rahmen des *Microsoft ScaleUp Programms* beispielsweise *Kinestica*, *Eva Diagnostics / Entia* und *NIBS Neuroscience Technologies* sowie *Jintronix* (Prendergass 2018).

DNANEXUS ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das ein globales Netzwerk für Genommedizin auf Basis von Cloud Computing und Bioinformatik geschaffen hat (DNAnexus 2021).

WELLTOK ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das eine ML-gestützte Plattform u. a. im Gesundheitsbereich bereitstellt (Welltok 2021).

KINESTICA ist ein slowenisches Medizintechnik-Unternehmen. Es entwirft, entwickelt und vertreibt medizinische Geräte im Bereich der sensorbasierten und therapeutischen Systeme, die anhand von VR unterstützt und in der Neurorehabilitation eingesetzt werden können (Kinestica 2021).

EVA DIAGNOSTICS / ENTIA ist ein britisches Unternehmen mit Fokus auf Medizintechnologie. Das Unternehmen entwickelt virtuelle Lösungen, die Krebsbehandlungen unterstützen sollen (Entia 2021).

NIBS NEUROSCIENCE TECHNOLOGIES ist ein israelisches Unternehmen, das ein System zur non-invasiven Überwachung, Auswertung und Behandlung von Gehirnerkrankungen entwickelt hat (NIBS Neuroscience Technologies 2021).

JINTRONIX ist ein kanadisches Unternehmen mit Fokus auf der Entwicklung von biomedizinischer 3D-Software, zur Unterstützung von physischer und kognitiver Rehabilitation (Jintronix 2020).

AMAZON

GRAIL

Owlet
Baby Care

Aaptiv

APPLE

AC Wellness

MICROSOFT

DNAnexus

Welltok

Microsoft
ScaleUp
Programm,
u. a.:

Kinestica

Eva Diagnostics / Entia

NIBS

NeuroScience
Technologies

Jintronix

IBM

Pathway Genomics / OmeCare
ApoGen Biotechnologies
Petra Pharma
Modernizing Medicine

IBM Watson gibt Wagniskapital in Gesundheitsunternehmen wie *Pathway Genomics / OmeCare*, *ApoGen Biotechnologies*, *Petra Pharma* und *Modernizing Medicine* (Prendergass 2018).

PATHWAY GENOMICS / OMECARE ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das DNA-Laboranalysen auf genetische Dispositionen durchführt (OmeCare 2021).

APOGEN BIOTECHNOLOGIES ist ein US-amerikanisches Unternehmen mit Fokus auf Biotechnologie. Es will einen neuen

Ansatz für die Krebstherapie entwickeln, der die Entwicklung von Medikamentenresistenzen der Patient:innen ausschließt (ApoGen Biotechnologies 2021).

PETRA PHARMA ist ein US-amerikanisches Pharma-Unternehmen mit Fokus auf neuartige Enzymtargets. Diese werden besonders in der Entwicklung von Krebstherapien sowie für Therapien bei Stoffwechselerkrankungen eingesetzt (pre-IPO Pharma 2021).

MODERNIZING MEDICINE ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das den *Electronic Medical Assistant*, ein Cloud-basiertes elektronisches Krankenaktensystem, entwickelt hat (Modernizing Medicine 2021).

INTEL

Sano
Minha Vida

INTELs Investitionsarm *Intel Capital* legt Wagniskapital in zahlreiche Gesundheitsunternehmen an, wie beispielsweise in *Sano* und im 2004 gegründeten Gesundheits- und Wellnessportal *Minha Vida* (Prendergass 2018; Intel Corporation 05.04.2012).

SANO ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das sich auf die Entwicklung von Sensoren zur Messung metabolischer Daten konzentriert (Lavine 22.06.2015). *Sano* wurde 2020 von *One Drop* akquiriert (One Drop 13.04.2020).

PHILIPS

Mytonomy
Carevive Systems
Orbita
Bright.md
Babyscripts
LindaCare
DEARhealth
LeQuest
Xealth

PHILIPS investiert als *Philips Ventures*⁸⁷ und *Philips Health Technology Ventures Fund* in mehr als 100 gesundheitsbezogene Start-ups, wie beispielsweise *Mytonomy*, *Carevive Systems*, *Orbita*, *Bright.md*, *Babyscripts*, *LindaCare*, *DEARhealth*, *LeQuest* und *Xealth* (Philips 2021g).

MYTONOMY ist ein US-amerikanisches Unternehmen, welches sich auf Cloud-basierte Dienste im Gesundheitssektor fokussiert. Hierzu zählt u. a. eine Online-Patient:innenplattform zur Gesundheitsbildung (Philips 22.03.2018).

CAREVIVE SYSTEMS ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das eine Plattform für ein patient:innenzentriertes Management von Krebskranken entwickelt hat. Die Plattform unterstützt Gesundheitsfachkräfte bei der Ausarbeitung personalisierter Behandlungspläne und bietet für die Patient:innen Informationen über den allgemeinen Ablauf von Krebstherapien (Vaidya 2021).

ORBITA ist ein US-amerikanisches Tech-Unternehmen, das KI-Lösungen für Stimmerkennungstechnologien und Chatbot-Anwendungen entwickelt. Diese KI-Lösung soll Gesundheitsinstitutionen und Gesundheitsversorger:innen helfen, eine:n virtuelle:n Gesundheitsassistent:in für ihre Patient:innen anzubieten (Orbita 28.05.2020).

BRIGHT.MD ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das sich mit den Möglichkeiten der Automatisierung von Prozessen im Gesundheitssektor beschäftigt. Das Vorzeigeprojekt des Unternehmens ist *SmartExam*, eine KI-betriebene telemedizinische Plattform, die bereits in mehreren Krankenhäusern in den USA und Kanada integriert wurde (Bright.md 27.05.2020).

BABYSCRIPTS ist ein US-amerikanisches Unternehmen. Es bietet eine virtuelle Plattform für das Versorgungsmanagement von Müttern und Babys während der Schwangerschaft, Geburt und der ersten Lebensjahre des Kindes (Muioio 2019).

LINDACARE ist ein Start-up mit dem Fokus auf Cloud-basierte Lösungen für die Fernüberwachung. Die Plattform *LindaCare OnePulse* wird insbesondere für Patient:innen mit implantierbaren Herzelektronikgeräten angewendet und führt mit *IntelliSpace* von *Philips* eine Partnerschaft zur Verbesserung der Nachsorge (LindaCare 28.08.2019).

DEARHEALTH ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das aus einem Projekt der University of California (UCLA) hervorgegangen ist. *DEARhealth* bietet KI-basierte Lösungen für eine personalisierte Versorgung von chronisch erkrankten Patient:innen (DEARhealth 18.07.2019).

LEQUEST ist ein niederländisches Unternehmen, das digitale, interaktive und simulationsbasierte Trainingsangebote für die Benutzung von medizinischen Geräten und Software entwickelt. *LeQuest* und *Philips* kooperieren mit dem Ziel, diese Online-Trainings-

87 *Philips Ventures* hat die Aufgabe, Kooperationen und Investitionen in Start-ups im Gesundheitswesen zu fördern. Dies betrifft Bereiche der Gesundheitsförderung, Prävention, Diagnostik, Therapie und der häuslichen Pflege. Ein Team aus *Philips Zentren* weltweit, aufgeteilt in ein Innovationsteam, ein Investmentteam sowie ein Operationsteam, steht den Start-ups im Entwicklungsprozess zur Seite (Philips 2021g, 2021k).

<p>möglichkeiten mit dem Ultraschall-basierten <i>Affiniti-System</i> von <i>Philips</i> zu kombinieren. Aus der Kombination der beiden Systeme soll die Effizienz des klinischen Workflows und das Wissen sowie der Umgang des klinischen Personals mit Geräten und Software verbessert werden (Philips 07.10.2020).</p>	<p>XEALTH ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das eine Plattform zum Management digitaler Gesundheitslösungen bereitstellt. Diese ermöglicht ärztlichem Personal, digitale Gesundheitstools für Patient:innen zu finden (Xealth 20.06.2019).</p>	
<p>SIEMENS gliederte 2016 den medizintechnischen Geschäftsbereich des Unternehmens in Form der</p>	<p><i>Siemens Healthineers</i> aus (Siemens Healthineers 2021v).</p>	<p>SIEMENS Siemens Healthineers</p>
<p>ALIBABA investiert in die chinesische Krankenhauskette <i>Meinian OneHealth</i>. Bereits 2017 formierte <i>Alibaba Cloud</i> eine Kooperation mit der Krankenhauskette, um deren Cloud-Computing-</p>	<p>Plattform zu verbessern. <i>Alibaba</i> besitzt 2019 einen Aktienanteil von 14,4 Prozent (Tuna 2019b; Shumin 2019, 2020).</p>	<p>ALIBABA Meinian OneHealth</p>
<p>TENCENT investiert in zahlreiche gesundheitsbezogene Start-ups, mit denen es teilweise auch Partnerschaften eingeht, wie beispielsweise <i>Shuidi</i>, <i>iCarbonX</i>, <i>inui Health (Scanadu)</i>, <i>Karius</i>, <i>HomeHero</i>, <i>CliniCloud</i> und <i>Circle Medical</i> (Farr 2017; Varadharajan 2017; Bruno 2019).</p> <p>SHUIDI (auch <i>Waterdrop</i>) wurde 2016 gegründet und vereint mehrere Plattformen der Gesundheitsversorgung. Ziel ist, über Crowdfunding das chinesische Krankenversicherungssystem zu unterstützen (Bruno 2019; PitchBook 2021).</p> <p>ICARBONX ist ein chinesisches Start-up und wurde 2015 gegründet. Es beschäftigt sich mit der genomischen Datenanalyse mittels KI und wird als „Unicorn“ im biotechnologischen Bereich gehandelt (iCarbonX 2021; Varadharajan 2017).</p> <p>INUI HEALTH war ursprünglich ein US-amerikanisches Medizintechnik-Unternehmen namens <i>Scanadu</i> und entwickelte u. a. Wearables (Livingston 27.04.2015). Im Jahr 2020 wurde es in <i>inui Health</i> umbenannt und dann von dem israelischen Start-up <i>Healthy.io</i> aufgekauft. <i>Inui Health</i> fokussiert sich auf Wearables zur Durchführung von häuslichen</p>	<p>Urintests sowie die Entwicklung einer digitalen Plattform. <i>Inui Health</i> erhält weiterhin Förderung von <i>Tencent</i> (Farr 2020).</p> <p>KARIUS ist ein US-amerikanisches Biotech-Unternehmen in Kalifornien, das 2014 gegründet wurde. Es entwickelt Technologien zur Früherkennung von Infektionskrankheiten anhand von DNA-Fragmenten, die aus Bluttests gewonnen werden (Ravet 2017).</p> <p>HOMEHERO ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das 2014 gegründet wurde und eine Plattform für die Anstellung von häuslichen Pflegekräften bereitstellt. Dafür bietet es ein Internetportal, auf dem Nutzer:innen kurze Videoprofile sowie eine Übersicht zu Hintergrundchecks der einzelnen Pflegekräften („Heroes“) erhalten (HomeHero 30.06.2015).</p> <p>CLINICLOUD ist ein australisches Start-up, ansässig in Kalifornien (Crunchbase 2021a). Es hat ein digitales Stethoskop sowie ein kontaktloses Thermometer für die Nutzung im häuslichen Umfeld entwickelt. Beide Geräte sind mit einer App verbunden und speichern die aufgezeichneten Vitaldaten auf dem Smartphone der Nutzer:innen oder auf einem Cloud-Server (Lim 2015).</p> <p>CIRCLE MEDICAL ist ein US-amerikanisches Unternehmen und bietet eine App, mit der Ärzt:innen kontaktiert und konsultiert werden können. Dabei deckt die App nicht nur Notfälle ab, sondern dient auch der Vorsorge (Pai 2015).</p>	<p>TENCENT Shuidi iCarbonX inui Health Karius HomeHero CliniCloud Circle Medical</p>

Im Bereich Investitionen und Ausgründungen sind Tech-Giganten außerordentlich aktiv und bauen teilweise hochkomplexe Konzernstrukturen auf, die letztlich unterschiedliche Bereiche der Gesundheitsversorgung umfassen. Investitionen werden dabei vorzugsweise in gesundheitsbezogene KI-Start-ups getätigt.

AKQUISITIONEN

Eine weitere Strategie der Tech-Giganten im Hinblick auf die Expansion in das Gesundheitswesen besteht in der Akquise von Unternehmen und Start-ups.⁸⁸ Während die Investitionsaktivitäten der GAFAM-Unternehmen seit 2016 kontinuierlich gestiegen ist, lässt sich bei Akquisitionen ein Rückwärtstrend feststellen: Von 2016 bis 2020 sank die Anzahl der jährlichen Akquisen von 50 auf 35. Das Jahr 2021 setzt den Trend mit 16 prognostizierten Aufkäufen fort (CB Insights 2021)

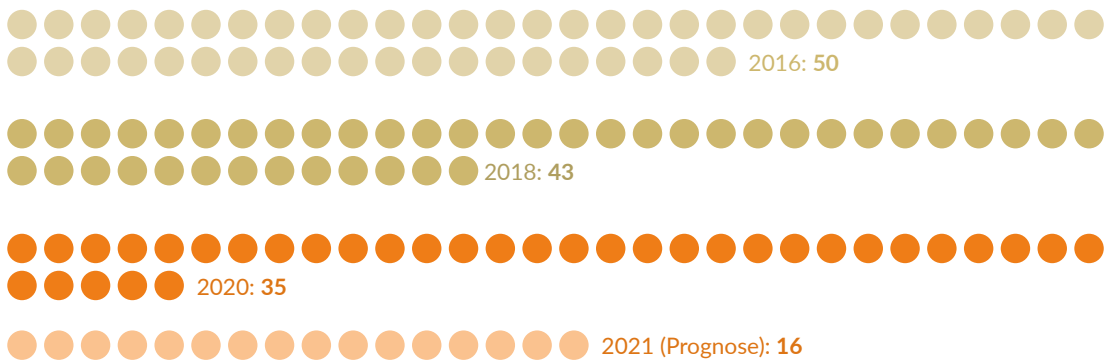


ABBILDUNG 12: Jährliche Akquisitionen der GAFAM-Unternehmen

Quelle: eigene Darstellung, Daten: CB Insights 2021, Bertelsmann Stiftung

GOOGLE / ALPHABET

DeepMind
Fitbit

GOOGLE / ALPHABET hat 2014 das Londoner Artificial General Intelligence (AGI)-Start-up *DeepMind* und Ende 2019 den Smartwatch-Produzenten *Fitbit* akquiriert (Meskó et al. 2020, S. 10–16).

APPLE

Gliimpse
Beddit

APPLE hat im Jahr 2016 *Gliimpse* akquiriert, das eine Plattform für persönliche Gesundheitsdaten aufgebaut hat, mit der es möglich ist, Gesundheitsdaten zusammenzuführen und zu teilen (Meskó et al. 2020, S. 19). Im Jahr 2017 hat *Apple* das Start-

up *Beddit* akquiriert, das den Fokus auf Geräte zum Aufzeichnen des Schlafverhaltens der Nutzer:innen legt, die mit Apps für *iPhones* und *Apple Watches* verbunden werden können (Krishnan 2019; Meskó et al. 2020, S. 19).

META

(vormals Facebook)
Moves
Oculus
CTRL-Labs

META (vormals *Facebook*) hat 2014 die Fitness-Software *Moves* sowie den Virtual Reality-Pionier *Oculus* akquiriert (Prendergass 2018; Constine 2014). 2019 erwarb der Tech-Gigant das Start-up

CTRL-Labs, das mittels einer Software „eine Gedankensteuerung für digitale Endgeräte [entwickelt]“ (Wagner 2019a; Woopen et al. 2020, S. 4).

⁸⁸ Laut dem im Oktober 2020 veröffentlichten Bericht zur Untersuchung des Wettbewerbs in digitalen Märkten des Unterausschusses für Kartellrecht, Handels- und Verwaltungsrecht des US-amerikanischen Repräsentantenhauses sind Akquisen für die identifizierten marktbeherrschenden Tech-Giganten *Facebook* (jetzt *Meta*), *Google*, *Amazon* und *Apple* eine gängige Unternehmensstrategie (Subcommittee on Antitrust, Commercial and Administrative Law 2020).

AMAZON hat 2019 das telemedizinische Unternehmen *Health Navigator* akquiriert, das über ein Online-Symptomprüfungsinstrument verfügt und über das Nutzer:innen sich Ferndiagnosen einholen können (Shope 2019; Krüger-Brand 2020, S. 376–377). Durch diese Akquise kann Amazon „eine Diagnose- und Praxismanagementsoftware sowie intelligente Sprachverarbeitungsdienste zur Verfügung“ (Krüger-Brand 2020, S. 377) stellen, mit deren Hilfe

sich der Tech-Gigant im telemedizinischen Gesundheitsmarkt positionieren kann (Meskó et al. 2020, S. 34). Im Jahr 2018 hat Amazon mit der Übernahme der Online-Apotheke *PillPack* einen bedeutenden Schritt in den Pharmaziebereich unternommen (Meskó et al. 2020, S. 34–35) (vgl. Kapitel → 3.4.7).

AMAZON

Health Navigator
PillPack

MICROSOFT hat im Frühjahr 2021 *Nuance Communications Inc.*, einen Spracherkennungs- und KI-Spezialisten, für 20 Mrd. US-Dollar erworben. *Nuance* fokussiert sich zunehmend auf den medizinischen Bereich und bietet Softwarepakete für Gesundheitsfachkräfte an (u. a. zum Diktieren von Krankenberichten). Die generierten Sprachaufzeich-

nungen werden in einer Cloud gespeichert und verbinden sich dort mit Fachbibliotheken der einzelnen wissenschaftlichen Fachbereiche (tagesschau.de 2021c; Microsoft News Center 12.04.2021).

MICROSOFT

Nuance

IBM hat in den Jahren 2015 und 2016 die Unternehmen *Truven Health Analytics*, *Merge Healthcare*, *Explorys* und *Phytel* akquiriert (Prendergass 2018; Rhee 2021).

EXPLORYS stellt als Teil von *IBM Watson Health* eine Cloud-basierte Plattform bereit, die auf Krankenaktendaten basiert und analytische Instrumente zur Auswertung vorhält. Die Plattform steht Unternehmen der Life Sciences offen, wodurch Datensilos im Gesundheitsbereich abgebaut werden sollen (IBM 2021d).

TRUVEN HEALTH ANALYTICS bietet als Teil von *IBM Watson Health* analytische Dienstleistungen für Gesundheitsdaten an (IBM 2021g).

PHYTEL entwickelt als Teil von *IBM Watson Health* automatisierte Lösungen, um die Einbindung von Patient:innen zu fördern (IBM 2020e).

MERGE HEALTHCARE stellt als Teil von *IBM Watson Health* bildgebende KI-Lösungen bereit (IBM 2021f).

IBM

Truven Health Analytics
Merge Healthcare
Explorys
Phytel

INTEL hat 2012 das israelische Start-up *IDesia Biometrics* erworben (Prendergass 2018; Savitz).

IDESIA BIOMETRICS bietet biometrische Authentifizierungslösungen an (Idesia Biometrics 2021).

INTEL

IDesia Biometrics

PHILIPS akquirierte 1998 den Ultraschallgeräteproduzenten *ATL Ultrasound* und im Jahr 2000 den nuklearmedizinischen Spezialisten *ADAC Laboratories* sowie die *Agilent Technologies Healthcare Solutions Group*, die auf häusliche Pflege spezialisiert ist. 2001 folgte die Akquise der medizinischen Abteilung des britischen Konzerns *Macroni* (Kindermann und Lindemann 2018, S. 40).

PHILIPS

ATL Ultrasound
ADAC Laboratories
Agilent Technologies Healthcare Solutions Group
Macronis Medizinsparte

SIEMENS

Dade Behring

MobileMD

Penrith

Neo New
Oncology

Medicalis

Conworx
Technology

Epcal

Fast Track
DiagnosticsCorindus
Vascular
RoboticsVarian
Medical
Systems

SIEMENS und seit 2016 auch *Siemens Healthineers* übernahmen in den Jahren 2007 bis 2021 u. a. *Dade Behring, MobileMD, Penrith, Neo New Oncology, Medicalis, Conworx Technology, Epcal, Fast Track Diagnostics (FTD), Corindus Vascular Robotics* und *Varian Medical Systems* (Crunchbase 2021c).

DADE BEHRING ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das sich auf Labordiagnostik, insbesondere In-vitro-Diagnostik konzentriert (Siemens Healthineers 2021f).

MOBILEMD ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das Technologien zum Austausch von Gesundheitsinformationen entwickelt, um die Vernetzung der Gesundheitsdienstleistenden und der Institutionen zu steigern (Miliard 2011).

PENRITH, ein US-amerikanisches Unternehmen, entwickelt bildgebende Ultrasound-Systeme (Arrowsmith 22.08.2012).

NEO NEW ONCOLOGY, ein deutsches Medizinunternehmen, entwickelt die Krebs-Diagnostikplattform *NEO*, mit der Ärzt:innen maßgeschneiderte Therapiemöglichkeiten für Patient:innen finden können (VentureCapital Magazin 2016).

MEDICALIS, ein US-amerikanisches Unternehmen, entwickelt eine bildgebende Entscheidungshilfe sowie Lösungen u. a. zu Arbeitsabläufen, um organisationsübergreifendes Arbeiten effizienter zu gestalten (Miliard 2017).

CONWORX TECHNOLOGY bietet ein Point-of-Care-Testing (POCT) an. Zudem entwickelt das deutsche Unternehmen Schnittstellen- und Datenmanagementlösungen (Siemens Healthineers 08.11.2016).

EPCAL, ein kanadisches Unternehmen, entwickelt Blutgas-Diagnoseverfahren sowie Point-of-Care-Lösungen bei der Messung von Blutgas (Lück 2017).

FAST TRACK DIAGNOSTICS (FTD), ein luxemburgisches Unternehmen, entwickelt molekular diagnostische Tests zur Bestimmung von Infektionskrankheiten. Anders als sonstige klinische Tests können diese „zwischen viralen, bakteriellen und anderen Infektionskrankheiten“ differenzieren (Siemens Healthineers 15.12.2017).

CORINDUS VASCULAR ROBOTICS, INC., ein US-amerikanisches Unternehmen, ist einer der weltweit führenden Spezialisten für robotergestützte Systeme und entwickelte beispielsweise *CorPath GRX*, ein robotergestütztes Gefäßinterventionssystem (Siemens Healthineers 29.10.2019, 2021e) (vgl. Kapitel →3.4.4.).

VARIAN MEDICAL SYSTEMS, INC. ein US-amerikanisches Medizintechnik-Unternehmen entwickelt u. a. mithilfe von KI Therapien für die Krebsfrüherkennung, Behandlung und Bestrahlung sowie bildgebende Software (Höpner 2020). So wurde z. B. das *ARIA-Informationssystem* entwickelt, das die Daten von Krebspatient:innen in einer elektronischen Patientenakte (ePA) zusammenführt (Siemens Healthineers 2021r). Die Akquisition durch *Siemens Healthineers* wurde im April 2021 abgeschlossen (Siemens Healthineers 15.04.2021).

TENCENTTencent Trusted
Doctors

TENCENTs Ableger *Tencent Trusted Doctors*, der aus der Fusion der *Tencent Doctorwork* und dem Start-up *Trusted Doctors* hervorging, hat im Jahr

2019 25 Kliniken akquiriert (Tuna 2019a; Meskó et al. 2020, S. 62).

Das große Finanzvolumen, über das Tech-Giganten verfügen, ermöglicht es ihnen, erfolgreiche Start-ups zu übernehmen und auf diese Weise Kompetenzen zu bündeln sowie ihre Marktposition immer weiter auszubauen. Sie streben dabei vor allem an, KI- und telemedizinische Start-ups aufzukaufen.

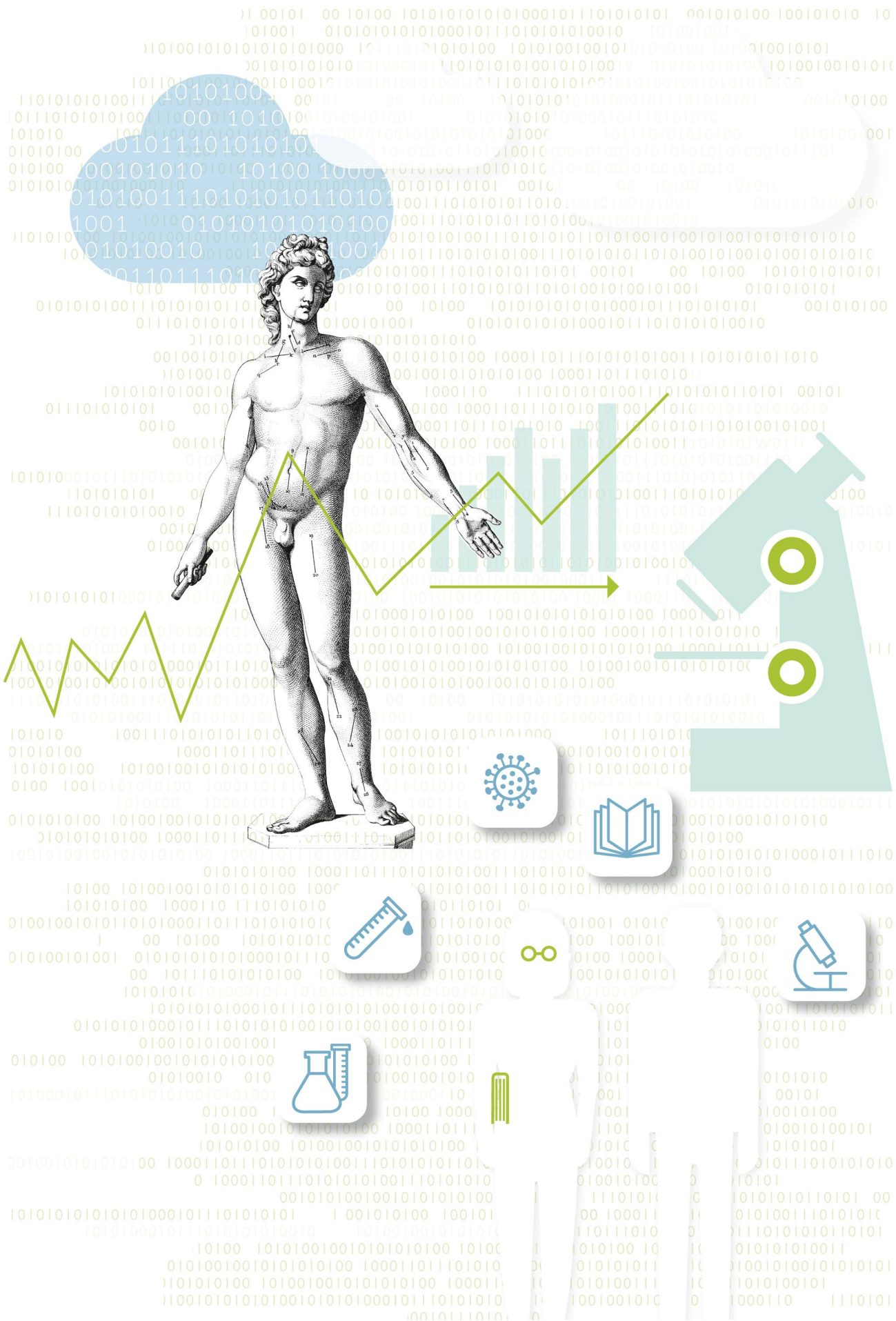
3.4.10

ZUSAMMENFASSUNG

Tech-Giganten engagieren sich auf unterschiedliche Art in allen Bereichen des Versorgungssystems, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität. Einen überaus bedeutenden Bereich bildet das Health-care Cloud Computing, das der Organisation, Verwaltung und Analyse von komplexen Gesundheitsdaten zu unterschiedlichen Zwecken dient. Auch im Bereich der Blockchain-Technologien sind einige Aktivitäten zu verzeichnen, die vor allem zur Nachvollziehbarkeit von Datenströmen und zur Sicherheit derjenigen beitragen können, von denen die Daten stammen. Verfahren und Produkte der Tech-Giganten, die u. a. mit medizinischer Bildgebung in Verbindung stehen, spielen in den Bereichen Medizintechnik und Biotechnologie eine zunehmend große Rolle. Nur in Einzelfällen bauen Tech-Giganten Strukturen für die medizinische Leistungserbringung auf, die sich v. a. auf Krankenhäuser sowie auf telemedizinische und vernetzte Angebote insbesondere für Mitarbeitende beziehen.

Tech-Giganten sind darüber hinaus zunehmend in der Arzneimittelversorgung aktiv. Die Produkte und Dienstleistungen beziehen sich vornehmlich auf den Handel und die Logistik, aber auch auf die Produktion. Produkte und Dienstleistungen der Tech-Giganten in den Bereichen Robotik, Mobilität und Logistik sowie gesundheitsbezogene Versicherungen spielen in der gegenwärtigen Gesundheitsversorgung bislang eine eher nachrangige Rolle. Tech-Giganten pflegen eine große Vielfalt von Partnerschaften und Netzwerken, in denen sie kurzfristige gemeinsame Projekte zu umgrenzten Fragestellungen durchführen, aber auch langfristige Allianzen im Gesundheitswesen eingehen. Dazu werden Partnerschaften und Allianzen mit Universitäten, staatlichen und privaten Gesundheitseinrichtungen, anderen Tech-Giganten sowie Pharmaunternehmen geschlossen. Tech-Giganten sind außerordentlich aktiv im Bereich Investitionen und Ausgründungen sowie Akquisitionen, indem sie vorzugsweise in gesundheitsbezogene KI-Start-ups investieren bzw. diese aufkaufen.

Aufgrund ihrer hohen Marktdurchdringung – nicht zuletzt durch eine außerordentlich große (technologische) Expertise sowie den Zugriff auf riesige Datenmengen – werden Tech-Giganten zunehmend zu wichtigen Akteur:innen im Gesundheitswesen. Ihre Produkte, Dienstleistungen und Strukturen können zu einer verbesserten und effizienteren Gesundheitsversorgung im Sinne einer präventiven und personalisierten Medizin beitragen. Gleichwohl bestehen Risiken durch potenzielle Abhängigkeiten klassischer Akteur:innen von den Kompetenzen und Ressourcen der Tech-Giganten, die sich durch die stetig wachsende Marktdominanz auch außerhalb des Gesundheitssystems zusätzlich verstärken können. Etablierte Strukturen und die Verteilung von Verantwortung unterschiedlicher Akteur:innen können durch technologisch unterstützte Vernetzung sowohl zwischen den Sektoren des Gesundheitssystems als auch zwischen dem Gesundheits- und dem Lifestyle-Bereich transformiert werden – möglicherweise bis hin zum Aufbau neuer und paralleler Strukturen der Gesundheitsversorgung. Die damit einhergehenden ethischen Fragestellungen werden in Kapitel →4 diskutiert.



3.5 WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Wissenschaft und Forschung dienen der systematischen und methodisch geleiteten Gewinnung, Reflexion und Weitergabe von Erkenntnissen. Art. 5 Abs. 3 GG garantiert die Freiheit von Wissenschaft, Forschung und Lehre. Die im Unternehmenskontext geläufige Bezeichnung „Forschung und Entwicklung (F&E)“⁸⁹ wird definiert als „Suche nach neuen Erkenntnissen unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden und in geplanter Form“, wonach Forschung als „generelle[r] Erwerb neuer Kenntnisse“ und Entwicklung als „deren erstmalige konkretisierende Anwendung und praktische Umsetzung“ verstanden wird. Der Erkenntnisgewinn kann sich „sowohl auf Produkte als auch auf (Herstellungs-)Verfahren und Produkt- sowie Verfahrensanwendungen erstrecken“ (Voigt 2018).

Bei Forschung an großen und vielfältigen Datensätzen, die bei Tech-Giganten im Vordergrund steht, geht es im Bereich der Wissenschaft, Forschung und Entwicklung zunächst vor allem darum, mittels KI-unterstützter Big-Data-Anwendungen Korrelationen zu finden (vgl. Kapitel → 3.1). Es wird erwartet, „dass informatische Technologien den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wesentlich verändern und sogar verbessern werden“ (Wiegerling et al. 2019, S. 402). Nachfolgend werden beispielhaft Aktivitäten der Tech-Giganten in Wissenschaft sowie F&E dargestellt.

ALPHABETs Töchterunternehmen *Calico Life Sciences, LLC*. (*Calico*), *Verily Life Sciences, LLC*. (*Verily*) (vormals *Google Life Sciences*) sowie *Google DeepMind (Health)* treten in der gesundheitsbezogenen Forschung besonders in Erscheinung (Kohlhagen 2019, S. 53).

Calico ist seit 2013 als Biotechnologieunternehmen tätig und „eines von Googles ambitioniertesten Vorhaben“ (Kohlhagen 2019, S. 53). *Calico* verfolgt das Ziel, die Prozesse des menschlichen Alterns zu erforschen, um mit diesem Wissen Menschen ein langes und gesundes Leben zu ermöglichen (Calico 2021). Dazu kooperiert *Calico* mit zahlreichen Unternehmen der Biotechnologiebranche. So widmet es sich in einer Partnerschaft mit *C4 Therapeutics* der Arzneimittelforschung und in einer anderen mit *AbbVie* der Erforschung des Alterns und der Entwicklung neuer Therapien altersbedingter Erkrankungen (Calico 27.07.2021, 23.03.2017).

Verily ist als eigenständiges Forschungsunternehmen im Bereich der Life Sciences an zahlreichen Kollaborationen und Projekten unterschiedlicher Art beteiligt (Kohlhagen 2019, S. 53). Als Forschungsprojekt innerhalb der *Alphabet*-Forschungsabteilung *X Development LLC*. gestartet, wurde *Verily* 2015 ausgegründet. Ziel ist, Technologien und Anwendungen zur Erhebung und Auswertung von Gesundheitsdaten zu erforschen und zu entwickeln (Verily o.A.). Jessica Mega, *Verilys* ärztliche und wissenschaftliche Leiterin, sagt dazu: „Unsere Mission ist es, die Gesundheitsdaten der Welt nutzbar zu machen, damit wir gesünder leben können“ (Schulz 2018, S. 94).

Verily führt in Kooperation mit den Universitäten *Stanford Medicine* und *Duke University School of Medicine* eine Studie in der Grundlagenforschung durch: die *Project Baseline Health Study*. Seit 2017 werden u. a. molekulare, genetische und psychologische Daten von 10.000 Teilnehmenden erhoben. Die Proband:innen werden dafür mit mobilen

GOOGLE / ALPHABET

Calico

Verily

Google Health & Health Studies App

DeepMind Health

Googles Breast Cancer Weight Loss Study

Google Research

89 Im Englischen wird die Bezeichnung „Research and Development (R&D)“ verwendet.

Sensoren ausgestattet und wöchentlichen Untersuchungen unterzogen. Ziel sei es, die „gesamte Gesundheit des Menschen zu kartografieren“ (ebd., S. 107) und herauszufinden, was einen Menschen wirklich gesund mache (Verily 2021a; Schulz 2018, S. 107).

Verily unterhält umfassende strategische Allianzen mit den Pharmaunternehmen *Otsuka*, *Novartis*, *Pfizer* und *Sanofi*, um die klinische Forschung voranzutreiben. Dabei sollen u. a. optimierte Rekrutierungsmöglichkeiten und eine Teilnahme der Proband:innen an Studien unterstützt werden. Verily nutzt beispielsweise gesundheitsbezogene Google-Suchanfragen, um potenzielle Studienteilnehmende zu identifizieren (Farr 2019a). Weitere Forschungsprojekte führt das Unternehmen u. a. zu Entwicklung und Einsatz von Robotik, KI und Virtual Reality (VR) im Bereich der Chirurgie durch (Schulz 2018, S. 94).

Google Health betreibt durch die Unterstützung von *DeepMind Health*⁹⁰ (vgl. Kapitel → 3.4.9) vielfältige KI-basierte gesundheitsbezogene Forschungsprojekte im Bereich der medizinischen Bildgebung und Diagnostik sowie in der Genomforschung. Es kooperiert dazu mit zahlreichen Gesundheitsversorger:innen sowie staatlichen und akademischen Einrichtungen (Google Health o. A. c., o. A. d.). Eine Studie führt Google Health beispielsweise zur KI-basierten Früherkennung von akuter Niereninsuffizienz durch (Tomašev et al. 2019; DeepMind 31.07.2019). In einer klinischen Studie kooperiert Google *DeepMind Health* mit *Northwestern Medicine*, um zu erforschen, wie KI u. a. die Diagnose von Mammakarzinomen verbessern kann (McKinney et al. 2020; Google 25.02.2021). In einer anderen Studie koope-

riert *DeepMind Health* mit dem *Moorfields Eye Hospital National Health Service Foundation Trust* und dem *University College London (UCL) Institute of Ophthalmology*, um KI-basierte Anwendungen zur Erkennung von Netzhauterkrankungen zu entwickeln, die Augenärzt:innen unterstützen sollen (DeepMind 13.08.2018; Fauw et al. 2018). *DeepMind Health* veröffentlichte 2020, dass eine entwickelte KI-basierte Lösung zur retinalen Bildgebungsdiagnostik eine altersbedingte Makuladegeneration – im Vergleich zu Augenärzt:innen – mit derselben oder höheren Präzision erkennen und den Verlauf der Erkrankung innerhalb der nächsten sechs Monate prognostizieren könne (Yim et al. 2020; Wiggers 2020).

Googles Breast Cancer Weight Loss Study (BWEL) ist eine Studie in Kooperation mit dem *US National Cancer Institute* und dem *Dana-Farber Cancer Institute*. Übergewicht bzw. Adipositas wird mit einem höheren Risiko für ein Mammakarzinom und ein Rezidiv assoziiert (Dana-Farber Cancer Institute 27.04.2016). Die *BWEL-Studie*⁹¹ versucht durch das Stärken des gesundheitszuträglichen Verhaltens der Teilnehmerinnen ein Rezidiv der Krebserkrankung zu verhindern. Aufgebaut werden sollen ein virtuelles Versorgungsnetzwerk aus Patientinnen, Gesundheitspersonal und Forschenden sowie eine Datenbank, die es ermöglicht, Zusammenhänge zwischen Aktivitäten, Schlafzyklen und Ernährungsgewohnheiten zu entdecken und Präventionsmöglichkeiten zu verbessern (Dana-Farber Cancer Institute 11.10.2016; Ligibel 2019; Wicklund 2018).

Google Research beschäftigt sich mit der technologiegestützten Forschung und Entwicklung zur Lösung von Herausforderungen in unterschiedlichen

90 Die Abteilung *DeepMind Health* wurde 2019 in die Abteilung *Google Health* eingegliedert (King 2019).

91 Die *BWEL-Studie* umfasst insgesamt 3.200 übergewichtige und adipöse Teilnehmerinnen aus den USA und Kanada, die an Brustkrebs im Stadium II und III erkrankt sind. Die Studie startete im August 2016; die Teilnehmerinnen wurden in zwei Gruppen aufgeteilt. Gruppe 1 erhält Gesundheitsschulungen zu gesunden Ernährungsweisen und Sportübungen. Gruppe 2 erhält die genannten Schulungen und darüber hinaus einen persönlichen mHealth-Coach (Ligibel 2019). Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit *Fitbit*. So soll der *Fitbit Charge HRTM*-Fitnessstracker die Aktivitäten und den Puls aufzeichnen. Zudem soll die *Fitbit Aria Wi-Fi Smart Scale* das Gewicht, den BMI, die Magermasse und den Körperfettanteil messen und mit dem Online-Fitbit-Profil verbinden. Ergänzt wird das Gesamtpaket durch die *FitStarTM*, einen Video-basierter Service für Sportübungen auf den mobilen Endgeräten der Teilnehmerinnen (Dana-Farber Cancer Institute 27.04.2016).

Forschungsfeldern, einschließlich Gesundheit und Biowissenschaften. Dabei soll auch „Human-Computer Interaction“ die Forschung unterstützen (Google Research o. A.).

Die *Google Health Studies App* soll die Beteiligung von Patient:innen und Nutzer:innen an gesundheitsbezogenen Studien fördern, indem eine Teilnahme innerhalb der App möglich ist (Google Play Store 2021b).

APPLE stellt sogenannte *Software Development Kits (SDKs)* als Open Source bereit, die u. a. Wissenschaftler:innen und Entwickler:innen unterstützen sollen, weitere Anwendungen für das Smartphone zu entwickeln (Krishnan 2019).

Ebenso in Zusammenarbeit mit der Stanford University wurde eine Studie durchgeführt, wie App-Nutzungen kognitive Fähigkeiten von älteren Menschen vorhersagen können (Gordon et al. 2019).

Apple bietet seit 2014 mit dem *HealthKit* digitale Schnittstellen (APIs) für Smartphones an, mit denen Nutzer:innen ihre Gesundheitsdaten bereitstellen können (Horton 2020). So wurden die Blutglukosewerte der Nutzer:innen des *HealthKits* in einer Studie verwendet, um u. a. ein neues Modell zur Prognose des Blutzuckerspiegels bei Typ-1-Diabetiker:innen zu entwickeln (Miller et al. 2020).

Das Healthcare Innovation Lab an der Stanford University School of Medicine führt ein *Covid-19 Wearables Project* zur Erkennung von Covid-19 mittels Wearables wie etwa der *Apple Watch* durch (Stanford Healthcare Innovation Lab o. A.).

Das 2015 eingeführte *ResearchKit* soll dabei unterstützen, mobile Anwendungen zu entwickeln, die Daten und Informationen für medizinische Forschungszwecke sammeln können (Kohlhagen 2019, S. 52). Damit kann u. a. die Rekrutierung von Proband:innen, die Erhebung entsprechender Untersuchungsparameter via Smartphone im Alltagsleben sowie die Koordination medizinischer Studien insgesamt erleichtert werden.

Zusammen mit der Universität Tübingen wurde eine Studie veröffentlicht, die Erkenntnisse darüber liefern soll, was die Smartphone-Nutzung über den mentalen und kognitiven Zustand von Anwender:innen aussagen kann (Rauber et al. 2019).

Das 2016 eingeführte *CareKit* soll bei der Entwicklung mobiler Anwendungen helfen, die eine bessere häusliche Pflege ermöglichen, insbesondere bei chronischen Erkrankungen sowie der Vor- und Nachsorge von operativen Eingriffen (Krishnan 2019).

Weiterhin wurde in Zusammenarbeit mit *Eli Lilly and Company* und *Evidation Health, Inc.* eine Studie zur Entwicklung von Parametern durchgeführt, die aus der Verwendung von Wearables auf kognitive Beeinträchtigungen schließen lassen (Chen et al. 2019).

In Zusammenarbeit mit der Stanford University School of Medicine hat *Apple* die sogenannte *Apple Heart Study (AHS)* durchgeführt, um die Genauigkeit der EKG-Funktion seiner *Apple Watch* hinsichtlich der Diagnose von unregelmäßigen Herzrhythmen wie Vorhofflimmern zu untersuchen (Stanford Medicine 2021).

In der *Apple Women's Health Study* kooperiert die Harvard T. H. Chan School of Public Health mit *Apple* und dem National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS), einem National Institute of Health (NIH), um Erkenntnisse darüber zu erlangen, wie sich unterschiedliche Faktoren auf den Menstruationszyklus und auf gynäkologische Erkrankungen auswirken können. Die Zyklusdaten vom *iPhone* und / oder der *Apple Watch* werden genutzt, um innovative Produkte für diesen Bereich zu entwickeln (Harvard T. H. Chan 2021).

In Zusammenarbeit mit der American Heart Association (AHA) und dem Brigham Research Institute at Brigham and Women's Hospital (BWH) soll die

APPLE

HealthKit

ResearchKit

CareKit

Apple Heart Study

Covid-19 Wearables Project

Apple Women's Health Study

Apple Heart and Movement Study

Apple Hearing Study

Weitere Studien mit Universitäten und Gesundheitseinrichtungen

Apple Research App

Apple Heart and Movement Study Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Herzgesundheit untersuchen. So soll ein besseres Verständnis über Frühwarnsignale gewonnen und Interventionen in diesem Bereich sollen unterstützt werden (BWH 2021).

Die *Apple Hearing Study* untersucht im Rahmen der Partnerschaft zwischen der University of Michigan School of Public Health und *Apple* die Lärmbelastung und Auswirkungen auf die Hörgesundheit. Lärmexpositionen durch Kopfhörer und Umgebungsgerausche der Proband:innen werden langfristig gemessen, um Erkenntnisse über die Auswir-

kungen zu generieren. Die Studienergebnisse sollen nach Angaben der University of Michigan School of Public Health dazu beitragen, öffentliche gesundheitspolitische und präventive Maßnahmen zum Erhalt der Hörgesundheit zu unterstützen (University of Michigan 2021).

Apples Research App soll es *Apples* Smartphone- und Smartwatch-Nutzer:innen ermöglichen, ihre Beteiligung an *Apple*-Studien eigenständig zu koordinieren. Die App informiert die Nutzer:innen über aktuelle Studien, etwa zu Frauengesundheit, Autismus-Diagnostik und Parkinson-Therapien (Apple 2021c).

META (vormals Facebook)

fastMRI

facebook

The Human
Cell Atlas
Project

META (vormals *Facebook*) hat eine Abteilung *Facebook AI Research (FAIR)*, die mit der New York University (NYU) Langone Health in einem Forschungsprojekt namens *fastMRI* zusammenarbeitet. Ziel ist die schnellere Generierung von MRT-Scans durch Nutzung von KI zur Erstellung hochwertiger Bildgebung aus schneller erfassten, niedriger aufgelösten Bilddaten (fastMRI 2020; Choueiri et al. 2019, S. 5). Im Allgemeinen arbeitet *FAIR* daran, die KI sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der angewandten Forschung durch Kollaborationen weiterzuentwickeln (Facebook AI 2020a; Pousttchi et al. 2019).

Das soziale Netzwerk *facebook* ist ein bedeutendes Werkzeug hinsichtlich der Rekrutierung von Studienteilnehmenden in der verhaltensbasierten Gesundheitsforschung, indem es potenzielle Proband:innen erreicht, deren Rekrutierung sonst schwierig wäre (Pedersen und Kurz 2016).

Der Gründer und CEO Mark Zuckerberg rief Ende 2015 gemeinsam mit seiner Ehefrau Priscilla Chan die *Chan Zuckerberg Initiative, LLC. (CZI)* ins Leben, die der Erforschung und Entwicklung neuer Therapien dienen soll (Krüger-Brand 2020, S. 377; Crow 2017; Kutter et al. 2016). Chans und Zuckerbergs Vision ist, „to cure, prevent or manage all diseases by the end of this century“ (Crow 2017, S. 767). In dem Zusammenhang ist *The Human Cell Atlas*

Project ein wesentliches Projekt, um eine öffentliche Datenbank aufzubauen, die diverse molekulare Daten aus hunderten Laboren in einen einzigen Atlas menschlicher Zelltypen zusammenführt. Innerhalb des Projekts kooperiert die CZI mit dem Wellcome Trust's Sanger Institute, dem biomedizinischen Forschungszentrum *Chan Zuckerberg Biohub (CZ Biohub)* und Komitee-Mitgliedern aus zahlreichen Institutionen. Das *CZ Biohub* ist eine von Chan und Zuckerberg gegründete eigenständige Non-Profit-Organisation in San Francisco, die die Umsetzung der Vision der CZI durch die Entwicklung von Technologieplattformen für die medizinische Forschung mitverfolgt (Crow 2017, S. 768). Das *CZ Biohub* unterhält dabei Partnerschaften mit den US-amerikanischen Universitäten Berkeley, UCSF und Stanford (CZ Biohub 2020).

AMAZONs Cloud-basierte Lösung *Amazon Web Services (AWS)* inklusive der *Amazon Neptune Technology* wird für zahlreiche Forschungsprojekte genutzt, wie etwa im US-amerikanischen Beth Israel Deaconess Medical Center, um die Potenziale des Maschinellen Lernens (ML) für die Gesundheitsversorgung zu erforschen. Vor dem Hintergrund der Covid-19-Pandemie existiert ein Forschungsprojekt der University of California, San Francisco (UCSF) hinsichtlich der AWS-unterstützten Genomsequenzierung, um Erkenntnisse zu Covid-19 und weiteren Infektionskrankheiten zu gewinnen (Meskó et al. 2020, S. 37–38).

Innerhalb von Amazons Gesundheitsabteilung gibt es eine kleine Forscher:innengruppe, *Grand Challenge*, die auch unter dem Codenamen 1492

bzw. *Amazon X* operiert und in geheimen Projekten beispielsweise an innovativen Gesundheitstechnologien und auch zu Krebserkrankungen forscht (Hale 2018). Laut Medienberichten besteht eine Kooperation zwischen *Amazon* und dem Fred Hutchinson Cancer Research Center, das den Fokus auf Forschungsprojekte zur Früherkennung und Behandlung von Krebserkrankungen legt, hinsichtlich der Anwendung von ML in der Krebsprävention und -behandlung, wobei genauere öffentliche Berichte nicht existieren (Kim und Farr 2018, 2017). Öffentlich bekannt ist hingegen, dass *Amazon* in das Board of Trustees⁹² des Fred Hutchinson Cancer Research Center eingebunden ist und die dortige Forschung mit Spendengeldern u. a. für Covid-19-Projekte unterstützt (Fred Hutch 17.04.2020, 09.07.2019).

AMAZON

Amazon Web Services, u. a.:
Beth Israel Deaconess Medical Center
University of California, San Francisco
Grand Challenge / 1492 / Amazon X
Fred Hutchinson Cancer Research Center

MICROSOFT *Research* betreibt intensive Forschungsaktivitäten in den Feldern „Intelligence“ (u. a. zu KI, vgl. Kapitel → 3.1), „Systems“ (etwa zu Datenplattformen und -analytik, vgl. Kapitel → 3.4.1), „Theory“ sowie in anderen Wissenschaftsbereichen wie „Medical, health, and genomics“ (Microsoft Research 2021c). Der letztere Bereich umfasst zahlreiche Projekte und Publikationen zur Anwendung neuartiger Computertools und Analysetechniken, die nach eigener Aussage dazu beitragen sollen, das Gesundheitswesen zu verändern und Menschen zu befähigen, ein gesünderes Leben zu führen. Forschungsthemen sind beispielsweise „Covid-19“, „Deep Learning Toolkits“ und „Biomedical Natu-

ral Language Processing (NLP)“ (Microsoft Research 2021b). *Microsofts Research Asia Lab* hat im April 2020 eine Webseite namens *COVID Insights* eingeführt, die als Portal für aktuelle Analysen und Studien im Zusammenhang mit Covid-19 dient (Meskó et al. 2020, S. 31).

Ausführungen zu *Microsofts AI for Good Initiative* sowie zu *Project Hanover* finden sich in Kapitel → 3.1, Ausführungen zu *Microsoft Genomics* gibt es in Kapitel → 3.4.1, Ausführungen zu *Microsoft AI for Health* sowie zu *Microsoft Healthcare NExT* stehen in Kapitel → 3.4.9.

MICROSOFT

Microsoft Research
Microsoft AI for Good Initiative
Project Hanover
Microsoft Genomics
Microsoft AI for Health
Microsoft Healthcare NExT

IBM hat das *AI Horizons Network*, ein globales Netzwerk von Wissenschaftler:innen, zusammengestellt, um den Einsatz von KI in Forschungsprojekten und Experimenten weiterzuentwickeln – etwa seit 2020 in einer langfristigen Kooperation mit der Universität Stuttgart (IBM 28.04.2020). Bei den Projekten

geht es um globale Herausforderungen in unterschiedlichen Bereichen, einschließlich Gesundheit und Umwelt (IBM 2021a).

IBM

AI Horizons Network

92 Zum Board of Trustees des Fred Hutchinson Cancer Research Center gehören auch führende Personen anderer Tech-Giganten, wie *Microsofts* CEO Satya Nadella (Fred Hutch 11.07.2016).

INTEL

All of Us
Research
Program

Weitere
Forschungs-
projekte mit
Universitäten

INTEL und *Google Cloud* haben sich dem Forschungsprojekt *All of Us Research Program* des US-amerikanischen National Institute of Health (NIH) angeschlossen, in dem biomedizinische Daten von Studienteilnehmenden in den USA gesammelt werden, um Zusammenhänge zwischen verschiedenen Faktoren wie Lebensstil, sozioökonomische Stellung sowie Umwelt und Gesundheit zu erforschen. Das Ziel sei, Ungleichheiten in der Gesundheitsversor-

gung zu reduzieren und die Gesundheitsoutcomes unterrepräsentierter Personengruppen in den USA zu verbessern (Healthcare Global 2021; All of Us Research Hub 2021).

Ausführungen zu *Intels* Forschungsprojekten mit der University of California, San Francisco (UCSF) und der University of Pennsylvania finden sich in Kapitel → 3.1.

NVIDIA

NVIDIA GPU

NVIDIA Clara
Imaging & Clara
Parabricks

NVIDIA
Inception
Program

NVIDIAs *Graphics Processing Units (GPU)* sind integrale Hardware-Komponenten von Computern, die weltweit für anspruchsvolle Forschungsprojekte verwendet werden, unabhängig von expliziten Partnerschaften mit dem Tech-Giganten (Meskó et al. 2020, S.45). Nach *Intel* mit 62 Prozent Marktanteil ist **NVIDIA** das weltweit zweitgrößte Unternehmen für *Graphics Processing Units (GPU)* mit einem Marktanteil von 20 Prozent im dritten Quartal 2021 (Dow 2021). Forscher:innen an der US-amerikanischen Mayo Clinic nutzen **NVIDIA**s GPU beispielsweise, um die genetischen Informationen von Hirntumoren abzuleiten, ohne eine Biopsie durchführen zu müssen (Halabi 2017).

*NVIDIA Clara*⁹³ ist eine Plattform und ein Anwendungsframework für Forscher:innen im Gesundheitswesen, das ein beschleunigtes Computing und KI u. a. in der Bildgebung und Genomik unterstützt. Das Ziel ist, Innovationen zu entwickeln und die

Präzisionsmedizin voranzutreiben (NVIDIA 2021d). *InferVision*, ein Pekinger Start-up und Mitglied des Netzwerks *NVIDIA Inception*, hat auf Basis von über 400.000 Lungenröntgenaufnahmen eine KI trainieren können und nutzt dabei **NVIDIA GPU** sowie *NVIDIA Clara Imaging* (Simonite 2019; Powell 2018). Diese KI wurde in das *InferRead CT Pneumonia* eingesetzt und unterstützt so Ärzt:innen beim Erkennen von Lungenkrebs. In der Covid-19-Pandemie unterstützt(e) die Anwendung im chinesischen Wuhan das frühzeitige Erkennen von Covid-19-bedingten Erkrankungen durch Lungenscreenings (Alarcon 2020). **NVIDIA**s *Clara Parabricks* wird in zahlreichen genomanalytischen Forschungsprojekten angewandt, z. B. zur Entwicklung eines Impfstoffs gegen Covid-19, sowie in anderen Projekten wie der Entwicklung von Robotern zur Desinfektion und zur kontaktlosen Temperaturmessung von potenziell Erkrankten (Meskó et al. 2020, S. 46–47).

PHILIPS

Digital Twin
Technology:
HeartModel

Mind Control

PHILIPS hat mit der KI-basierten *Digital Twin Technology* einen digitalen Zwilling des menschlichen Herzens (*HeartModel*) entwickelt. *Digital Twin* steht für dynamisch sich aktualisierende virtuelle Modelle von Systemen, die durch Sensoren mit ihren physischen Gegenständen „verbunden“ werden. Diese Technologie soll dazu beitragen, Systeme

in Echtzeit zu analysieren, Problemen vorzubeugen und Innovationen in virtuellen Umgebungen zu testen, bevor sie in die Alltagsversorgung eingeführt werden (Philips 2018b).

In einem Forschungsprojekt mit Unternehmen aus dem Bereich Neurotechnik und Design werden die

93 *NVIDIA Clara Parabricks* stellt eine schlüsselfertige Software für primäre, sekundäre und tertiäre Analysen der Genomdaten dar. Es findet Einsatz in der Bevölkerungs-genomik, der Krebsgenomik und in RNA-Sequenzierungsprojekten (NVIDIA 2021c). *NVIDIA*s *Clara Imaging* ist ein KI-basiertes Anwendungsframework für die medizinische Bildgebung. Zielgruppe sind Datenwissenschaftler:innen und Forschende, die komplexe Datensätze erstellen und kooperative Methoden zum Trainieren zuverlässiger KI-Modelle und durchgängiger Software für skalierbare und modulare KI-Anwendungen entwickeln (NVIDIA 2021b).

Philips-Produkte *Hue Lighting*, *SmartTV* und *Life-line Medical Alert* miteinander verbunden, damit Patient:innen mit neurodegenerativen Erkrankungen sie mittels Gedankenkontrolle („mind control“) steuern können. Patient:innen soll so ermöglicht werden, Mobilitätseinschränkungen durch das

Aussenden von Hirnbefehlen zu überwinden. Eine Tablet-App soll diese Befehle übersetzen und mit weiteren Devices zusammenführen. Das Aussenden der Befehle kann durch „mind commands“ und „muscle commands“ erfolgen, wozu das *Emotiv-Headset* genutzt wird (Philips o. A. a).

SAPs Abteilung *Machine Learning Research* führt ein KI-Forschungsprojekt, das *Brain Age Project*, in Kooperation mit der Ludwigs-Maximilians-Universität (LMU) in München durch, um gemeinsam neue Methoden zu entwickeln, wie Ärzt:innen und Patient:innen mit ML-gestützten innovativen Behandlungsansätzen unterstützt werden können (Haegerich 2018).⁹⁴

SAP verfolgt auch das Ziel, die Prozesse in der Gesundheitsversorgung zu optimieren, und erforschte zu diesem Zweck in Kooperation mit der Helios Klinik in Berlin-Buch eine Anwendung, die versucht, Wartezeiten bei Notfallaufnahmen vorherzusagen (SAP News Center 21.11.2018).

Ausführungen zu *SAP Connected Health Platform* (vormals *SAP Foundation for Health*) finden sich in Kapitel → 3.3.

SAP

Brain Age Project

SAP Connected Health Platform

SIEMENS *Healthineers* unterhält ein weltweit agierendes Forschungs- und Entwicklungsteam mit einem Schwerpunkt auf Patient:innenzentrierung und bedarfsgerechter Gesundheitsversorgung in der Klinik. Zu den Arbeitsbereichen und erklärten Zielen gehören die Optimierung von Arbeitsprozessen in

der Behandlung, eine vereinfachte Datenaufbereitung sowie optimierte Diagnose- und Behandlungsansätze (Siemens Healthineers 2021n). Ebenso wie *Philips* beteiligt sich *Siemens* an der Forschung und Entwicklung der KI-basierten *Digital Twin Technology* (Siemens 2021b).

SIEMENS

Siemens Healthineers

Diagnose- und Behandlungsansätze

Digital Twin Technology

SAMSUNGs *My BP Lab* ist sowohl eine App (vgl. Kapitel → 3.2) als auch eine Studie, die aus einer Zusammenarbeit von *Samsung* mit der University of California San Francisco (UCSF) hervorgegangen ist.⁹⁵ Nutzer:innen der App werden zur Teilnahme an einer dreiwöchigen Studie der UCSF eingeladen. Die Teilnehmer:innen sollen ihr Stresslevel sowie das subjektive und emotionale Wohlbefinden überwachen, tägliche Angaben zum Verhalten (Schlaf- und

Bewegungsverhalten, Ernährung) machen sowie ihren Blutdruck im Laufe des Tages mittels Smartphone erheben. Die Forschenden hoffen, so einen umfangreichen Datensatz zu gemessenem Stress, subjektivem Wohlbefinden und Blutdruck erheben und analysieren zu können (Samsung 26.02.2018; UCSF 25.02.2018). Die Studie bzw. die Nutzung der App soll übergeordnet die Messung des Blutdrucks

SAMSUNG

My BPLab

94 Im *Brain Age Project* wurden etwa 1.000 anonymisierte, öffentlich verfügbare MRTs gesunder Proband:innen verwendet, um ein ML-Modell zu trainieren, das hirnanatomische Alterungsanzeichen ermitteln soll (Haegerich 2018).

95 *Samsung* und die University of California San Francisco (UCSF) gingen erstmals 2014 eine Partnerschaft zur Entwicklung von neuen Sensoren, Algorithmen und Gesundheitstechnologien im präventiven Gesundheitsbereich ein. Dafür wurde ein Labor eingeführt – das *UCSF-Samsung Digital Health Innovation Lab*. *Samsung* fördert sowohl die Patentierung von in diesem *Innovation Lab* entwickelten Technologien als auch, dass Entwicklungen, die von dem Center for Digital Health Innovation (CDHI) der UCSF ausgehen, aktiv im *Innovation Lab* eingebracht werden, um sie dort weiter zu erforschen und mit der Expertise von *Samsung* anzureichern (Pai 2014).

durch Smartphones und Wearables verbessern (My BP Lab 2021; Banks 2020).

Ausführungen zu *Samsungs* Forschungsprojekten im Rahmen des *Samsung Gear VR Headset* finden sich in Kapitel → 3.2.

TENCENT

Tencent
Medical
AI Lab

Tencent
YouTu Lab

Tencent
AI Lab

TENCENT tritt innerhalb der Forschung mit drei großen KI-bezogenen Laboren in Erscheinung, die die medizinische KI-basierte Forschung unterstützen sollen: *Tencent Medical AI Lab*, *Tencent YouTu Lab* und *Tencent AI Lab*. Ersteres fokussiert sich auf die Erforschung neuer digitaler Biomarker, um Krankheiten zu erkennen und vorherzusagen; *Tencent*

YouTu Lab erforscht KI-basierte medizinische Bildgebung (vgl. Tencent Miying, Kapitel → 3.3), und *Tencent AI Lab* konzentriert sich auf den Gesamtprozess medizinischer Versorgung und bietet Lösungen für Bereiche wie KI-basierte Diagnostik und Therapie (Tencent 2019).

3.5.1

AUSGEWÄHLTES BEISPIEL: SELTENE ERKRANKUNGEN

„In der Europäischen Union gilt eine Erkrankung als selten, wenn nicht mehr als 5 von 10.000 Menschen von ihr betroffen sind. Da es mehr als 6.000 unterschiedliche Seltene Erkrankungen gibt, ist die Gesamtzahl der Betroffenen trotz der Seltenheit der einzelnen Erkrankungen hoch“⁹⁶ (BMG 2021c).

Seltene Erkrankungen, „rare diseases“ (auch „orphan diseases“ genannt), sind chronische und ggf. lebensbedrohliche Krankheiten, die oft genetisch (mit-)bedingt sind (Kaplan et al. 2013, S. 148), wobei es auch seltene Infektionskrankheiten gibt. Meistens besteht Unklarheit über die genaue(n) Ursache(n). Seltene Erkrankungen werden häufig bereits bei der Geburt oder im Laufe der Kindheit entdeckt, bei einem größeren Anteil aber erst im Erwachsenenalter (Orphanet 2012). Etwa 30 Prozent der betroffenen Kinder versterben (de Vrueh et al. 2013, S. 11).

Eine große Herausforderung liegt darin, dass zuverlässige epidemiologische Daten fehlen (de Vrueh et al. 2013, S. 11). Dies hat zur Folge, dass es sehr wenig allgemeines Wissen über Seltene Erkrankungen gibt, sodass Diagnosen oft zu spät und nach langwierigen und belastenden Wegen durch das Gesundheitssystem oder auch gar nicht gestellt werden. Ebenso ist die Zahl weltweit verfügbarer Medikamente⁹⁷ und Spezialist:innen sehr beschränkt. Es gibt jedoch Bemühungen, Medikamentenentwicklungen für Seltene Erkrankungen, sogenannte „orphan drugs“, zu beschleunigen, etwa durch eine Verkürzung von Prüf- und Zulassungszeiträumen⁹⁸ (de Vrueh et al. 2013, S. 18–22).

96 Definition der WHO: „In the EU, a disease is considered to be rare when the number of people affected is less than 5 per 10 000. There are between 5 000 and 8 000 rare diseases, most of them with a genetic basis“ (Kaplan et al. 2013, S. 148).

97 In den klinischen Entwicklungsphasen dieser Arzneimittel sind die Herausforderungen beispielsweise eine zu geringe Anzahl an Patient:innen, ein Mangel validierter klinischer Orientierungspunkte (Surrogat-Endpunkte, Biomarker), aber auch ethische Aspekte (z. B. Verwendung von Placebos) (de Vrueh et al. 2013, S. 22).

98 In Deutschland führt der *Orphan-Drug*-Status jedoch gemäß Arzneimittel-Neuordnungsgesetz (AMNOG) nicht zu kürzeren Zulassungszeiten (Vfa 2018).

ALIBABA *Ali Health* hat im September 2021 gemeinsam mit dem Bo'ao Winhealth Rare Disease Medical Center die *Global Drug Information Platform for Rare Diseases* vorgestellt. Die Informationsplattform umfasst ein Gesundheitsdienstleistungsnetzwerk, das sowohl online als auch offline verfügbar

ist. Die Plattform adressiert die Problematik einer fehlenden Verfügbarkeit bzw. Erschwinglichkeit innovativer Therapien für Seltene Erkrankungen. *Ali Healths* Technologien, darunter KI und Cloud Computing, sollen die Plattform unterstützen (Winhealth Pharma 2021).

ALIBABA

Alibaba
Ali Health
Global Drug Information Platform for Rare Diseases

HUAWEI und *Philips* kooperieren im Bereich Cloud-basierter KI, um anhand großer Datenmengen u. a. Zusammenhänge zwischen bestimmten

Personengruppen, geografischen Gebieten und Seltene Erkrankungen abzuleiten (Huawei 2021).

HUAWEI

Kooperation mit Philips

IBM möchte in einer Partnerschaft mit *Graticule* die „data-to-study-gap“ im Bereich Seltener Erkrankungen schließen. Dafür sollen Daten aus den *IBM MarketScan Research Databases* und den *IBM Explorys Therapeutic Datasets* genutzt werden, um die Forschung zu beschleunigen und das Problem der erschwerten Rekrutierung für klinische Studien zu lösen. *IBM* und *Graticule* erhoffen sich ein bes-

seres Verständnis des Krankheitsverlaufs durch die Untersuchung des natürlichen Verlaufs, einen Vergleich der Effektivität und Sicherheit von Medizinprodukten in der Alltagsversorgung und vertiefte Einsichten über neue Medikamente, die noch nicht als erstattungsfähig anerkannt sind (Watson Health 2021).

IBM

Kooperation mit Graticule

INTEL will in Kooperation mit *Dell Technologies* und dem gemeinnützigen Translational Genomics Research Institute (TGen) Seltene Erkrankungen schneller erkennen, behandeln und dabei helfen, ihnen vorzubeugen. Im Zuge dessen haben die Kooperationspartner 2012 eine *High-Performance-Computing (HPC)*-Infrastruktur aufgebaut, die für

den biowissenschaftlichen Bereich ausgelegt ist. Ziele waren u. a. die Verbesserung genomischer Pipelines, um schnell Ergebnisse zu erhalten und Behandlungsmöglichkeiten in klinisch relevanten Zeiträumen zu ermitteln. Ebenso sollten Kosten gesenkt und vertrauliche Daten geschützt werden (Intel o. A.).

INTEL

Kooperation mit Dell Technologies und TGen

MICROSOFT hat sich 2018 mit dem Pharmakonzern *Shire* sowie der NGO EURORDIS zusammengetan, um die Diagnostik Seltener Erkrankungen, u. a. unter Einbeziehung von Technologien wie ML, Intelligent Triage und virtuelle Konsultationen zu beschleunigen. Zudem wurde ein Blockchain-basiertes Patient:innenregister erstellt. Gemeinsam wurde die multidisziplinäre *Global Commission to End the Diagnostic Odyssey for Children with a Rare Disease* ins Leben gerufen, in der u. a. *Microsofts* Chief Medical Officer (CMO) von *Worldwide Health*,

Simon Kos, an der Spitze vertreten ist (Fernández 2018; Global Commission on Rare Disease 2019). In der Kommission hat *Microsoft* 2021 den *Rare Navigator* vorgestellt, ein Tool, mit dem individuell zugeschnittene Informationen unter Nutzung des *Azure Health Bots* eingeholt werden können – sowohl von Behandelnden als auch von Familien mit einem Kind mit einer Seltene Erkrankung. Das Tool beschränkt sich auf San Diego, wo es erprobt wird, soll jedoch auf Standorte in Irland und Australien erweitert werden (Meade et al. 2021).

MICROSOFT

Kooperation mit Shire und EURORDIS
Global Commission to End the Diagnostic Odyssey for Children with a Rare Disease

NVIDIA

NVIDIA Inception Virtual Accelerator Program, Kooperation u. a. mit Recursion

NVIDIA möchte mithilfe von Deep Learning die Erforschung von Arzneimitteln für Seltene Erkrankungen vorantreiben. Im *NVIDIA Inception Virtual Accelerator Program* arbeitet NVIDIA mit dem Startup *Recursion* zusammen und analysiert Bilddaten von (krankhaft veränderten) Zellen. Das Ziel von

Recursion ist, bis zum Jahr 2025 100 neue Behandlungsansätze zu entdecken. Dafür werden u. a. in einem Labor wöchentlich 100.000 Experimente von robotischen Armen durchgeführt, wobei etwa zwei Mio. hochauflösende biologische Bilder entstehen (Salian 2019).

SAMSUNG

Bioepsis

SAMSUNG *Bioepsis* analysiert in einer multizentrischen Phase-III-Studie Daten von Patient:innen mit einer seltenen Blutkrankheit (Paroxysmale

Nächtliche Hämoglobinurie (PNH)), die mit einem Biosimilar (SB12) von *Samsung* behandelt wurden (Pulse 2021).

TENCENT

Kooperation mit RareStone

TENCENT kollaboriert mit *RareStone*, um ein Ökosystem aufzubauen, das auf Patient:innen mit Seltenen Erkrankungen in China ausgerichtet ist. Im Zuge der Partnerschaft sollen die Aufklärung, das gesellschaftliche Bewusstsein sowie der Zugang zu

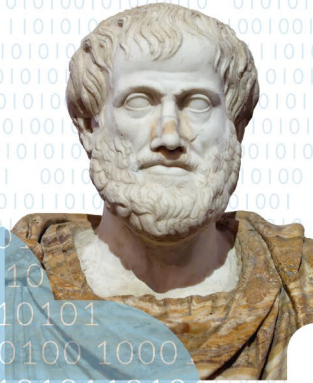
Informationen und Dienstleistungen in Bezug auf Seltene Erkrankungen gestärkt werden. Dafür sollen innovative digitale Lösungen eingesetzt werden (Global Genes 2021).

3.5.2**ZUSAMMENFASSUNG**

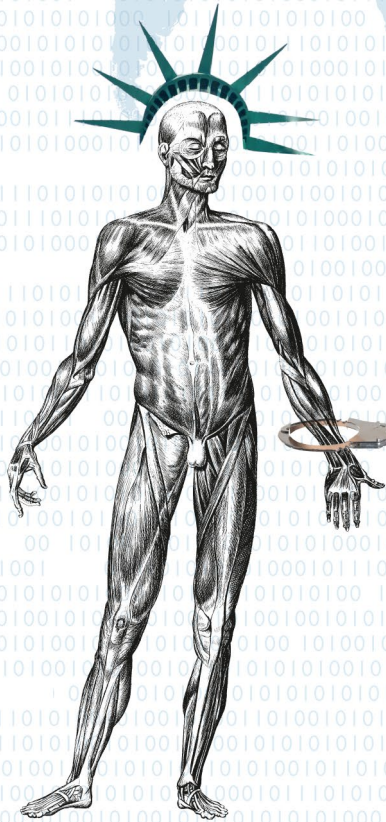
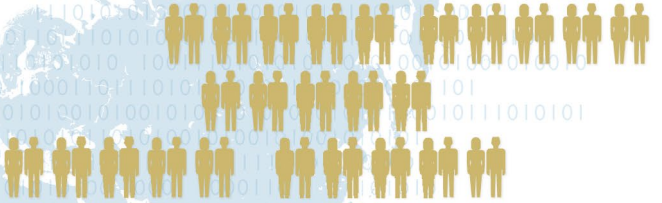
Tech-Giganten sind in der gesundheitsbezogenen Wissenschaft, Forschung und Entwicklung äußerst aktiv. Ihre oft in Kooperation mit akademischen Einrichtungen oder Unternehmen im Gesundheitsbereich verfolgten Aktivitäten profitieren von ihrer Möglichkeit, enorm große Datensätze aus unterschiedlichen Quellen inner- und außerhalb des Gesundheitssystems zu sammeln, aufzubereiten und zu verarbeiten. Im Vordergrund steht die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen, die entweder gezielt bestimmte Krankheiten oder diagnostische Tools betreffen, oder aber Cloud-Technologien und KI-Modelle entwickeln und bereitstellen, um Studien anderer Akteur:innen im Wissenschaftssystem zu unterstützen. Tech-Giganten werden auf diese Weise nach und nach zu unverzichtbaren und damit mächtigen Teilnehmenden in den gesundheitsbezogenen Wissenschaften – mit allen damit verbundenen Vor- und Nachteilen.

Zudem führt die verstärkte Integration von Daten, die außerhalb kontrollierter Studiumgebungen u. a. von Patient:innen und Nutzer:innen selbst erhoben werden, dazu, dass Forschung, Versorgungsalltag und Lifestyle-Bereich zunehmend verschmelzen. Die großen Datenmengen und ihre KI-gestützte Auswertung erlauben darüber hinaus, dass auch Forschung zu Seltenen Erkrankungen in vielerlei Hinsicht vorangetrieben werden kann.

Die ethischen Aspekte, die sich im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Tech-Giganten in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung ergeben, werden in Kapitel →4 diskutiert.



01



4

ETHISCHE ANALYSE

4.1 EINFÜHRUNG

Gesundheitstechnologien betreffen grundlegende Werte wie das Leben, die Gesundheit, die Freiheit und die Gerechtigkeit. Sie sind also von hoher ethischer Relevanz, und zwar dergestalt, dass sie die Realisierung dieser Werte sowohl befördern als auch gefährden können. So kann ein klinisches Entscheidungsunterstützungssystem, das mit KI arbeitet, zu einer besseren Evidenzgrundlage für eine Behandlungsentscheidung bei einer Krebserkrankung beitragen und damit das Leben des Patienten oder der Patientin erheblich verlängern – es kann aber auch bei unreflektierter Anwendung oder schlechter Datengrundlage zu Behandlungsentscheidungen führen, die das Leben des Patienten oder der Patientin gefährden (Braun et al. 2021). Auf globaler Ebene können Technologien einerseits für Menschen in abgelegenen Regionen einen Zugang zur Gesundheitsversorgung ermöglichen und damit die Zugangsgerechtigkeit befördern, andererseits können sie den sogenannten Digital Divide (vgl. Kapitel → 4.3.1) vergrößern und damit Verteilungsgerechtigkeit schwächen (Ibrahim et al. 2021; Topol 2019; Marckmann 2016).

Die Herausforderung, die Chancen von Technologien zu nutzen und gleichzeitig die Risiken so weit wie möglich zu vermeiden, wird in der Technikfolgenabschätzung seit langem reflektiert und systematisch bearbeitet. Hinzu kommen grundsätzliche Überlegungen zur Rolle von Technologien in der Gestaltung des individuellen und gesellschaftlichen Lebens. In diesem Zusammenhang lassen sich vier Funktionen der Ethik für die differenzierte Diskussion und Bewertung von Technologien unterscheiden: (1) die Legitimierungsfunktion, (2) die Konzipierungsfunktion, (3) die Evaluationsfunktion sowie (4) die Normenbegründungsfunktion (Woope und Mertz 2014).

DIE LEGITIMIERUNGSFUNKTION ergibt sich dadurch, dass es aus ethischen Gründen geboten ist, frühzeitig negative Konsequenzen von Technik zu erkennen und ihre positiven Effekte zu identifizieren und zu fördern (Woopen und Mertz 2014, S. 42).

DIE KONZIPIERUNGSFUNKTION beschreibt die Notwendigkeit, die Art und Weise der Technikbewertung ethisch zu begründen. Diese Bewertung ist auch von gesellschaftlichen Einstellungen abhängig, wobei Werte wie Gesundheit, Leben, Wohlergehen, Sicherheit, Gerechtigkeit sowie der kluge Einsatz knapper Ressourcen unterschiedlich konzeptualisiert und abgewogen werden können. Die Konzipierungsfunktion beinhaltet zudem den Anspruch, dass die Betroffenen am Prozess der Technikfolgenabschätzung partizipieren und diese mitgestalten sollen, auch, um ein breites Spektrum unterschiedlicher Ansichten abzubilden und dem „beklagten Demokratieverlust entgegen[zu] wirk[en]“ (Woopen und Mertz 2014, S. 43).

DIE EVALUATIONSFUNKTION beschreibt im Kern, dass eine ethische Bewertung dessen, was ein Schadenspotenzial oder einen möglichen Nutzen ausmacht, über das Zusammentragen von Fakten hinausgeht – diese müssen vielmehr mit Blick auf ihre ethische Relevanz bewertet werden. Das setzt eine ethische Expertise voraus, die beinhaltet, „normative Argumente und Rahmenwerke rekonstruieren, einordnen und bewerten zu können, sowie mit ethischer Theorie konsistent zu verfahren“ (ebd., S. 45).

DIE NORMENBEGRÜNDUNGSFUNKTION besteht schließlich darin, dass die Normierung von Technologien auch aus ethischen und nicht nur aus rein technischen oder bürokratischen Gründen oder zum eigenen Vorteil der Normierenden erfolgen sollte (ebd., S. 45). Dabei müssen rechtliche, ökonomische und soziale Gründe von ethischen zunächst getrennt werden, auch wenn Erstere ebenfalls ethisch relevant sein können. Bei einer globalen Bedeutung von Technologien sollte eine kulturübergreifende Dimension berücksichtigt werden (ebd., S. 46).

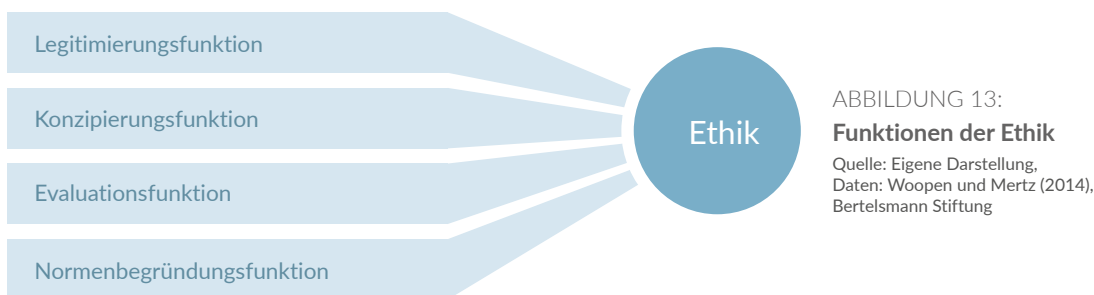


ABBILDUNG 13:

Funktionen der Ethik

Quelle: Eigene Darstellung,
Daten: Woopen und Mertz (2014),
Bertelsmann Stiftung

Das Ziel der ethischen Analyse ist, ein Bewusstsein für die Komplexität der technologischen Transformation der Gesundheitsversorgung durch Tech-Giganten zu schaffen, die Diskussion darüber zu befördern und Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, um wünschenswerte Innovationen zu fördern und potenziell negative Konsequenzen zu vermeiden. Dies entspricht einem Ethics-by-Design-Ansatz, der zurzeit vor allem im Bereich der KI-Entwicklung an Bedeutung gewinnt. Er besagt, dass ethische Überlegungen nicht erst nach der Entwicklung einer Technologie angestellt, sondern bereits während des gesamten Prozesses der Technikentwicklung und -gestaltung sowie vor und während ihres Einsatzes als integraler Bestandteil mitgedacht werden. Bestandteil dieses Konzepts ist, potenzielle Problemfelder in einem partizipativen Prozess initial zu identifizieren und zu eliminieren (Brey und Brandt 2020).

4.2 ETHISCHE WERTE UND PRINZIPIEN

Die folgende ethische Analyse der gesundheitsrelevanten Aktivitäten der Tech-Giganten basiert auf acht Werten und Prinzipien (Datenethikkommission 2019), die auf die grundlegenden Rechte und Freiheiten Bezug nehmen, welche etwa im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland (GG)⁹⁹, in der Charta der Grundrechte der Europäischen Union (GRCh)¹⁰⁰ und in der Europäischen Menschenrechtskonvention (EGMR)¹⁰¹ bis hin zur Universal Declaration of Human Rights (UDHR)¹⁰² verankert sind:¹⁰³

- » Die Würde des Menschen
- » Freiheit und Selbstbestimmung
- » Gesundheit
- » Privatheit
- » Sicherheit
- » Gerechtigkeit und Solidarität
- » Nachhaltigkeit
- » Demokratie

4.2.1 DIE WÜRDE DES MENSCHEN

„Die Würde des Menschen, die für den unbedingten Wert jedes menschlichen Lebewesens steht, verbietet etwa die digitale Totalvermessung des Individuums ebenso wie seine Herabwürdigung durch Täuschung, Manipulation oder Ausgrenzung“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Ausgehend vom Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland (GG), der Charta der Grundrechte der Europäischen Union (GRCh) bzw. der Europäischen Menschenrechtskonvention (EGMR) sowie der United Nations Declaration on Human Rights (UDHR), wird die Würde des Menschen sowohl rechtlich als auch ethisch in dieser Analyse als erstes fundierendes Prinzip angesehen. Zwar existiert für die Würde des Menschen keine allgemeingültige und konsentrierte Definition, doch es besteht Einigkeit, dass der Begriff im Kern einen bedingungslosen Wert ausdrückt, den der Mensch um seiner selbst willen hat und der nicht an eine bestimmte Leistungsfähigkeit oder Eigenschaft gebunden ist oder erst zu erarbeiten wäre.

99 Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) v. 23.5.1949, BGBl. S.1, i. d. F. v. 29.9.2020, BGBl. I S. 2048.

100 Charta der Grundrechte der Europäischen Union, ABLEG 2010/C 83/02.

101 Konvention zum Schutze der Menschenrechte und Grundfreiheiten v. 4.11.1950, für Deutschland: BGBl. II 1952, S. 685 (ber. S. 953).

102 Universal Declaration of Human Rights (Allgemeine Erklärung der Menschenrechte) v. 10.12.1948, UN A/RES/217-A-(III).

103 Eine umfassende Darstellung der vielen unterschiedlichen Facetten und Verständnismöglichkeiten der einzelnen Werte und Abwägungen kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden. Es wird aber ausgewiesen, von welchem jeweiligen Verständnis die Autor:innen ausgehen und weiterführende Literatur genannt.

Die Menschenwürde umfasst einen sozialen Wert- und Achtungsanspruch, der es verbietet, den Menschen zum „bloßen Objekt“ staatlichen Handelns zu machen oder ihn einer Behandlung auszusetzen, die seine stetige Anerkennung als selbstverantwortliche Persönlichkeit prinzipiell infrage stellt.¹⁰⁴ Durch das Grundgesetz wird der Staat einerseits selbst verpflichtet, die Menschenwürde der Bürger:innen und deren Grundrechte zu achten, andererseits hat er sie mittels staatlicher Regulierung auch vor Verletzungen durch Dritte zu schützen.

Bereits 1486 sprach Giovanni Pico della Mirandola in seiner Rede *Oratio de hominis dignitate*¹⁰⁵ über die Würde des Menschen, in der er vor allem das Prinzip der Freiheit hervorhob: „*Du sollst dir deine (Natur) ohne jede Einschränkung und Enge, nach deinem Ermessen, dem ich dich anvertraut habe, selber bestimmen*“ (Pico della Mirandola 1990).¹⁰⁶

Auch die Vereinten Nationen beschreiben im ersten Artikel der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte: „All human beings are born free and equal in dignity and rights [...]“ (UN 1948), wonach sich die Würde des Menschen mit seiner Freiheit verschränkt. Dem Menschen gebührt somit Respekt einzig und allein aufgrund der Tatsache, dass er ein Mensch ist;¹⁰⁷ er unterliegt keinerlei Klassifikation.

Nach diesem Verständnis kann der Mensch sich Technologien zunutze machen, „um seine Ideen und Ziele besser, schneller und weniger fehlerbehaftet zu erreichen“ (Datenethikkommission 2019, S. 43). Jedoch: „*Dabei gilt unverrückbar, dass Technik dem Menschen dient und nicht der Mensch der Technik unterworfen wird*“ (ebd., S. 14).

4.2.2

FREIHEIT UND SELBSTBESTIMMUNG

„Die Selbstbestimmung ist elementarer Ausdruck von Freiheit und schließt die informationelle Selbstbestimmung mit ein. Wird der Mensch selbstbestimmter Akteur in der Datengesellschaft, kann von ‚digitaler Selbstbestimmung‘ gesprochen werden“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Freiheit und Selbstbestimmung gehören im Kern zusammen. Es gibt für sie eine Vielfalt unterschiedlicher Definitionen mit facettenreichen Auslegungsmöglichkeiten. Bei Ersterer kann unterschieden werden zwischen einer positiven Freiheit – wonach das Individuum aus sich selbst heraus Ziele entwickelt und verfolgt – und negativer Freiheit als der Abwesenheit äußerer Hindernisse (Carter 2016; Berlin 2002).

¹⁰⁴ vgl. BVerfGE 27, 1, 6; 45, 187, 228; 109, 133, 149 f.; 117, 71, 89.

¹⁰⁵ Deutsche Übersetzung: „Über die Würde des Menschen“.

¹⁰⁶ Übersetzt von Norbert Baumgarten in Pico della Mirandola (1990).

¹⁰⁷ „(...) des dem Menschen inhärenten und nicht erst zu erwerbenden Wertes (...)“ (Datenethikkommission 2019, S. 43).

Selbstbestimmung wird hier verstanden als „die Möglichkeit der Realisierung von je eigenen Handlungsentwürfen und Handlungsentscheidungen. [Sie] (...) ist eine grundlegende anthropologische Idee, deren Realisierung von empirischen Gegebenheiten abhängt“ (Deutscher Ethikrat 2013, S. 120). Dass sie möglich ist, beruht auf der Autonomie des Menschen. Diese bezeichnet „die grundsätzliche Fähigkeit des Menschen, aus eigenen Stücken vernünftige Erwägungen anzustellen, mit anderen Individuen Gründe für Handlungen auszutauschen und Entscheidungen verantwortlich zu treffen. Diese Fähigkeit zeichnet den Menschen als moralfähiges Lebewesen aus“ (ebd.).

Im digitalen Raum stehen die informationelle Selbstbestimmung und die digitale Selbstbestimmung im Vordergrund. Das verfassungsrechtlich anerkannte Prinzip der informationellen Selbstbestimmung bezieht sich im Wesentlichen auf „die Befugnis des Einzelnen, grundsätzlich selbst über die Preisgabe und Verwendung seiner persönlichen Daten zu bestimmen“.¹⁰⁸ So ist es zum einen dem Staat untersagt, Daten zu sammeln oder zu verwenden, wenn keine gesetzliche Grundlage vorhanden ist, die einen angemessenen Ausgleich zwischen dem Recht auf informationelle Selbstbestimmung und den staatlichen Interessen herstellt. Zum anderen hat der Staat aber auch für eine ausgleichende Regelung der Interessen privater Akteure: innen untereinander – also der Betroffenen und z. B. deren Daten verwendende Unternehmen – zu sorgen. Diese Regelung findet sich vor allem in der Datenschutzgrundverordnung (DSGVO)¹⁰⁹ und im Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)¹¹⁰.

Die digitale Selbstbestimmung bezieht sich auf eine:n Akteur:in, der bzw. die auf der Grundlage ausreichender Informationen angesichts unterschiedlicher Möglichkeiten freiwillig anhand der eigenen persönlichen Werte über den Umgang mit den eigenen Daten, die digitale Vernetzung und den Gebrauch digitaler Produkte und Anwendungen entscheidet und entsprechend handelt (Mertz et al. 2016). „Digitale Selbstbestimmung geht dabei auch immer mit digitaler Selbstverantwortung einher“ (Datenethikkommission 2019, S. 44).

4.2.3 GESUNDHEIT

„Gesundheit ist ein Zustand des umfassenden körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht lediglich das Freisein von Krankheit und Schwäche“¹¹¹ (WHO 2006, S. 1).

Mit diesem Satz, den die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 1946 in die Präambel ihrer Verfassung schrieb, unterstrich sie ihr biopsychosoziales Verständnis von Gesundheit. Sie fasst den Besitz des bestmöglichen Gesundheitszustands als Grundrecht auf. Im UN-Sozialpakt¹¹² wurde dies als „das

108 BVerfGE 65, 1 ff.: „Freie Entfaltung der Persönlichkeit setzt unter den modernen Bedingungen der Datenverarbeitung den Schutz des Einzelnen gegen unbegrenzte Erhebung, Speicherung, Verwendung und Weitergabe seiner persönlichen Daten voraus.“

109 S. o. Fn. 2.

110 Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) v. 27.1.1977, BGBl. I S. 201, i. d. F. v. 23.6.2021, BGBl. I S. 1858, 1968.

111 Englische Originalversion: „Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity“ (WHO 2006, S. 1).

112 Internationaler Pakt über wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (UN-Sozialpakt, International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights) v. 16.12.1966, für Deutschland: BGBl. II 1973 S. 1569.

Recht eines jeden auf das für ihn erreichbare Höchstmaß an körperlicher und geistiger Gesundheit“ aufgenommen. Es impliziert nicht, dass Menschen sich jederzeit in einem objektiv optimalen Gesundheitszustand befinden können, sondern es zielt darauf ab, dass durch einen entsprechenden Zugang zu guter Gesundheitsversorgung und die Schaffung gesundheitsförderlicher Rahmenbedingungen – unter Berücksichtigung der sozialen Determinanten von Gesundheit – die jeweils bestmöglich zu erreichende individuelle und öffentliche Gesundheit die Leitgröße ist (WHO 2008; Krennerich 2020; WHO 2021c; Wulf 2016; WHO 2004). Die WHO unterstreicht, dass alle Menschen das gleiche Recht auf Gesundheit haben und dieses essenziell für die Herstellung von Frieden und Sicherheit¹¹³ ist (WHO 2006). Auch in Art. 35 der EU-Grundrechtecharta¹¹⁴ ist das Recht auf Gesundheit verankert.

4.2.4

PRIVATHEIT

„Das Recht auf Privatheit dient der Wahrung der Freiheit und der Integrität der persönlichen Identität. Sie kann durch umfassende Erhebung und Auswertung von Daten bis hin in die intimsten Bereiche bedroht sein“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Für den Begriff der Privatheit gibt es im philosophischen Diskurs keine einheitliche Definition. Aristoteles verwendet den Begriff, um zwischen einer öffentlichen, politischen Ebene (Polis) und einer privaten, familiären bzw. häuslichen Ebene (Oikos) zu unterscheiden (DeCew 2018). Diese Unterscheidung impliziert verschiedene Zuständigkeiten für das Setzen von Regeln: (1) der Staat im öffentlichen Bereich und (2) das Individuum im privaten Bereich (ebd.). Nach einem Begriffsverständnis von Privatheit im Sinne der Aufklärung hat jeder Mensch schlicht das Recht, „in Ruhe gelassen zu werden („the right to be let alone“¹¹⁵)“ (Warren und Brandeis 1890).

Man kann verschiedene Sphären der Privatheit unterscheiden:¹¹⁶ Die Sozial- und Öffentlichkeits-sphäre umfasst etwa die Aktivitäten einer Person, die ohne Weiteres von Dritten wahrzunehmen sind. Die Privatsphäre umfasst das Privatleben und den häuslichen und familiären Lebensbereich – Eingriffe des Staates sind hier mit anderen einschlägigen Grundrechten und betroffenen Interessen abzuwägen. Den stärksten staatlichen Schutz genießt die Intimsphäre als Kern der Privatheit, der etwa die innerste Gedanken- und Gefühlswelt sowie besonders sensible Informationen umfasst, darunter auch bestimmte den Gesundheitszustand betreffende Informationen.

113 „The enjoyment of the highest attainable standard of health is one of the fundamental rights of every human being without distinction of race, religion, political belief, economic or social condition. The health of all peoples is fundamental to the attainment of peace and security and is dependent upon the fullest co-operation of individuals and States“ (WHO 2006, S.1).

114 Vgl. Art. 35 der Charta der Grundrechte der Europäischen Union, ABLEG 2010/C 83/02: „Jeder Mensch hat das Recht auf Zugang zur Gesundheitsvorsorge und auf ärztliche Versorgung nach Maßgabe der einzelstaatlichen Rechtsvorschriften und Gepflogenheiten. Bei der Festlegung und Durchführung der Politik und Maßnahmen der Union in allen Bereichen wird ein hohes Gesundheitsschutzniveau sichergestellt“.

115 Vgl. Warren und Brandeis (1890, S. 193).

116 Vgl. i. Einz. insb. BVerfGE 6, 3, 41; 27, 1, 6; 27, 344, 350; 34, 238, 245f.; 35, 35, 39; 35, 202, 220; 38, 316, 320; 75, 369, 380; 80, 367, 373;

Das Prinzip der Privatheit verschränkt sich mit der Würde des Menschen und der – auch informati- onellen – Selbstbestimmung. So hat jede:r das Recht, auch im öffentlichen Raum die eigene Privat- sphäre zu schützen (DeCew 2018; Datenethikkommission 2019)¹¹⁷ und, sie bewahrend, ein selbst- bestimmtes Leben zu führen. Dies umfasst ebenfalls die persönliche Verfügungsgewalt darüber, „wer welche persönlichen Informationen zu welchem Zeitpunkt und zu welchem Zweck erhalten darf“. Der Staat schützt die Privatheit durch eine „gesetzliche Regelung eines verantwortungsvollen Umgangs mit persönlichen Daten“ (Datenethikkommission 2019, S. 45).

4.2.5 SICHERHEIT

„Die körperliche und emotionale Sicherheit des Menschen und die Sicherheit der Umwelt schützen hochrangige Güter. Sicherheit zu gewährleisten stellt hohe Anforderungen beispielsweise in der Mensch-Maschine-Interaktion oder bezüglich der Resilienz von Systemen gegenüber Angriffen und missbräuchlicher Verwendung“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Die Vereinten Nationen haben in die Allgemeine Erklärung der Menschenrechte auch das Recht auf Sicherheit aufgenommen: „Everyone has the right to life, liberty and security of person“.¹¹⁸ Dazu gehört ebenfalls das Recht auf sichere Produkte, Arbeits- und Lebensbedingungen sowie eine sichere Lebensumgebung, etwa durch die staatliche Schaffung allgemein verbindlicher Sicher- heitsstandards. Dem gesellschaftlichen Bedürfnis nach Schutz vor körperlichem, sozialem oder emotionalem Schaden dient auch ein einklagbarer Anspruch u. a. auf den Ersatz von Schäden durch unsichere Produkte (Mohan 2003).

Das Prinzip der Sicherheit äußert sich auf unterschiedlichen Ebenen. Dazu gehören der Schutz körperlicher und mentaler Gesundheit bzw. Integrität beispielsweise in der Mensch-Maschine- Interaktion, der Schutz der Umwelt sowie die öffentliche Sicherheit. Zudem umfasst Sicherheit den Schutz von Privatheit, da sie sich u. a. auf die Datenerhebung und -verwendung beziehen kann (Datenethikkommission 2019, S. 45).

117 Vgl. auch BVerfGE 115, 11, 183 ff.; 101, 361, 383; 99, 185, 193; 65, 1 ff.

118 Art. 3 Universal Declaration of Human Rights, s. o. Fn. 102.

4.2.6 GERECHTIGKEIT UND SOLIDARITÄT

„Angesichts der massiven daten- und technologieinduzierten Anhäufung von Macht und neuen Gefahren von Ausgrenzung und Diskriminierung ist die Gewährleistung von Zugangs- und Verteilungsgerechtigkeit eine dringliche Aufgabe. Digitalisierung sollte gesellschaftliche Teilhabe unterstützen und damit den sozialen Zusammenhalt fördern“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Gerechtigkeitskonzeptionen dienen dazu, die „Grundkoordinaten eines moralisch und rechtlich begründeten Beziehungsgefüges“ zu bestimmen (Deutscher Ethikrat 2017, S. 219). Im Verlauf der ideengeschichtlichen Entwicklung von Gerechtigkeitskonzeptionen wurden schon seit Aristoteles unterschiedliche Arten von Gerechtigkeit unterschieden. Dazu gehört die Verteilungsgerechtigkeit, bei der es um die Verteilung knapper Ressourcen entsprechend einem zu bestimmenden externen Maßstab geht. Dazu gehört des Weiteren die ausgleichende Gerechtigkeit, nach der etwa durch eine Straftat oder eine Vertragsverletzung eingetretene Schäden anhand ihrer Größe und damit unabhängig von einem äußeren Maßstab ausgeglichen werden müssen. Schließlich umfasst sie die Verfahrensgerechtigkeit, gemäß derer gerechte Zustände durch und in gerechten Verfahren entstehen.

Diese grobe Unterscheidung bedarf jeweils vielfältiger weiterer Differenzierungen. Ausdrückliche Konzeptionen sozialer Gerechtigkeit entstanden seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert. Sie unterscheiden sich etwa darin, ob Gerechtigkeit sich auf eine Leistung bezieht oder aber auf einen Bedarf, auf die Gleichheit von Chancen (etwa gemäß einem Befähigungsansatz)¹¹⁹ oder von Ergebnissen oder auch auf den Status von Personen oder Gruppen und damit verbundene Ansprüche. Auch wenn Konsens bestehen dürfte, dass soziale Gerechtigkeit etwas Gutes und Wünschenswertes ist, können in einem konkreten Fall miteinander unvereinbare und sich gegenseitig ausschließende Vorstellungen damit verbunden sein. Ihnen gemeinsam ist aber das Ziel:

„Als normierendes Prinzip sozialer Beziehungen gebietet es die Gerechtigkeit, willkürliche Privilegierungen Einzelner oder bestimmter Gruppen dadurch zu überwinden, dass das jedem jeweils Angemessene auf rationale Weise bestimmt wird, im Handeln der anderen gleichmäßige Berücksichtigung erfährt und dass Unterschiede in seiner Behandlung einer konsensfähigen Begründung bedürfen“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 222).

Rechtlich ist insbesondere der in Art. 3 GG oder auch in Art. 20, 23 GRCh¹²⁰ verbrieft Gleichheitsgrundsatz von zentraler Bedeutung. Nach Art. 3 Abs. 1 GG ist es dem Staat – etwa bei der Regelung von Lebenssachverhalten oder der Gestaltung staatlicher Versorgungsstrukturen – untersagt, wesentlich Gleiches ungleich zu behandeln, wenn dies nicht auf hinreichend gewichtigen Sachgründen beruht und in einem angemessenen Verhältnis zur Benachteiligung des Einzelnen steht.¹²¹ Darüber hinaus finden sich vor allem in Art. 3 Abs. 2 und 3 GG absolute Verbote der Ungleichbehandlung aufgrund bestimmter Merkmale. Im Lichte der Menschenwürde nach Art. 1 Abs. 1 GG ist

¹¹⁹ Vgl. u. a. Sen (1979), Sen (2009), Daniels (1990), Nussbaum (1998), Nussbaum (2015).

¹²⁰ S. o. Fn. 100.

¹²¹ Vgl. insb. BVerfGE 55, 72, 88.

zudem jedes Menschenleben mit dem gleichen Wert ausgestattet; Patient:innen etwa aufgrund ihrer sozialen Verantwortungsrolle oder gesellschaftlichen Stellung für eine bestimmte Behandlung vorzuziehen, ist unzulässig (Schmitz-Luhn 2015, S.125–126).

Im Zusammenspiel von Gleichheitssatz und Sozialstaatsprinzip nach Art. 3 Abs. 1 und 20 Abs. 1 GG trifft den Staat zudem die Pflicht, einen gerechten Zugang zu funktionierenden wesentlichen Sozialstrukturen herzustellen. Dies betrifft neben der Daseinsvorsorge insbesondere die Bereitstellung eines Gesundheitssystems¹²² und die Sicherung eines menschenwürdigen Mindeststandards im Bedarfsfall¹²³. Sicherzustellen ist dabei die gleiche Chance jedes und jeder Betroffenen, im Bedarfsfall am System teilhaben zu können, im Sinne einer Chancengerechtigkeit (Schmitz-Luhn und Bohmeier 2013, S.126).

Gerechtigkeit und Solidarität sind eng verknüpft, aber nicht deckungsgleich. Solidarität hat unterschiedliche Facetten, die von einem Gefühl der Zusammengehörigkeit über die Konstitution einer Gruppe und das Einstehen für ein gemeinsames Ziel bis zu gegenseitigem Einstehen für Situationen des Mangels reichen (Woopen 2008). Den meisten Solidaritätsverständnissen sind zentrale Elemente gemein: *„Der Begriff der Solidarität bezeichnet prosoziale Handlungen, Praktiken und Dispositionen sowie institutionelle, politische und vertragliche Regelungen, die dazu dienen sollen, andere zu unterstützen“* (Deutscher Ethikrat 2017, S.33–34).

Dabei sind die meisten Autor:innen sich auch dahingehend einig, dass das Element der Prosozialität durch entsprechende Handlungen oder die Übernahme von – im weiten Sinne verstandenen – Kosten etwa finanzieller, sozialer, emotionaler und zeitlicher Natur, ergänzt werden muss, um von Solidarität sprechen zu können (Deutscher Ethikrat 2017, S.227). *„Solidarität wird vielfach als komplementär – und oft auch subsidiär – zur Gerechtigkeit aufgefasst“* (ebd.). Der Solidarität liegt zugrunde, dass sie *„aus einem gemeinsamen Ziel einer solidarischen Gruppe, angesichts einer gemeinsamen Herausforderung oder Bedrohung oder aber auch aus der geteilten Vorstellung vom guten Leben in einer Solidargemeinschaft, wie sie etwa im deutschen Sozialstaat zum Ausdruck kommt, [entsteht]“* (ebd., S.33–34).

Somit ist Solidarität nicht als neutral zu betrachten, sondern kann als „zwischen dem Gerechten und dem Guten stehend“ (Deutscher Ethikrat 2017, S.228) gesehen werden oder als „gerechte Barmherzigkeit“ bzw. „barmherzige Gerechtigkeit“ (Woopen 2008). Im Bereich der digitalen Gesundheitsversorgung können Technologien zu einer Stärkung von Solidarität beitragen, diese aber auch unterwandern und schwächen (Datenethikkommission 2019, S.47).

122 BVerfGE 115, 25 ff.

123 BVerfGE 125, 175 ff.

4.2.7 NACHHALTIGKEIT

„Digitale Entwicklung steht auch im Dienste nachhaltiger Entwicklung. Digitale Technologien sollten dazu beitragen, ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeitsziele zu verwirklichen“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

Es existiert kein einheitliches Verständnis des Nachhaltigkeitsbegriffs. Die am weitesten verbreitete Definition entspringt dem Brundtland-Bericht von 1987: „Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht befriedigen können“ (Hauff 1987, S. 46).

Im Verlauf der konzeptionellen Entwicklung des Nachhaltigkeitsbegriffs sind verschiedene Modelle¹²⁴ entstanden, die gemeinsam haben, dass sie die drei Dimensionen „Soziales“, „Ökologie“ und „Ökonomie“ in den Nachhaltigkeitsbegriff integrieren (Pufé 2014, S. 17–18). Diese finden sich auch in den 17 Sustainable Development Goals (SDGs)¹²⁵ der Vereinten Nationen wieder, gemäß derer nachhaltige Entwicklung auf sozialer, ökologischer und ökonomischer Ebene in allen Staaten bis 2030 umgesetzt werden soll (UN 2015; Datenethikkommission 2019, S. 47). Technologiebasierte Innovationen können dazu beitragen, z. B. durch effizientere Ressourcennutzung nachhaltige Entwicklungsziele zu verwirklichen (Datenethikkommission 2019, S. 47). Gleichzeitig erfordern sie aber auch einen immensen Ressourceneinsatz, beispielsweise durch kontinuierlich wachsende Energiebedarfe, die nicht nachhaltig sind und mit Umweltbelastungen einhergehen können (van Wynsberghe 2021; WHO 2021a; Datenethikkommission 2019).

Nachhaltigkeitsziele stehen im engen Zusammenhang mit Erfordernissen der Gerechtigkeit. Dazu gehören die intra- und die intergenerationelle Gerechtigkeit (Pufé 2014, S. 20). Erstere betrifft Aspekte einer globalen Gleichverteilung von Wachstum und Wohlstand sowie den Umgang mit Ressourcen insbesondere vor dem Hintergrund einer Kluft zwischen dem Globalen Süden und dem Globalen Norden (ebd., S. 16). Die intergenerationelle Gerechtigkeit berührt Fragen globaler Verantwortung für zukünftige Generationen (Datenethikkommission 2019, S. 47). Der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen ist in Deutschland verfassungsrechtlich in Art. 20a GG verankert.

¹²⁴ Vgl. hierzu: Drei-Säulen-Modell, Schnittmengen- bzw. Dreiklang-Modell und Nachhaltigkeitsdreieck (Pufé 2014, S. 17–18).

¹²⁵ Nachhaltige Entwicklungsziele sind etwa „Gesundheit und Wohlergehen“ (SDG 3), „verantwortungsvoller Konsum und Produktion“ (SDG 12) und „Klimaschutz“ (SDG 13) (UN 2015).

4.2.8 DEMOKRATIE

„Digitale Technologien sind systemrelevant für die Entfaltung der Demokratie. Sie ermöglichen neue Formen der politischen Beteiligung, können aber auch Gefahren im Hinblick auf Manipulation und Radikalisierung mit sich bringen“ (Datenethikkommission 2019, S. 14).

In seiner etymologischen Bedeutung ist Demokratie die Herrschaft durch das Volk, zusammengesetzt aus *demos* (Volk) und *kratos* (Herrschaft bzw. Macht) (Kuyper 2015; Keane 2009).

Die Demokratie ist eine politische Ordnung, in der Bürger: innen sich durch einen mehr oder weniger gleichberechtigten Entscheidungsprozess selbst regieren (Kuyper 2015).¹²⁶ Die Bundesrepublik Deutschland wird in der Verfassung als „demokratischer und sozialer Bundesstaat“ konstituiert (Art. 20 GG). Dies unterliegt der sogenannten Ewigkeitsklausel des Art. 79 Abs. 3 GG und ist unabänderlich.

Digitale Technologien sind „auf komplexe Art und Weise für die Entfaltung der Grundrechte (...), für die Demokratie (...), für eine offene gesellschaftliche Debatte (...) systemrelevant“ (Datenethikkommission 2019, S. 46). Eine zentrale Rolle „bei der Sicherung einer freiheitlich-demokratischen Grundordnung“, in der die demokratischen Prinzipien des Staates gewährleistet und die in der Verfassung verankerten Grundrechte geschützt werden, spielen auch Bildung und Erziehung, die u. a. technische Kompetenzen vermitteln und dadurch „die für eine Demokratie konstitutive, kritische Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Gestaltung der Gesellschaft“ (ebd.) schaffen.

¹²⁶ „(...) a political practice in which individuals govern themselves through some form of equitable decision-making process“ (Kuyper 2015).

4.3 TRANSFORMATIONEN DER GESUNDHEITSVERSORGUNG

An eine grundlegende Transformation der Gesundheitsversorgung – vorangetrieben durch die Digitalisierung bei der Erhebung und Verarbeitung riesiger Datenmengen, durch ein breites Spektrum an Sensoren, die im, am und außerhalb des menschlichen Körpers zur Datenerhebung eingesetzt werden können, sowie durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz –, werden schon seit längerer Zeit große Hoffnungen mit Blick auf die breite Einführung einer patient:innenzentrierten Präzisionsmedizin geknüpft (Topol 2015), aber es werden auch mögliche Probleme vielfältiger Art diskutiert (IBC 2017; Deutscher Ethikrat 2018). Im Rahmen dieser Transformation, die in verschiedenen Ländern unterschiedlich weit fortgeschritten ist (Thiel et al. 2018), werden Dynamiken und Grenzverschiebungen bis hin zu Grenzauflösungen deutlich, die im Folgenden aufgezeigt und anhand der oben genannten Werte und Prinzipien diskutiert werden.

Diese Entwicklungen werden nicht ausschließlich von den Tech-Giganten vorangetrieben, sondern auch von vielen weiteren Akteur:innen. Gleichwohl spielen Tech-Giganten eine dominierende Rolle. Das liegt an ihren ungleich größeren technischen Kapazitäten und Kompetenzen, ihren finanziellen und damit auch personellen Möglichkeiten, mit denen sie eine monopolartige Stellung einnehmen. Wie in Kapitel → 3 beschrieben, stellen sie vielfältige gesundheitsbezogene Produkte und Anwendungen für Patient:innen und Nutzer:innen sowie für Gesundheitspersonal im Gesundheitssystem bereit; zudem sind sie in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung aktiv oder unterstützen diese im Rahmen von Kooperationen und Beteiligungen. Wenn auch bislang nur vereinzelt, entwickeln und etablieren sie Strukturen der Gesundheitsversorgung wie Krankenhäuser, vernetzte Versorgung und Krankenversicherungen.

Letztlich fördern Tech-Giganten die digitale Gesundheitsversorgung und haben das Potenzial, für das Gesundheitssystem unverzichtbar zu werden – es in seiner konkreten Ausgestaltung zumindest in Teilbereichen von sich abhängig zu machen. Tendenziell lässt sich sagen, dass europäische Tech-Giganten ihren Schwerpunkt bei spezifischen Geräten und Anwendungen für klinische Bereiche oder einzelne Erkrankungen haben, US-amerikanische Tech-Giganten ihre Macht zur Gestaltung des individuellen und gesellschaftlichen Lebens einschließlich des Marktes über riesige Datenmengen aus unterschiedlichen Lebensbereichen erlangen, auf denen die Geschäftsmodelle und Projekte dann aufsetzen, und dass chinesische Unternehmen mit ihren Produkten und Anwendungen sich zusätzlich zu den riesigen Datenmengen an der Bewertung und Steuerung der Nutzer:innen beteiligen.



ABBILDUNG 14: Wandlungsprozesse in der Gesundheitsversorgung und im Gesundheitswesen

Quelle: Eigene Darstellung, Bertelsmann Stiftung

4.3.1

STÄRKUNG DATENBASIERTER PRÄDIKTION, PRÄVENTION UND PRÄZISIONSMEDIZIN

Die Zukunftsvisionen der digitalisierten Gesundheitsversorgung spiegeln sich in vielfältigen Debatten über schrittweise Umgestaltungen bis hin zu kreativen Zerstörungen der gegenwärtigen medizinischen Praxis (Topol 2015; Thuemmler und Bai 2017; Topol 2013). Ein Wandel, der gemeinhin als wesentlicher Fortschritt im Dienste der individuellen und öffentlichen Gesundheit gesehen wird, besteht darin, dass der Schwerpunkt der gesundheitsbezogenen Versorgung verschoben wird: von der Therapie zur Prävention. Die Erhebung großer Mengen gesundheitsrelevanter Daten auch aus unterschiedlichen Lebensbereichen im Alltag durch die Nutzer:innen und Patient:innen selbst und deren Echtzeitverarbeitung in KI-Systemen bieten eine wichtige, wenn auch noch nicht hinreichende Grundlage für eine solche Transformation hin zu einer „nicht mehr reaktive[n], sondern präventive[n] und personalisierte[n] Medizin, die durch die genaue Kenntnis individueller Risikofaktoren, subjektiver Befindlichkeiten und möglicher Nebenwirkungen verabreichter Medikamente möglich werden würde“ (Wissenschaftliche Dienste des Bundestages 2013, S. 2; Friele et al. 2020).

Verschiedene Begriffe werden für diese neue Art von Medizin verwendet, die jeweils unterschiedliche Aspekte in den Vordergrund stellen. So führte der US-amerikanische Biomediziner Leroy Hood den Begriff der P4-Medizin ein, der die Gesundheitsversorgung als präventiv, prädiktiv, personalisiert und partizipatorisch kennzeichnet und bislang vor allem in der Onkologie weiterentwickelt wird. Als Sammelbegriff steht er für eine Gesundheitsversorgung, die die Patient:innen und Nut-



zer:innen stärker in den Versorgungsprozess einbindet, eher präventive als kurative Ziele verfolgt und Behandlungen in einem höheren Maß auf das Individuum zuschneidet (Topol 2015; Sharon 2017; Swan 2012; Ekman et al. 2011; Hood 2013). Auch wird von individualisierter, personalisierter oder stratifizierter Medizin gesprochen (Woopen 2011), von „disease interception“ (Jessen und Bug 2019) und von Präzisionsmedizin (Bundesärztekammer 2020a).

Durch die Prädiktion von Risikofaktoren und eine individuelle Risikoprofilbildung auf der Grundlage unterschiedlicher Daten, etwa über Ernährung, sportliche Betätigung, Schlafverhalten und Konsumgewohnheiten, lassen sich Empfehlungen zum Verhalten und zu Behandlungen aussprechen, welche die Entstehung von Krankheiten verhindern bzw. deren Schweregrad mindern können. Die „digitale Selbstvermessung“ – auch „Lifeloggging“ oder als Ansatz einer ganzen Bewegung „Quantified Self“ (Quantified Self 2021) – mittels Wearables und Apps ermöglicht auch die Erhebung, Zusammenführung und Analyse von Vitalparametern mit Verhaltens- und Umgebungsdaten, sodass Normabweichungen frühzeitig erkannt und Nutzer:innen sowie medizinisches Personal rechtzeitig informiert werden können (vgl. z. B. Kapitel →3.3, *Google DeepMinds App „Streams“*).

GESUNDHEIT

Es kann also ein proaktives Handeln gefördert werden, wonach sich die notwendigen Schritte zeitnah einleiten und damit die Chancen des Erhalts der Gesundheit bzw. der Früherkennung von Erkrankungen erhöhen lassen (Hahn und Schreiber 2018, S. 342). So können etwa im Rahmen des sogenannten Ambient Assisted Living (AAL) durch die Verknüpfung von Smart-Home-Anwendungen, virtuellen Assistenzsystemen und telemedizinischen Technologien Synergien entstehen, die zur Prävention und Früherkennung sowie zu einer Steigerung der Selbstständigkeit und Lebensqualität der Patient:innen und Nutzer:innen beitragen (vgl. z. B. Kapitel →3.3, *Philips Ambient Experience for Healthcare Project*) (Manzeschke et al. 2016; Rubeis 2020). Dies kann der Gesundheit sowie der Lebensqualität der Betroffenen dienen und sie bei Verhaltensänderungen unterstützen.

Voraussetzung ist jedoch, dass die Betroffenen die empfohlenen Maßnahmen auch umsetzen und ihren Lebensstil ändern. Das ist, wie man bei Programmen zur Raucherentwöhnung, zur Förderung der sportlichen Aktivität oder zur Änderung der Essgewohnheiten lernen musste, überhaupt nicht selbstverständlich, sodass die tatsächliche Wirksamkeit dieser Anwendungen im Einzelnen zu überprüfen ist. Daran aber haben die Tech-Giganten üblicherweise kein vorrangiges Interesse, denn das Geschäftsmodell mit dem Verkauf des Produkts wie einem Wearable und dem Herunterladen und der kurzfristigen Nutzung einer App ist bereits erfolgreich genug.

Die Eigenüberwachung kann auch „ein übertriebenes, der Gesundheit abträgliches Optimierungsbestreben sowie die Medikalisierung ‚natürlicher‘ Lebensvorgänge befördern“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 120). Im Extremfall kann sie damit einhergehen, die gesamte Lebensführung oder weite Teile davon unter das Diktat der Gesundheit zu stellen. So wünschenswert gesundheitszuträgliches Verhalten auch ist – Gesundheit ist nicht das höchste Gut, auf das aus ethischen Gründen die gesamte Lebensführung auszurichten wäre. Zudem können eine einseitige Fixierung auf Gesundheitsfragen, eine permanente Selbstbeobachtung mit technischen Hilfsmitteln und die Ermittlung von individuellen Risiken für die künftige Entstehung bestimmter Krankheiten – wie der Alzheimer-Demenz, z. B. durch Genomanalysen oder die Bestimmung von Biomarkern – mit psychischen und körperlichen Belastungen einhergehen (ebd., S. 198) (Woopen 2016, V1).

Die massenhafte digitale Erhebung von Daten zur Optimierung der Gesundheit und zur Steuerung des Verhaltens führt zu einer Art „Datafizierung“ des Menschen, also einer „Übertragung von

physikalischen, soziologischen oder psychologischen Verhältnissen in informatische kodierte Datensätze“ (Wiegerling et al. 2019, S.445). Diese Übertragung ins Digitale kann all das vom Menschen nicht erfassen, was gar nicht digitalisierbar, also in eine 0-1-Logik, zu bringen ist. Dazu gehört vor allem die Ich-Perspektive, aus der heraus die Person sich und alles um sie herum wahrnimmt und mit Bedeutung versieht.

Die Komplexität der Wahrnehmung, des Fühlens und des Handelns eines Menschen sowie das Erfahren der Sinndimension des Lebens lassen sich digital nicht erfassen. Das Ich erlebt ein gelingendes oder nicht gelingendes Leben als Einheit von Körper, Geist und Gefühl. Mit dem Menschen umzugehen, als sei er vollständig digitalisierbar, würde nach dieser Auffassung seinem Wesenskern und damit seiner Würde nicht gerecht. Zudem könnte es langfristig zu einem Verlust differenzierter Einzelpersönlichkeiten kommen, da möglicherweise ein datenbasiertes „eindimensionale[s] Menschenbild[es]“ entstünde (Selke 2016, S. 329). Dem sollte auch bei einem an sich wünschenswerten präventiven Ansatz entgegengewirkt werden, um Freiheit und Selbstbestimmung des Individuums zu bewahren.

Eine weitere für die Würde des Menschen relevante Frage stellt sich mit Blick auf die Integrität der Persönlichkeit im Zusammenhang mit einer umfassenden algorithmischen Profilbildung anhand personenbezogener Daten. Profilbildung oder „Profiling“ ist laut Art. 4 Nr. 4 DSGVO¹²⁷ als „jede Art der automatisierten Verarbeitung personenbezogener Daten“ definiert, die erfolgt „um bestimmte persönliche Aspekte, die sich auf eine natürliche Person beziehen, zu bewerten, insbesondere um Aspekte bezüglich Arbeitsleistung, wirtschaftliche Lage, Gesundheit, persönliche Vorlieben, Interessen, Zuverlässigkeit, Verhalten, Aufenthaltsort oder Ortswechsel dieser natürlichen Person zu analysieren oder vorherzusagen“.

Letztlich stellen Profilbildungen „Ableitungen (Schlussfolgerungen) auf der Grundlage bestimmter Ausgangsdaten dar“, die tatsächliche oder vermeintliche Charakteristika des Individuums bzw. die Vorhersage des zukünftigen Verhaltens betreffen können (Datenethikkommission 2019, S. 99). Es ergeben sich Risiken in Bezug auf die Privatheit und hinsichtlich der Möglichkeiten, die Persönlichkeitsprofile zu Steuerungs- und Manipulationszwecken zu nutzen (ebd., S. 36).

So kann „die Individualität des Einzelnen durch die normierende Kraft der Daten erheblich reduziert w[e]rd[en]“ (Heyen 2016, S. 6), was seine Freiheit und damit auch seine Möglichkeiten der Selbstbestimmung einschränken würde.

Die technischen Möglichkeiten einer verstärkten Vorhersage, Vermeidung und Früherkennung von Krankheiten führen dazu, dass sich die Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten der Patient:innen und Nutzer:innen erweitern und damit auch ihre Verantwortung wächst. Es erweitert sich der Raum der Selbstbestimmung, in dem Nutzer:innen für sich die Vor- und Nachteile digitaler Selbstbeobachtungstechnologien zu Gesundheitszwecken abwägen können und müssen. Solche Abwägungsprozesse sind ein Element digitaler Kompetenzen (Digital Literacy) und zur Ausübung digitaler Selbstbestimmung erforderlich. Unter Digital Literacy werden hier bezogen auf den Gesundheitsbereich Kompetenzen verstanden, digitale Technologien gemäß eigener Wertvorstellun-

DIE
WÜRDE
DES
MENSCHEN

FREIHEIT
UND
SELBST-
BESTIMMUNG

127 S.o. Fn. 23.

gen auszuwählen und zu nutzen, korrekt zu bedienen sowie Gesundheitsinformationen auch online finden, kritisch bewerten und nutzen zu können (Woopen et al. 2016, S. 34).

Das wachsende gesundheitsrelevante Wissen verändert auch die Rolle der Patient:innen und Nutzer:innen in der Beziehung zwischen Ärzt:innen und Patient:innen (Ekman et al. 2011; Skär und Söderberg 2018) und innerhalb der vernetzten Gesundheitsversorgung. Dies kann auf der einen Seite zum Empowerment der Betroffenen und zu einem effizienteren und partnerschaftlicheren, selbstbestimmteren Behandlungsprozess beitragen: Das traditionelle Wissensmonopol von Gesundheitsfachkräften wird relativiert, was eine Befreiung von ärztlichem Paternalismus fördern kann. Mehr Partizipation und Verantwortung von Patient:innen und Nutzer:innen tragen zur „Demokratisierung der Medizin“ bei (Topol 2015). Im Kontext der P4-Medizin fördern digitale Technologien nicht nur die Datenerhebung und -verarbeitung, sondern eben auch die Kommunikation und Vernetzung, somit die Partizipation.

Wenn auf der anderen Seite die grundlegenden Kompetenzen der Betroffenen – wie Gesundheitskompetenz, digitale Kompetenz, digitale Gesundheitskompetenz – überfordert werden, kann das u. a. dazu führen, dass Daten nicht korrekt erhoben und eingeordnet und anschließend möglicherweise nicht adäquate Behandlungen eingeleitet werden, sodass die Gesundheit der Patient:innen und Nutzer:innen gefährdet wird (Deutscher Ethikrat 2017, S. 161).

PRIVATHEIT

Die digitale Erhebung und Verarbeitung personenbezogener Daten gerade auch in vernetzten Systemen wirft weitreichende Fragen nach dem Schutz der Privatheit und Sicherheit auf.

SICHERHEIT

Ein besonderes Augenmerk ist auf Technologien zu richten, die im Alltagsleben primär andere als gesundheitsbezogene Funktionen erfüllen, wie insbesondere das Smartphone und digitale Sprachassistent:innen mit ihren jeweiligen Anwendungen. Die Vermischung diverser Funktionen wie Telefonieren, Spielen, Kommunizieren in sozialen Medien, im Internet navigieren, Informationen suchen, Musik hören, das eigene Verhalten in unterschiedlichen Hinsichten messen etc. stellt mit all den Trackingmöglichkeiten in der vernetzten Welt eine gigantische Herausforderung für den Schutz der Privatheit dar. Shoshana Zuboff hat in diesem Zusammenhang den Begriff des

Beispiele für Technologien mit Relevanz für Sicherheit und Privatheit

ALIBABA

Das Covid-19-Kontaktnachverfolgungssystem *Alipay Health Code* zeigt laut einer Analyse der New York Times nicht nur in Echtzeit an, ob jemand ein Ansteckungsrisiko darstellt, sondern tauscht auch Informationen mit der Polizei aus und könne damit eine Vorlage für neue Formen der automatisierten sozialen Kontrolle schaffen, die noch lange nach dem Abklingen der Pandemie bestehen bleiben könne (Mozur et al. 2020) (vgl. Kapitel → 3.2).

META (vormals Facebook)

Innerhalb des sozialen Netzwerkes *facebook* werden – abhängig von den jeweils geltenden Datenschutzbestimmungen – vermeintlich suizidgefährdete Personen identifiziert. So überwacht *Meta* (vormals *Facebook*), was Personen online schreiben, und bezieht auch die Reaktionen von Antwortenden ein. Wird dadurch eine vermeintlich suizidgefährdete Person ermittelt, entscheiden Mitarbeiter:innen, ob die Polizei informiert wird (Kaste 2018) (vgl. Kapitel → 3.1 sowie die differenzierten Betrachtungen des Deutschen Ethikrats (2017, S. 246–247)).

GOOGLE

Umstritten im Hinblick auf virtuelle Assistenzsysteme ist auch das kontinuierliche Mithören und Analysieren aller sprachbasierten Informationen (Subcommittee on Antitrust, Commercial and Administrative Law 2020, S. 314). So musste *Google* bereits Lücken in der Einhaltung der Datensicherheit seiner Smart-Home-Serie einräumen. Aus dem Medienbericht ging hervor, dass die Geräte nicht nur nach Aktivierung („Ok, Google.“) zuhören, sondern auch Alltagsgeräusche konstant analysieren und verarbeiten konnten (Krempel 2020; Quach 2020) (vgl. Kapitel → 3.2).

„Überwachungskapitalismus“ geprägt (Zuboff 2018). So sehr die Erfassung ganz unterschiedlicher Datenarten aus dem alltäglichen Verhalten zu einer Risikoprofilbildung und daran anknüpfenden Empfehlungen für eine bessere Prävention beitragen könnte – vorausgesetzt, die Empfehlungen sind wissenschaftlich gestützt –, so gefährdet sind auch der Schutz der Privatheit und die Integrität der Persönlichkeit.

Gesundheit wird bekanntermaßen ganz erheblich von sozioökonomischen Determinanten beeinflusst (WHO 2004). Eine Stärkung der Prävention könnte somit gerade für diejenigen vorteilhaft sein, bei denen diese Determinanten sich durch den Einsatz digitaler Technologien und Anwendungen positiv beeinflussen oder ihre Nachteile sich ausgleichen ließen – damit würden digitale Technologien zu mehr Gerechtigkeit beitragen. Denkbar wäre etwa, dass ein niedrigerer Bildungsstatus als ein wichtiger Determinant von Gesundheit durch einen niedrighwelligen digitalen Zugang zu Gesundheitsinformationen ausgeglichen werden könnte. Der Zugang allein aber reicht nicht aus, sondern es bedarf zusätzlich der Motivation und Kompetenzen der potenziellen Nutzer:innen, diesen Zugang auch zu nutzen und in geänderte Verhaltensweisen umzusetzen. Hier scheint es noch erheblichen Forschungs- und Weiterentwicklungsbedarf zu geben, um die Angebote so auszugestalten, dass sie tatsächlich Wirkung gerade bei den Gruppen mit niedrigerem sozioökonomischen Status zeigen (z. B. Satterwhite Mayberry et al. 2019).

GERECHTIGKEIT
UND
SOLIDARITÄT

Digitale Gesundheitsangebote sind in diesem Sinne grundsätzlich geeignet, Versorgungslücken etwa in ländlichen Gebieten zu schließen und gesundheitliche Ungleichheit zu reduzieren – etwa indem telemedizinische Angebote sich gezielt an Gruppen richten, die bislang keinen oder kaum Zugang zu medizinischer Versorgung hatten. Das aber erfordert, dass diese Gruppen auch technisch den Zugang zu den Technologien haben und diese nutzen. Dass Smartphones inzwischen weit verbreitet sind, ist dafür ein guter Ansatzpunkt, reicht aber für sich genommen noch nicht aus, wenn man bedenkt, dass gerade schlechte sozioökonomische Bedingungen oft mit geringeren digitalen Kompetenzen und weniger Gesundheitskompetenz einhergehen (Stormacq et al. 2019). Will man bei dem erhofften Nutzen digitaler Gesundheitstechnologien die Zugangsgerechtigkeit in der Bevölkerung sichern, ist auch der Aspekt der digitalen Kompetenzen sowie der Motivation mitzudenken (z. B. Western et al. 2021).

Für diese Studie befragte Expert:innen sehen künftig einen maßgeblichen Beitrag telemedizinischer und hybrider Gesundheitslösungen, um Versorgungslücken in ländlichen Gebieten zu schließen. Weiterhin prognostizieren sie, dass die Technologien dazu beitragen, globale gesundheitliche Ungleichheiten zu reduzieren. Allerdings wird auch die Verschärfung eines als „Digital Divide“ oder „Digital Gap“ bezeichneten sozialen Phänomens diskutiert (Ibrahim et al. 2021; Cornejo Müller et al. 2020; Marckmann 2020; IBC 2017). Digital Divide bezeichnet die Ungleichheit beim Zugang zu digitalen Dienstleistungen und Produkten, was vielfältige Ursachen und Zusammenhänge haben kann (Bildung, sozioökonomischer Status, Alter etc.) (Cornejo Müller et al. 2020; Schüz und Urban 2020). Bevölkerungsteile innerhalb eines Landes oder Bevölkerungen weltweit, die ohnehin einen erschwerten Zugang zu gesundheitlichen Leistungen haben, würden dadurch mehrfach benachteiligt (Cornejo Müller et al. 2020). Beispielsweise berichten die WHO und die OECD, dass in bestimmten Weltregionen sozioökonomisch bessergestellte Personen einen umfassenden Zugang zu adäquater digitaler Infrastruktur haben; ein Umstand, der zu einer systematischen Exklusion bestimmter Gruppen führt, was u. a. im Lichte der Covid-19-Pandemie verstärkt deutlich wurde (WHO 2021a; OECD 2020).

Gerechtigkeitsrelevante Fragen stellen sich zudem mit Blick auf potenzielle Diskriminierungen durch die Verwendung algorithmischer, insbesondere auch KI-basierter Technologien. Systematisch verzerrte oder falsche Ergebnisse der Systeme können beispielsweise durch lückenhafte oder einseitig geprägte Datenbestände¹²⁸ während des KI-Trainings und durch technisch-methodische Entscheidungen entstehen, etwa zu den Variablen für das Optimierungsziel. In der Folge können Individuen und Gruppen (u. a. Frauen, ethnische Minderheiten, Menschen mit Seltenen Erkrankungen, Menschen mit Behinderungen, inter- und transsexuelle Menschen) ungerechtfertigt systematisch benachteiligt oder exkludiert werden (Datenethikkommission 2019, S. 167–168; Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer 2021, A7).¹²⁹

So wurde beispielsweise in den USA nachgewiesen, dass an Koronarer Herzkrankheit (KHK) erkrankte Frauen im Vergleich zu erkrankten Männern bei Entlassung aus dem Krankenhaus eine weniger gute Behandlung erhielten und dies mit einer höheren Dreijahressterblichkeit einherging (Li et al. 2016). Würden die zugrunde liegenden Mortalitätsdaten ohne angemessene Berücksichtigung der Behandlungsdaten im KI-Training eingesetzt, könnten sie die Ergebnisse und Empfehlungen des KI-Systems derart beeinflussen, dass Frauen auch künftig eine im Vergleich zu Männern schlechtere Behandlung erhielten (Baumgartner 2021).

Der Soziologe Stefan Selke prägte im Zusammenhang mit den gesellschaftlichen Auswirkungen einer verbreiteten Selbstvermessung den Begriff der „rationalen Diskriminierung“ (Selke 2016). Typologisch verortet Selke dieses soziale Phänomen zwischen der „sozialen Diskriminierung“, bei der es um die Benachteiligung von Personen aufgrund gruppenspezifischer Charakteristika (Alter, Geschlecht, Ethnie etc.) geht, und der „statistischen Diskriminierung“, die entsteht, wenn unvollständige Informationen über Menschen durch wahrscheinlichkeitstheoretische Annahmen (Herkunft, Qualifikation etc.) ergänzt werden. Eine rationale Diskriminierung liegt dann vor, wenn „Einzelwerte mit Gruppen-, Mittel- oder Idealwerten abgeglichen werden“, die vorab als Normwerte definiert wurden und als „Korridor der Bewertbarkeit des Menschen“ bezeichnet werden können (Selke 2016, S. 323–324).

Gerechtigkeitsfragen stellen sich auch im Hinblick auf die Einbeziehung von Technologien in die Tarif- und Beitragsgestaltungen der Krankenversicherungen. So ist es in einem nach dem Solidaritätsprinzip gestalteten System der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV), wie es in Deutschland etabliert ist, für die „gerechte Gestaltung von Krankenversicherungstarifen (...) erforderlich, den Gedanken der Leistungsgerechtigkeit mit den Bedingungen eines solidarisch finanzierten Gesundheitssystems zum Ausgleich zu bringen“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 224). Dem System der GKV ist es grundsätzlich fremd, individuelle Risiken bei der Berechnung von Prämien zu berücksichtigen, weil es auf dem Prinzip der Solidarität beruht, das heißt, jede:r Versicherte hat als Teil einer umfassenden Risikogemeinschaft in gleicher Weise Anspruch auf Hilfe in einer Bedarfssituation – unabhängig davon, warum sie oder er in diese Situation geraten ist. Die Höhe der Prämie richtet sich daher für alle Versicherten gleichermaßen nach der individuellen finanziellen Leistungsfähigkeit und nicht nach dem individuellen Krankheitsrisiko.

128 Vgl. dazu beispielsweise *Amazons* und *Googles* Gesichtserkennungstechnologien (Wiggers 2019; Kühl 2015.)

129 Vgl. dazu u. a. Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer (2021); WHO (2021a); Datenethikkommission (2019); Gianfrancesco et al. (2018); Orwat (2019); Obermeyer et al. (2019); O'Neil (2018); Weichert (2018); Cain (2015).

Gleichwohl können auch in der GKV Anreize zu gesundem Verhalten geschaffen werden, etwa in Form von Vorteilen bei der Einhaltung bestimmter Verhaltensweisen. Verhaltens- und lebensstil-datenbasierte Versicherungsmodelle unterschiedlicher Art bringen jedoch das Problem mit sich, dass bestimmte Gruppen von den Vergünstigungen ausgeschlossen werden, weil sie bestimmte Leistungen nicht erbringen können – beispielsweise kann ein:e Rollstuhlfahrer:in keine Schritte zählen – oder aus verschiedenen Gründen nicht erbringen wollen, etwa um ihre Privatheit zu schützen. Da die Lebensbedingungen oft nicht der individuellen Kontrolle unterliegen, erfordert die Solidarität, dass bei der leistungsgerechten Honorierung von Präventionsmaßnahmen in Krankenversicherungstarifen allen Versicherten in gleichem Umfang Vorteile möglich sind und sie sich bewusst für oder gegen deren Nutzung entscheiden können (Deutscher Ethikrat 2017, S. 224–225).

Würde darüber hinaus die Möglichkeit präventiven Verhaltens zu einer Pflicht oder würde ein Schuldprinzip eingeführt, demgemäß das Unterlassen präventiven Handelns sich negativ auf die Leistung der GKV auswirkte, käme es zu einer Entsolidarisierung und zu einer grundsätzlichen Infragestellung des solidarischen Systems an sich. Zwar ist nicht vollkommen ausgeschlossen, dass Betroffene sich an den Kosten einer Behandlung beteiligen müssen, deren Notwendigkeit sie selbst verschuldet haben. Es ist jedoch zu bedenken, dass die kausale Verursachung einer individuellen Erkrankung durch ein konkretes Patient:innenverhalten aufgrund der komplexen biologischen Wirkmechanismen selten konkret nachweisbar, sondern meist nur statistisch abbildbar ist. Ersteres wäre aber eine Voraussetzung dafür, Patient:innen aufgrund ihres Verhaltens finanziell an Behandlungskosten zu beteiligen (Schmitz-Luhn 2015, S. 123–130).

Technologiebasierte Innovationen können etwa durch die Optimierung von Versorgungs- und Verwaltungsprozessen zu einer effizienteren Ressourcennutzung beitragen und damit ökonomisch und ökologisch nachhaltige Entwicklungsziele verwirklichen (Datenethikkommission 2019, S. 47). Gleichzeitig erfordern sie aber auch einen immensen Ressourceneinsatz, beispielsweise durch kontinuierlich wachsende Energiebedarfe in der KI-Entwicklung oder beim Einsatz von Blockchain-Technologien (van Wynsberghe 2021; WHO 2021a; Datenethikkommission 2019). Zahlreiche Studien stellen die intensiven Kohlenstoffdioxidemissionen und damit verbundenen Umweltbelastungen KI-basierter Technologien heraus.¹³⁰

Das International Bioethics Committee (IBC) der UNESCO weist in seinem „Report on Big Data and Health“ zusätzlich auf die Berge von Elektromüll hin, die in immer kürzeren Zyklen neuer Modelle von Smartphones, Wearables etc. entstehen, sowie auf all die ökologischen und sozialen Nachhaltigkeitsprobleme im Zusammenhang mit der Gewinnung der Seltenen Erden, die für elektronische Geräte erforderlich sind (IBC 2017). Die durch Prävention vermiedenen Kosten für individuelle Behandlungen und Versorgungsstrukturen sind mit den Kosten für eine umfangreichere Prävention in ein Verhältnis zu setzen. Wie dieses sodann bewertet wird, entscheidet sich nicht nur danach, welche Einsparungen höher sind, sondern auch nach gesellschaftlichen Wertvorstellungen etwa zum Wert der Gesundheit.

NACHHALTIG-
KEIT

¹³⁰ Vgl. hierzu u. a. Strubell et al. (2019); Preetipadma (2020); Agravante (2020).

TABELLE 2: **Auf einen Blick – Chancen und Herausforderungen der Stärkung datenbasierter Prädiktion, Prävention und Präzisionsmedizin****Chancen**

- ✳ Die individuelle und öffentliche Gesundheit wird verbessert, indem Erkrankungen vorhergesagt, verhindert und früh erkannt werden.
- ✳ Gesundheitserhaltende und -fördernde Verhaltensänderungen werden durch digitale Selbstvermessung und Empfehlungssysteme unterstützt.
- ✳ Aufgrund größerer Informiertheit werden die Möglichkeiten zu selbstbestimmten Entscheidungen und Handlungen erweitert.
- ✳ Die individuelle Verantwortung des und der Einzelnen wird erweitert.
- ✳ Ein Empowerment der Patient:innen in der Beziehung zu Ärzt:innen und in der vernetzten Versorgung wird gefördert.
- ✳ Behandlungsprozesse werden effizienter und partnerschaftlicher.
- ✳ Die Demokratisierung der Medizin wird durch eine größere Beteiligung und Verantwortung der Patient:innen gefördert.
- ✳ Gesundheitliche Nachteile, die durch sozioökonomische Determinanten entstehen, können ausgeglichen werden.
- ✳ Digitale Versorgungsangebote können zur Schließung von Versorgungslücken und zu einer Reduzierung gesundheitlicher Ungleichheiten beitragen.
- ✳ Gesundheitszuträgliches Verhalten kann durch verhaltensbasierte Versicherungstarife oder Boni in der Krankenversicherung gefördert werden.
- ✳ Mit optimierten Versorgungs- und Verwaltungsprozessen kann eine effizientere Ressourcennutzung sowie eine Verwirklichung nachhaltiger Entwicklungsziele realisiert werden.

Herausforderungen

- ⊕ Die Medikalisierung natürlicher Lebensvorgänge und Lebensweisen wird gefördert.
- ⊕ Risiken werden nur unzureichend verstanden, und es mangelt an Kompetenzen zu einem angemessenen Umgang mit Risiken.
- ⊕ Die Gesundheit wird zum obersten Wert der Lebensführung, bishin zur Entwicklung eines Gesundheitsdiktats, bei dem alle anderen Werte der Gesundheit untergeordnet werden.
- ⊕ Durch eine Fixierung auf Gesundheitsfragen sowie eine permanente Selbstbeobachtung können psychische und körperliche Belastungen entstehen.
- ⊕ Es kann sich ein eindimensionales, reduktionistisches Menschenbild entwickeln (Datafizierung).
- ⊕ Algorithmische Profilbildung kann zu Diskriminierungen und Manipulationen beitragen.
- ⊕ Der oder die Einzelne kann die Verantwortung als zu groß empfinden und Schuldgefühle entwickeln.
- ⊕ Die Beziehung zwischen Ärzt:innen und Patient:innen kann durch falsche Informationen und gestörte Kommunikation gefährdet werden.
- ⊕ Mangelnde digitale Gesundheitskompetenz kann zu Überforderung und Schädigungen führen.
- ⊕ Aufgrund fehlender Kompetenzen im Umgang mit gesundheitsrelevanten Technologien (digitale Kompetenz, Gesundheitskompetenz) können Gesundheitsrisiken entstehen.
- ⊕ Tracking- und Überwachungstechnologien gehen mit Risiken für die Privatheit und die Sicherheit einher.
- ⊕ Für Personen und Gruppen mit schlechteren digitalen Kompetenzen oder Zugangsmöglichkeiten bestehen höhere Risiken für eine Diskriminierung.
- ⊕ Ungleichheiten beim Zugang zu digitalen Produkten und Dienstleistungen können sich verschärfen (Digital Divide / Digital Gap).
- ⊕ Algorithmische bzw. KI-basierte Systeme bergen Diskriminierungsrisiken und können mit Zugangsbarrieren einhergehen.
- ⊕ Die direkte oder indirekte Einführung eines Schuldprinzips führt zu einer schleichenden Entsolidarisierung des Systems der Gesetzlichen Krankenversicherung (GKV).
- ⊕ Der technologiebedingt erhöhte Energie- und Ressourcenverbrauch führt zu negativen sozialen und ökologischen Auswirkungen.
- ⊕ Es entsteht eine große Menge an Elektromüll.
- ⊕ Der vermehrte Abbau Seltene Erden führt zu ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeitsproblemen.

Quelle: Bertelsmann Stiftung

ZUSAMMENFASSEND lässt sich festhalten, dass Technologien Chancen eröffnen, um Prädiktion und Prävention im Vergleich zu Therapie und Rehabilitation deutlich zu stärken – mit der erhofften Folge, dass Krankheiten verhindert, frühzeitig erkannt und der Schweregrad ihres Verlaufs gemindert werden können. Technologien können gesundheitserhaltende und -fördernde Verhaltensweisen durch digitale Selbstvermessung sowie Empfehlungssysteme unterstützen. Die Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten sowie die individuelle Verantwortung und Beteiligung der Nutzer:innen und Patient:innen werden dadurch erweitert. Aufgrund veränderter Rollen innerhalb der Beziehung zwischen Ärzt:innen und Patient:innen sowie in einer vernetzten Gesundheitsversorgung können effizientere und partnerschaftlichere Behandlungsprozesse entstehen und kann eine Demokratisierung der Medizin gefördert werden. Gleichzeitig können Patient:innen psychisch und körperlich gefährdet werden, indem sie sich einseitig auf Gesundheitsfragen fixieren und ihre Lebensführung an einem Gesundheitsdiktat ausrichten.

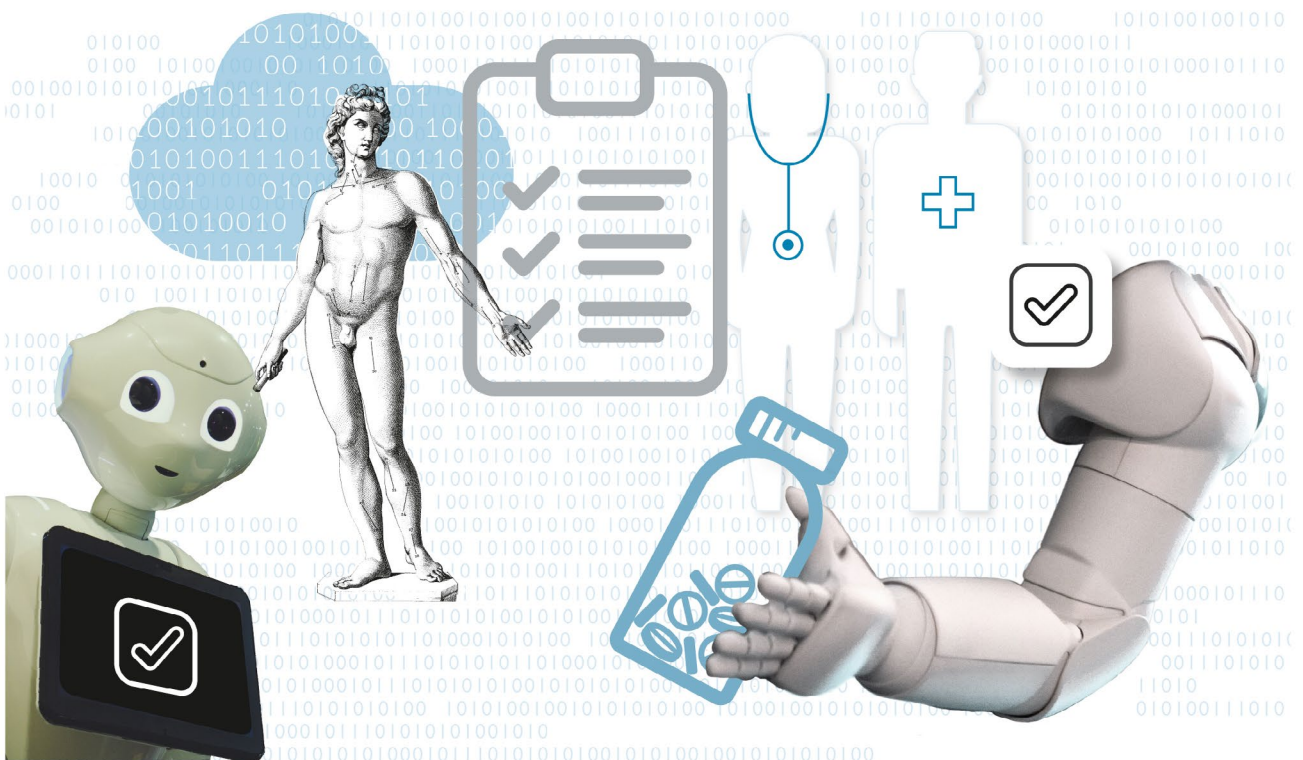
Weitere Herausforderungen stellen sich angesichts potenzieller Diskriminierungen und Manipulationen durch KI-basierte Systeme und algorithmische Profilbildung sowie durch mögliche Tracking- und Überwachungsmöglichkeiten. Gesundheitsrisiken können auch entstehen, weil Kompetenzen im Umgang mit Technologien fehlen. Technologien können gesundheitsförderliche Zugänge zu digitalen Ressourcen und Versorgungsangeboten schaffen bzw. erweitern und gleichzeitig Ungleichheiten verschärfen. Dies gilt ebenfalls für datenbasierte Versicherungstarife oder Bonusmodelle. Der intensive Ressourceneinsatz und damit verbundene Umweltbelastungen sowie die Entstehung von massenhaftem Elektromüll und der Abbau Seltener Erden stellen zudem Herausforderungen hinsichtlich der Nachhaltigkeit dar.

4.3.2

MULTIDIMENSIONALER WANDEL DER KOMPETENZEN IN GESUNDHEITSBERUFEN

Entwickelt sich die medizinische Praxis zu einer digitalisierten Gesundheitsversorgung im Sinne der P4-Medizin, benötigt das Personal in den Gesundheitsberufen andere Kompetenzen, als sie heute üblich sind. Dazu gehört, mit informationstechnologischen Systemen umgehen und sie kritisch in das eigene Handeln einbeziehen zu können, bereit und fähig zu sein, patient:innen zentriert in Netzwerken und Gesundheitsteams zu arbeiten, mit zunehmend informierten Patient:innen, die über ihre eigenen Gesundheitsdaten verfügen, kommunizieren zu wollen und zu können sowie in kritischer Auseinandersetzung Verantwortung bei der Nutzung algorithmischer Systeme, insbesondere von KI-basierten Entscheidungsunterstützungssystemen, übernehmen zu können. Die Anforderungsprofile an das Gesundheitspersonal und damit auch das Selbstverständnis der Gesundheitsberufe werden sich erheblich wandeln, sodass die Aus-, Fort- und Weiterbildung sich ebenfalls danach ausrichten müssen.

Das Gesundheitspersonal wird mit kontinuierlich wachsenden Datensammlungen der Patient:innen konfrontiert, aus denen es die für die Gesundheitsversorgung relevanten Daten auswählen und bewerten muss (Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer 2021). Dabei können Technologien wie entscheidungsunterstützende Systeme (Clinical Decision Support Systems, CDSS) (z. B. *Siemens Healthineers AI Rad Companion*, vgl. Kapitel → 3.3) oder virtuelle Assistenzsysteme (z. B. *IBM Medical Sieve*, vgl. Kapitel → 3.3) im Berufsalltag eine zentrale Rolle einnehmen. Daraus ergibt sich eine Verschiebung des beruflichen Kompetenzfeldes: weg von der tradierten Rolle der Angehöri-



gen von Gesundheitsberufen als alleinige Expert:innen hin zu einer Vermittlungs- oder Beratungsrolle sowie Prüfinstanz zwischen daten- und KI-basierten Technologien und den Patient:innen.

Gleichzeitig sind Behandler:innen mit potenziell besser und zumindest umfassender informierten Patient:innen konfrontiert, die deutlich selbstbestimmter ihre persönliche Gesundheitsversorgung im Auge haben und (mit-)gestalten können (Skär und Söderberg 2018). Sie benötigen gleichwohl eine Art vermittelnde Zwischeninstanz im Behandlungskontext, die digitale Kompetenzen sinnvoll mit medizinischem Fachwissen verbindet und daraus adäquate Handlungsschritte ableitet. Diese Veränderung erfordert auch, aufseiten des Gesundheitspersonals neue Kompetenzen wie etwa die digitale Gesundheitskompetenz (Digital Health Literacy) zu entwickeln und zu fördern (SVR 2021, S. 272–277). Fragen, die sich aufgrund dieser Dynamik stellen, betreffen vor allem den Wandel medizinischer Berufsbilder, die Entstehung neuer Berufe sowie die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Verantwortungsverteilung im Zuge der Etablierung von Technologien im Behandlungsalltag.

Der Einsatz von Technologien kann das Gesundheitspersonal zeitlich, physisch und psychisch entlasten und damit dessen eigene Gesundheit schützen. So wurde beispielsweise gezeigt, dass administrative ärztliche Aufgaben etwa 17 bis 24 Prozent des Arbeitsalltags vereinnahmen und der dazugehörige Zeitaufwand (1) mit einer niedrigeren beruflichen Zufriedenheit korreliert (Woolhandler und Himmelstein 2014; Rao et al. 2017), (2) zulasten der Patient:innenversorgung geht (Rao et al. 2017) und darüber hinaus (3) unnötige Kosten verursachen kann (Erickson et al. 2017).

Eine potenzielle zeitliche Entlastung durch Technologien geht auch mit einer physischen Entlastung des medizinischen Personals einher. Zum Beispiel leiden Radiolog:innen, die regelmäßig große Mengen von bildgebendem Material analysieren, immer häufiger an einer sogenannten Eye Fatigue, was die Qualität der Diagnostik beeinträchtigen kann (Waite et al. 2017). Insgesamt ist die berufsbezogene psychische Überlastung innerhalb der Gesundheitsberufe höher als in der Allgemeinbevölkerung, was u. a. mit langen Arbeitszeiten und anforderungsintensiven Situationen in Verbindung gebracht wird und zudem mit einer geringeren Versorgungsqualität einhergehen kann (EXPH 2019, S. 21; Shanafelt et al. 2012; Amofo et al. 2015; Tziner et al. 2015). Technologische Unterstützung hat demnach das Potenzial, durch Entlastung des medizinischen Fachpersonals positiv auf die Versorgungsqualität zu wirken, da menschlich bedingte Fehler in der Diagnosestellung oder Behandlung reduziert werden können (Stillman 2018; Rahimi et al. 2018; Sutton et al. 2020) – vorausgesetzt, entsprechende Systeme wie CDSS erbringen sichere und belastbare Ergebnisse.

Gesundheitspersonal hat durch technologische Unterstützung mehr Zeit und kann dadurch den Beruf freier und selbstbestimmter ausüben. Die frei werdende Zeit ermöglicht zum Beispiel, sich vermehrt den Patient:innen zu widmen und sich direkt mit ihnen auszutauschen, was die subjektiv wahrgenommene Versorgungsqualität, die Zufriedenheit und auch die Adhärenz der Patient:innen steigern kann (Chandra et al. 2018). Zudem werden Kosten gesenkt, und eine bessere Beziehung zwischen Ärzt:innen und Patient:innen sowie eine größere Zufriedenheit der Patient:innen korrelieren mit verbesserten Gesundheitsoutcomes (Kenagy et al. 1999; Lobo Prabhu et al. 2018; Kennedy et al. 2014).

Gesundheitspersonal kann die gewonnene Zeit allerdings nur dann selbstbestimmt zum Wohl der Patient:innen einsetzen, wenn es nicht durch externe Anreize oder patient:innenferne Motive davon abgehalten wird. Das derzeit herrschende mengenbasierte Abrechnungssystem in der deutschen stationären Versorgung bietet keine Anreize für einen „Value-Based Care“-Ansatz (Porter 2010) und eine dadurch erzielbare Steigerung der Versorgungsqualität. Eher besteht die Gefahr, dass

 GESUNDHEIT

 FREIHEIT
UND
SELBST-
BESTIMMUNG

immer mehr Patient:innen automatisiert abgefertigt oder kostenträchtige Personalkräfte abgebaut werden (DKG 2019; Deutscher Ethikrat 2016).

Die potenzielle Problematik, dass die Beziehung zwischen Patient:innen und Personen in Gesundheitsberufen entpersonalisiert bzw. depersonalisiert wird (Remmers 2019), verschärft sich zusätzlich, wenn Technologien wie Bots und Avatare in die zwischenmenschliche Beziehung vorrücken oder diese sogar ersetzen – denn menschlicher Kontakt gilt in der Gesundheitsversorgung als unabdingbar (Europäisches Parlament 2016). Darüber hinaus wurde beobachtet, dass Behandler:innen in virtuellen Konsultationen risikoreichere Entscheidungen fällen als in analogen Gesprächen (Lee et al. 2015), worunter die Sicherheit der Patient:innen leiden kann. Zum Behandlungsprozess gehört nicht nur die korrekte klinische Diagnose, sondern auch eine empathische Vermittlung und Kommunikation (Meskó et al. 2018), was menschliche und kommunikative Kompetenzen des Gesundheitspersonals erfordert, die über das medizinische Fachwissen hinausgehen.

Technologisch unterstützte Prozessoptimierungen können einerseits Arbeitsabläufe erheblich vereinfachen, sicherer gestalten sowie Zeit und Kosten sparen. Die Automatisierung und Standardisierung von Arbeitsabläufen sowie der Einsatz von CDSS können jedoch andererseits den Korridor an Entscheidungs- und Therapiefreiheit des Gesundheitspersonals einengen. Hier sind immer wieder Abwägungen erforderlich, die nicht allein mit Blick auf wirtschaftliche Vorteile entschieden werden sollten, sondern bei denen die Selbstbestimmung des betroffenen Personals und ganz zentral das Patient:innenwohl ebenfalls zu berücksichtigen ist. Allerdings kann es auch vorkommen, dass z. B. Ärzt:innen die Verantwortung für eine Behandlungsentscheidung gern an ein technologisches System wie ein CDSS abgeben, zumal Behandelnde durch eigenverschuldete oder subjektiv wahrgenommene Fehler psychisch stark belastet sein können (Rodiewicz et al. 2020; Sirriyeh et al. 2010).

Behaltungsentscheidungen enthalten gleichwohl immer auch Wertentscheidungen. Die Praxis evidenzbasierter Medizin stützt sich zum einen auf wissenschaftliche Erkenntnis, die durch algorithmische Systeme inzwischen durchaus effizienter aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden kann, als es einzelnen Ärzt:innen durch die Lektüre von Fachzeitschriften möglich ist. Sie stützt sich zum anderen auf die ärztliche Erfahrung aus der Behandlung vieler unterschiedlicher Patient:innen. Eine evidenzbasierte Behandlung hat sich zugleich immer am Wohl der Patient:innen auszurichten. Das bedeutet, dass in einem partnerschaftlichen Verhältnis zwischen Ärzt:in und Patient:in immer auch die Selbstbestimmung des bzw. der Patient:in zu berücksichtigen ist (Deutscher Ethikrat 2016) – und die lässt sich nicht durch algorithmische Systeme ersetzen. Auch die für die Beziehung zwischen Ärzt:in und Patient:in so wichtige menschliche Sensibilität kann aufgrund ihrer Komplexität nicht in technologischen Modellen abgebildet werden (Cabitza et al. 2017). CDSS beispielsweise können also wichtige Informationen für die gemeinsame Entscheidung beisteuern, aber keine Verantwortung übernehmen.

„Der Mensch ist moralisch verantwortlich für sein Handeln – er kann der moralischen Dimension nicht entkommen. Welche Ziele er verfolgt, welche Gründe er dafür hat und welche Mittel er einsetzt, liegt in seiner Verantwortung“ (Datenethikkommission 2019, S. 40).

Das Potenzial einer freieren und selbstbestimmteren Berufsausübung auch im pflegerischen Bereich lässt sich an einem Beispiel aus der Palliativversorgung verdeutlichen. Mithilfe der Nutzung von Deep Learning im technologiebasierten Decision Support ließ sich nicht nur eine bessere Versorgungsqualität erreichen, sondern das nicht-ärztliche Personal konnte auch unabhängiger vom

ärztlichen Personal agieren und sich proaktiver den Patient:innen widmen (Avati et al. 2018). Dies zeigt eine Möglichkeit, die Handlungskompetenzen des Pflegepersonals durch entsprechende Technologien zu erweitern, ohne dass eine permanente Supervision durch Ärzt:innen und engmaschige Absprachen in jedem Einzelfall notwendig sind.

Der Wandel der Kompetenzen und damit die Veränderungen der Berufsbilder sowie des jeweiligen Rollenverständnisses bergen die Gefahr, dass die derzeitige Generation des Gesundheitspersonals mit der rasanten digitalen Entwicklung im Behandlungskontext überfordert wird. Gerade die Zusammenarbeit unterschiedlicher Gesundheitsberufe in einer vernetzten Versorgung erfordert eine klare Verteilung von Verantwortung und auch ein Grundkenntnis des Kompetenzprofils der unterschiedlichen beteiligten Berufe einschließlich ggf. neuer Berufsbilder. Zudem steigt die Gefahr, dass Technologien mehr Stress und damit Ineffizienzen auslösen, als sie beheben. Negativ verstärkende Faktoren dafür sind beispielsweise die zeitliche Belastung, eine (ungeschulte) Anwendung neuer Technologien sowie ein (subjektiv) wahrgenommener Verlust an Selbstbestimmung, eigener Kompetenz und Sicherheit (Virone et al. 2021; Safi et al. 2018).

Dabei ist sogenannter Technostress – vom Psychologen Craig Brod beschrieben als die Unfähigkeit eines Menschen, mit Technologien auf eine gesunde Art und Weise umzugehen (Virone et al. 2021; Brod 1984) – beim Einsatz von Technologien direkt mit deren Gestaltung oder Anwendung assoziiert: Weniger komplexe Technologien werden von den Nutzer:innen als nutzungsfreundlicher wahrgenommen (Virone et al. 2021). Fehlende digitale Kompetenz ist zudem eine Hürde für die Nutzung von Technologien und liegt – neben einer defizitären digitalen Infrastruktur – zuweilen auch in einer fehlenden Offenheit und einem Misstrauen gegenüber technologischen Entwicklungen begründet.

Dieses Misstrauen bezieht sich teilweise ebenfalls auf den Schutz der eigenen Privatheit als Arbeitnehmer:in oder ansonsten in einem Gesundheitsberuf Tätige:r. Tracking- und Überwachungstechnologien zur Optimierung der Versorgungsqualität und der Versorgungsprozesse können zu weitreichenden Kontrollelementen werden, die den gebotenen Schutz der Privatheit und der persönlichen Integrität der Beschäftigten verletzen. Dieses komplexe Problem ist jedoch nicht spezifisch für Personal in Gesundheitsberufen, sondern stellt sich ebenso in anderen beruflichen Umfeldern dar (Datenethikkommission 2019; EGE 2019).

PRIVATHEIT

Potenzielle Gefahren können zudem entstehen, wenn die Funktionsweisen KI-basierter Lösungen sich selbst dem Verständnis der Entwickler:innen entziehen und besonders im Bereich des Deep Learning nicht vollumfänglich transparent, nachvollziehbar und erklärbar sind (vgl. Pasquale 2015; Floridi et al. 2018; Robbins 2019; Montani und Striani 2019). Diese sogenannte Blackbox-Medizin birgt etliche Risiken hinsichtlich ihrer Nachprüfbarkeit und möglicher diskriminierender Effekte (Žliobaitė 2017; Obermeyer et al. 2019) (vgl. Kapitel → 4.3.1). So können mit einseitigen Datensätzen trainierte KI-Systeme Diagnose- und Therapieempfehlungen ableiten, die für die einzelnen Patient:innen inadäquat und schädlich sind.

Ein weiteres Problem kann entstehen, wenn Falschdiagnosen aus der Vergangenheit oder inadäquate Arzneimittelverschreibungen in das Training des KI-Systems eingehen (Zikos und DeLellis 2018). Unzutreffende Ergebnisse können vom Algorithmus „korrekt missinterpretiert“¹³¹ (Cabitza et al.

SICHERHEIT

131 „Correctly misinterpreted“ (Cabitza et al. 2017, S. 517).

2017, S. 517; Caruana et al. 2015) werden, doch direkt die Sicherheit von Patient:innen in der medizinischen Behandlung gefährden, wenn menschliches Fachpersonal solche Irrtümer nicht fach- und technologiekompetent reflektiert und entsprechend handelt. Hier eröffnet sich das Problemfeld einer Verantwortungsdiffusion, verbunden mit weitreichenden Haftungs- und Beweislastfragen beim Auftreten von Behandlungsfehlern und unerwünschten Ereignissen (Magrabi et al. 2019).

Gleichzeitig kann ein übermäßiges Vertrauen in Technologien die Kompetenzen der Nutzer:innen beeinträchtigen (Sutton et al. 2020). Die Verwendung von Technologien erfordert nicht nur vielfältige Kompetenzen – sie ersetzt auch Fähigkeiten und Fertigkeiten, die nicht mehr erworben oder trainiert werden, und trägt so möglicherweise zu einem Deskilling bei (Hoff 2011; Cabitza et al. 2017). Wenn dann technische Systeme ausfallen, kann das Gesundheitspersonal nicht mehr angemessen reagieren, was für das Personal wie auch für die Patient:innen zu einem Sicherheitsproblem werden kann (Cabitza et al. 2017; Tsai et al. 2003; Povyakalo et al. 2013). Zudem kann ein übermäßiges Technologievertrauen beim Gesundheitspersonal zu einem Verlust des Selbstvertrauens führen (Cabitza et al. 2017).

Ein weiteres Sicherheitsproblem verursacht die Alert Fatigue: Bei zu häufigem Alarm durch entsprechende algorithmische Systeme tendieren Behandler:innen dazu, diesen nicht mehr zu beachten, obwohl es gegebenenfalls klinisch notwendig wäre (Sutton et al. 2020).

NACHHALTIG- KEIT

Was die Nachhaltigkeit betrifft, kann eine technologische Unterstützung im Behandlungsalltag zu einer ökonomisch und sozial nachhaltigeren Gesundheitsversorgung beitragen (Hütten 2019; Willyard 2019; Topol 2019a; Kohn et al. 2014; Piccininni 2018): Ein Beispiel sind unterstützende Technologien in der diagnostischen Bildgebung (Bizzo et al. 2019; Bhatia et al. 2020). Zudem zeigen CDSS-Evaluierungen, dass die Adhärenz von Behandler:innen bezogen auf evidenzbasierte medizinische Leitlinien (z. B. Mammographie- und Koloskopieleitlinien) erhöht werden kann, was mit besseren Behandlungsergebnissen korreliert (Murphy 2014). Langfristig kann dies etwa durch niedrigere Hospitalisierungsraten auch kosteneffizienter sein (Khan et al. 2010; Contreras und Vehi 2018; McCowan et al. 2001; Murphy 2014) und so zu einer ökonomisch und medizinisch nachhaltigen Versorgung beitragen. Zu bedenken sind aber ebenfalls die Probleme der ökologischen Nachhaltigkeit durch energie- und ressourcenintensive digitale Systeme (vgl. Kapitel → 4.3.1).

ZUSAMMENFASSEND lässt sich sagen, dass Technologien dem Gesundheitspersonal Chancen eröffnen, den Beruf evidenzbasierter, effizienter, selbstbestimmter und patient:innenzentrierter auszuüben und dabei der zunehmend partizipativen Rolle von Patient:innen gerecht zu werden. Darüber hinaus können Technologien aufgrund einer verbesserten Diagnostik und durch Behandlungsempfehlungen sowie Prozessoptimierungen nachhaltig und kosteneffizient die Versorgungsqualität verbessern. Gleichzeitig erfordert die Anwendung von CDSS ein hohes Maß an Digitalkompetenz und wirft zusätzliche Fragen bezüglich der Rollenverteilung und der damit verbundenen Verantwortungsdiffusionen auf. Dem Potenzial, Zeit einzusparen, die der Versorgung der Patient:innen im direkten zwischenmenschlichen Austausch zugutekommen kann, steht ein fehlendes Anreizsystem gegenüber, die gewonnenen Ressourcen auch entsprechend einzusetzen. Einer Entwicklung, die in einer zunehmenden Entmenschlichung der Behandlungsabläufe durch Automatisierungsprozesse münden könnte, sollte in jedem Fall entgegengewirkt werden.

TABELLE 3: **Auf einen Blick – Chancen und Herausforderungen des multidimensionalen Wandels der Kompetenzen in Gesundheitsberufen**

Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> * Gesundheitspersonal kann zeitlich, physisch und psychisch entlastet werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Bei der Einführung neuer technologischer Systeme können Sicherheitsrisiken und Ineffizienzen entstehen. ⊖ Der Einsatz komplizierter digitaler Systeme kann das Gesundheitspersonal überfordern. ⊖ Die Verantwortungsverteilung kann unklar sein, woraus sich u. a. Haftungsfragen bei Behandlungsfehlern ergeben. ⊖ Die Privatheit des Gesundheitspersonals kann durch Tracking und Überwachung verletzt werden.
<ul style="list-style-type: none"> * Technologische Unterstützung kann digitale Kompetenzen erweitern und die persönliche Sicherheit stärken. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Unzureichende digitale Kompetenzen können das Gesundheitspersonal verunsichern, überfordern und zu Risiken für die Sicherheit führen.
<ul style="list-style-type: none"> * Die Versorgungsqualität kann durch vernetzte Versorgung in Gesundheitsteams mit unterschiedlichen Gesundheitsberufen gesteigert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Die Verteilung von Verantwortung kann in der vernetzten Versorgung und bei der Einbeziehung technischer Unterstützungssysteme unklar werden. ⊖ Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten können falsch eingeschätzt werden, wenn das Kompetenzprofil anderer Gesundheitsberufe im Team unbekannt ist oder falsch eingeschätzt wird.
<ul style="list-style-type: none"> * Die Versorgungsqualität kann durch verbesserte Diagnostik- und Therapiemöglichkeiten gesteigert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Technologien werden nicht eingesetzt, wenn das Gesundheitspersonal den Nutzen nicht erkennt. ⊖ Durch Automatisierung und Entpersonalisierung in der Versorgung können Sicherheitsrisiken entstehen. ⊖ Durch Intransparenz und systematische Verzerrungen in algorithmischen Systemen (Blackbox-Medizin) können Diskriminierungsrisiken entstehen. ⊖ Gesundheitspersonal verliert Kompetenzen, die durch die Funktionen technologischer Systeme ersetzt werden und bei Ausfall dieser nicht mehr angewandt werden können.
<ul style="list-style-type: none"> * Im vernetzten Versorgungssystem kann der Patient und die Patientin in den Mittelpunkt gestellt werden, sodass eine patient:innenzentriertere Versorgung gestärkt wird. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Mangelnde Motivation, schlechte Kommunikationsfähigkeit und unzureichende digitale Kompetenzen des Gesundheitspersonals verhindern eine patient:innenzentrierte Versorgung. ⊖ Automatisierte Abläufe können den Behandlungsprozess entmenschlichen. ⊖ Statt eines Zugewinns an zeitlichen Ressourcen für die Behandlung und für Patient:innengespräche kommt es möglicherweise zum Abbau von Gesundheitspersonal. ⊖ Aufgrund der Delegation von Entscheidungen an Clinical Decision Support Systems (CDSS) berücksichtigt das Gesundheitspersonal die Selbstbestimmung der Patient:innen möglicherweise nicht angemessen.
<ul style="list-style-type: none"> * Technologisch gestützte Prozessoptimierungen können zeit- und kosten-effizientere Arbeitsabläufe fördern. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Technologische Systeme führen potentiell zu einer Abgabe von Verantwortung sowie zu einer Einschränkung der Behandlungsfreiheit.
<ul style="list-style-type: none"> * Die Berufsausübung kann durch erweiterte Handlungsmöglichkeiten selbstbestimmter werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Allzu strikte und nicht nachvollziehbare, vorgegebene Entscheidungs- und Handlungsmöglichkeiten können die Selbstbestimmung des Gesundheitspersonals einschränken.
<ul style="list-style-type: none"> * Es entstehen neue Berufsbilder in der Gesundheitsversorgung. 	<ul style="list-style-type: none"> ⊖ Die Verteilung von Verantwortung und das jeweilige Profil der Gesundheitsberufe sind unklar.

Quelle: Bertelsmann Stiftung

4.3.3

MONOPOLISIERUNG UND AUFLÖSUNG DER SEKTOREN DURCH DIGITALE GESUNDHEITSVERSORGUNG

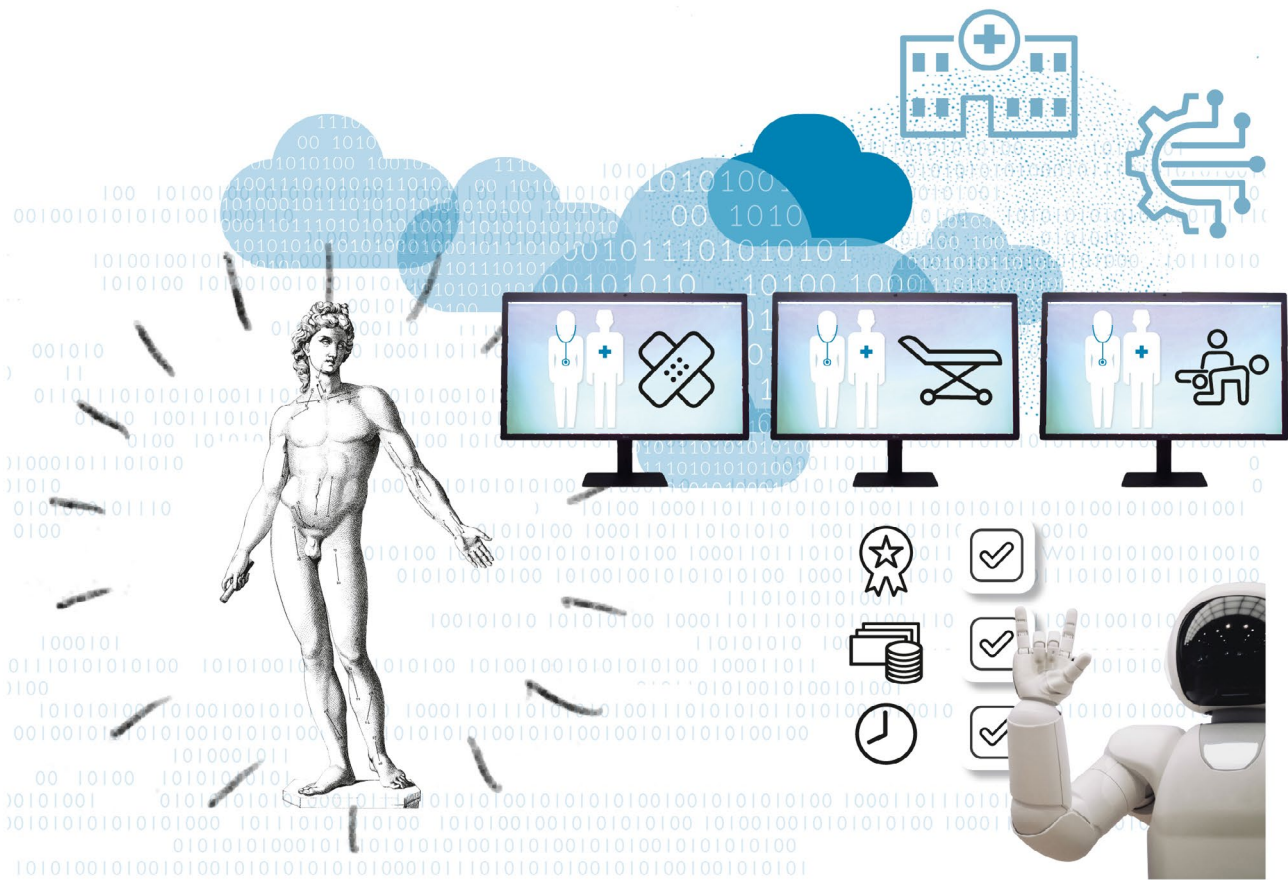
Die Aktivitäten der Tech-Giganten transformieren auch die Strukturen der Gesundheitsversorgung. Die digitale Verfügbarkeit von Gesundheitsdaten macht in einem hoch vernetzten System technologisch Sektorengrenzen durchlässig oder hebt diese sogar gänzlich auf. So erlaubt sie die Zusammenarbeit eines multidisziplinären Gesundheitsteams um eine:n Patient:in herum (patient:innenzentrierte Versorgung) – unabhängig davon, ob er oder sie stationär oder ambulant, in der Prävention, Therapie oder Rehabilitation versorgt wird.

Über die sektorale Verschränkung des ambulanten, stationären und rehabilitativen Bereichs hinaus beeinflussen auch Vernetzungen des öffentlichen und privaten Sektors durch partnerschaftliches Zusammenarbeiten in einem wettbewerblichen System den Fortschritt in der Gesundheitsversorgung (Yildirim et al. 2016, S. 3; Kindermann und Lindemann 2018, S. 54). Um ihre technologischen Innovationen zu entwickeln und umzusetzen, müssen Tech-Giganten mit Partner:innen beispielsweise aus den Bereichen Klinik und Industrie zusammenarbeiten – umgekehrt sind die Partner:innen auch auf die Tech-Giganten angewiesen. Diese haben nämlich einen erheblichen Vorsprung vor allem hinsichtlich ihrer finanziellen Möglichkeiten, in neue Entwicklungen, Strukturen und hoch qualifiziertes Personal zu investieren. Sie verfügen über die technologischen Möglichkeiten, riesige Datenmengen zu erheben und zu verarbeiten, und sind führend in der Entwicklung von KI-Systemen (vgl. Kapitel → 1.2 und → 3.1). Im Cloud Computing, einem zentralen Element der digitalen Gesundheitsforschung und -versorgung, haben sie unvergleichlich große Kapazitäten (vgl. Kapitel → 3.4.1). All das macht sie zu starken und letztlich unverzichtbaren Akteur:innen gerade in datenintensiven Bereichen, sodass hier der digital-technologische Fortschritt ohne ihre Beteiligung kaum vorstellbar erscheint – was ihnen eine monopolartige Stellung verleiht.

NACHHALTIGKEIT

Derzeit sind im deutschen Gesundheitssystem „fragmentierte Versorgungsstrukturen“ zu finden, „was eine koordinierte und sektorenübergreifende Versorgung von Patienten erschwert“ (Klauber et al. 2019, S. 5). Chancen der digitalen Vernetzung in der Gesundheitsversorgung bergen jedoch Wertschöpfungspotenziale in Bezug auf Zeit, Kosten und Qualität (Klauber et al. 2019, S. 51; Wibbeling und Raida 2019, S. 8–9), was zu sozialer und ökonomischer Nachhaltigkeit beitragen kann. Kosteneffizienzen, verursacht durch Informationsverluste zwischen Behandler:innen, unnötige (Doppel-)Untersuchungen und unkoordinierte Behandlungsprozesse können vermieden werden (Klauber et al. 2019, S. 5; Haas 2017, S. 31–35).

Durch digital vernetzte Strukturen und Systeme, wie etwa eine vernetzte Speicherung gesundheitsrelevanter Daten, kann ein sektorenübergreifender Zugang zu umfangreichen Patient:inneninformationen für Akteur:innen des Gesundheitswesens realisiert und mit unterschiedlichen Anwendungen kombiniert werden – wodurch sich die Zusammenarbeit im Gesundheitswesen effektiver, effizienter und sicherer gestalten lässt (vgl. z. B. *Siemens Healthineers Teamplay Digital Platform*



Connect, Kapitel →3.3). Cloud-Technologien werden dafür als Schlüssel angesehen und können auch den pflegerischen Bereich unterstützen. Um den Wettbewerbsanforderungen bezüglich Spezialisierung, Leistungsmengen und Personal vor allem im stationären Sektor gerecht zu werden, können technologische Lösungen dazu beitragen, den Fokus auf das Wohl der Patient:innen zu richten (Matusiewicz et al. 2017, S. 106–107).

Digitale Expert:innensysteme, große Datenbanken und integrierte Diagnostiklösungen bieten auch die Chance einer innerfachlichen Vernetzung, indem beispielsweise „interdisziplinäre Diagnostikteams mit massiver Computerunterstützung“ schnittstellenfrei miteinander kommunizieren können (Hahn und Schreiber 2018, S. 336). So lässt sich die Versorgungsqualität steigern, eine Effizienz in der Behandlung erreichen, und Ärzt:innen können mehr Zeit in den Patient:innenkontakt investieren (Matusiewicz et al. 2017, S. 83). Konnektivität wird zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor (Hahn und Schreiber 2018, S. 336).

Zusätzlich zur Auflösung der Sektorengrenzen ist die Einbindung des zweiten Gesundheitsmarktes und anderer gesundheitsrelevanter Lebensbereiche mitzudenken, was dazu beitragen kann, dass Patient:innen stärker am gesamten Prozess der Behandlung beteiligt werden können – von der Krankenhausaufnahme bis zur Rehabilitation und Nachbehandlung. Vor allem jüngere Patient:innen fragen einen koordinierten Datenaustausch über Sektorengrenzen hinweg nach (Böttinger und Weiß 2019, S. 29), der auch ihre Selbstbestimmung fördern kann.

FREIHEIT
UND
SELBST-
BESTIMMUNG

Personen, die keinen oder einen nur eingeschränkten Zugang zu digitalen Gesundheitsleistungen haben – weil ihnen die technischen Mittel (etwa ein Smartphone) oder die digitalen Kompetenzen fehlen und die daher Gesundheitsleistungen, die aus digitalen Anwendungen erwachsen, nicht in Anspruch nehmen können (z. B. im Bereich der Telemedizin) –, würden in einem durchweg digital vernetzten und zentralisierten System weitgehend ausgeschlossen, was den ethischen Anforderungen an Zugangs- und Teilhabegerechtigkeit nicht entspräche. Dies würde für diese Personen zu einer schlechteren Versorgungsqualität führen und damit potenziell zu einem niedrigeren Gesundheitsstatus im Vergleich zu partizipierenden, vernetzten Patient:innen, woraus sich die Problematik einer digitalen Zweiklassenmedizin ergäbe (dpa 2018; Misslbeck 2019; Hardt 2021, S. 471).

In ähnlicher Weise könnten bestimmte Personengruppen ausgeschlossen sein, wenn Tech-Giganten etwa exklusiv für ihre Mitarbeiter:innen und deren Angehörige qualitativ hochwertige vernetzte Versorgung anbieten. Beispiele sind *Apple* mit den sogenannten *AC Wellness*-Kliniken oder *Amazon* mit der telemedizinischen Leistung *Amazon Care* (vgl. Kapitel → 3.4.5). Zudem könnten die Konzerne auch in Deutschland eigene Gesundheitseinrichtungen bereitstellen, die ausschließlich besonders zahlungskräftigen Patient:innen offenstehen. Zwar sind dem deutschen Gesundheitssystem eine private Gesundheitsvorsorge und auch die Erbringung privater Leistungen, etwa in Privatkliniken, nicht fremd. In einem vom Solidarprinzip getragenen Gesundheitswesen ist jedoch der Anteil privater Vorsorge und Versorgung ebenso zu bedenken wie das Erfordernis, dass finanziell weniger leistungsfähige Bürger:innen Zugang zum solidarischen System haben. Gesetzliche und private Gesundheitsversorgung könnten zudem um knappe Ressourcen, etwa eine ausreichende Ausstattung mit Pflegepersonal, konkurrieren.

Es zeichnet sich zudem eine digitale Kluft auf Systemebene ab: Wenn etablierte Strukturen des Gesundheitswesens und dessen Akteur:innen durch inadäquate Regulierung oder mangelnde Kompetenzen die Technologien und Prozesse, die von und mit Tech-Giganten entwickelt werden, nicht integrieren können oder wollen, werden sie im internationalen Vergleich möglicherweise abgehängt – was letztlich auch die Versorgungsqualität schwächen kann. Expert:innen sehen in den Regulierungen im deutschen und europäischen Raum tatsächlich die Gefahr, dass sich Technikentwicklungen aus diesem Raum wegbewegen. Gerade im deutschen und europäischen Kontext herrschten Rahmenbedingungen, die eine Transformation in eine digitalisierte Gesundheitsversorgung hemmen, denn „getrennte Vergütungsbudgets für den ambulanten und stationären Sektor, fehlende Finanzierungsanreize für die Anschaffung digitaler Lösungen und ein oftmals ungewisser Return on Investment (...) machen die Investition in die digitale Zukunft unattraktiv“ (Matusiewicz et al. 2017, S. 48).

Es stellt sich somit die Frage, ob und wie Technologien, Anwendungen und Strukturen von Tech-Giganten sich innerhalb von oder komplementär zu der staatlichen Versorgung einbinden lassen. Zudem ist zu fragen, ob hierzulande etwa die Gefahr besteht, dass das ethisch gut begründete, staatlich regulierte solidarische System verdrängt wird, wodurch sich die potenziellen Abhängigkeiten und rein ökonomisch geprägten Anreizsysteme im Gesundheitssektor verstärken könnten, oder ob die Chancen, Tech-Giganten für eine digitalisierte Gesundheitsversorgung einzubinden, durch inadäquate Regulierung und mangelnde Kompetenzen behindert oder gar verunmöglicht werden. Hahn und Schreiber (2018) argumentieren, dass Disruption und Kooperation kein Widerspruch seien (Hahn und Schreiber 2018, S. 340). Zudem können gerade hocheffiziente digitale Prozesse die Anreize eines „Value-based Care“-Ansatzes (Porter 2010) unterstützen, was wiederum das Versorgungsniveau erhöhen und die Gesundheit verbessern kann. Gleichwohl: „Wer Zugriff auf Daten hat, beherrscht den Markt – das gilt auch für den Bereich der digitalen Gesundheit“ (Krüger-Brand 2020, S. 375).

Mit den datenbasierten Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitsbereich sind entsprechende Marktdominanzen verbunden.¹³² Daraus ergibt sich zwischen den Akteur:innen der Branche ein „harte[r] Verteilungskampf um Daten“ (Baas 2019, S. 10), die Algorithmen-basierte Systeme trainieren und auf dieser Grundlage Anwendungen entwickeln. Durch eine solche wettbewerbsgetriebene Netzwerkindustrie auf dem Gesundheitsmarkt besteht die Gefahr einer „Entwicklung von Oligopolen mit wenigen marktbeherrschenden Spielern“ (Hahn und Schreiber 2018, S. 340), aus der daten- sowie technologiegetriebene Abhängigkeiten entstehen können.

Diese Abhängigkeiten implizieren vor allem auch ethisch relevante Auswirkungen für den Wissenschafts- und Forschungsbereich (vgl. Kapitel → 3.5 und → 4.3.4). Dort können Spannungen und Asymmetrien entstehen, denn „Technik kann demokratische Strukturen unterlaufen, und ihre Entwicklung entzieht sich einer demokratischen Steuerung“ (Woopen und Mertz 2014). Auch Fragen der Gerechtigkeit stellen sich in diesem Zusammenhang. Unternehmen, die monopolartige Macht besitzen, könnten über den Zugang und die Verteilung von Gesundheitsversorgung, etwa hinsichtlich bestimmter Leistungen, mitbestimmen. Im Hinblick auf Szenarien subtilerer Machtausübung könnte Teilhabegerechtigkeit missachtet werden, wenn bei der intransparenten Nutzung von Datenmonopolen bestimmte Nutzer:innen ausgeschlossen werden (Deutscher Ethikrat 2017, S. 224).

Angesichts ihrer immensen finanziellen Mittel können Tech-Giganten ihre monopolartige Stellung noch weiter stärken, indem sie sich die potenzielle Marktkonkurrenz durch Akquisition einverleiben, vor allem durch den Kauf von Start-ups im Bereich KI und Telemedizin (vgl. Kapitel → 3.4.9). Die ohnehin schon vorhandene Größe und Marktdurchdringung der Konzerne bieten den Start-ups erhebliche Skalierungseffekte.

Die Wirkung monopolartiger Strukturen, die sich über verschiedene, vormals getrennte Marktsegmente erstrecken, lässt sich am Beispiel der Aktivitäten von *Amazon* im Pharmabereich verdeutlichen. Der *Amazon-Prime*-Kund:innenstamm von allein 118 Mio. in den USA entspricht etwa einem Drittel der US-amerikanischen Gesamtbevölkerung. Die Chancen im pharmazeutischen Bereich liegen für das Unternehmen darin, dass es seiner riesigen Kundschaft den Zugang zu Arzneimitteln bereitstellt. Der Konzern verknüpft individuelle Suchanfragen seiner Kund:innen mit Arzneimittelwerbung und personalisierten Medikamentenvorschlägen. Durch die Online-Bestellung und kontaktarme Lieferung verfügt *Amazon* über einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil im Vergleich zu anderen großen Apothekenketten (Egert 2020).

Darüber hinaus werden Fragen der Sicherheit durch zentralisierte sektorenübergreifende Plattformen mit entsprechenden Datensammlungen aufgeworfen. Ein Krankenhaus 40,¹³³ in dem sämtliche Systeme vernetzt sind, kann ein attraktives Ziel von Cyberangriffen werden. „Die Sabotage lebenswichtiger Versorgungsinfrastrukturen oder der Diebstahl personenbezogener Behandlungsdaten dienen als Geschäftsmodell für die Erpressung 4.0“ (Matusiewicz et al. 2017,

 DEMOKRATIE

 PRIVATHEIT

 SICHERHEIT

132 Der Unterausschuss für Kartellrecht, Handels- und Verwaltungsrecht des US-amerikanischen Repräsentantenhauses veröffentlichte im Oktober 2020 seinen Bericht zur Untersuchung des Wettbewerbs auf den digitalen Märkten und kam zu dem Ergebnis, dass die analysierten Unternehmen (*Amazon*, *Apple*, *Facebook* (jetzt *Meta*) und *Google*) in einzelnen Bereichen mit einer signifikanten und dauerhaften bis hin zu monopolistischen Marktmacht ausgestattet sind (Subcommittee on Antitrust, Commercial and Administrative Law 2020).

133 „Die Vernetzung aller Systeme im Krankenhaus, vom Krankenhausinformationssystem (KIS) und die angebundene Medizintechnik über die Haustechnik bis hin zur Verwaltung wird in naher Zukunft realisiert werden, hin zum Krankenhaus 4.0“ (Matusiewicz et al. 2017, S. 51).

S. 52) und können schwerwiegende Konsequenzen nach sich ziehen, die vor allem die Privatheit und Sicherheit betreffen. Doch lässt sich ein sicherer Datenzugang durch eine europäische Zusammenarbeit fördern, und sogenannte Data Trust Center könnten einen besseren Datenschutz gewährleisten als kleine Einzelakteur:innen. In diesem Zusammenhang ist auch der Europäische Gesundheitsdatenraum (European Health Data Space) zu nennen (Europäische Kommission 2021).

Mit der Finanzkraft und den technologisch bedingten Skalierungseffekten gehen – auch angesichts der sich auflösenden Grenzen zwischen dem Gesundheitssystem und dem Alltagsleben – über die Folgen für den Gesundheitsmarkt hinaus erhebliche Gestaltungs- und Deutungshoheiten einher:

- » Welche Fragestellungen werden in der Forschung aufgegriffen?
- » Welche Produkte werden für welche Nutzer:innen und Patient:innen entwickelt?
- » Welche Anwendungen zur Vermeidung von Krankheiten oder zur Optimierung von vernetzten Versorgungsprozessen werden als besonders interessant angesehen?
- » Zu welchen Konditionen werden die vielfältigen Produkte und Anwendungen auf dem Markt angeboten?
- » Haben auch Länder und Menschen mit niedrigen Einkommen Zugang zu digitaler Gesundheitsversorgung und gesundheitszuträglichen Produkten und Anwendungen?
- » Welche Lebensweise wird als besonders gesund definiert und durch digitale Medien unterstützt und wie wird sie belohnt?

Wenn Tech-Giganten die Antworten auf diese Fragen nach rein marktwirtschaftlichen Kriterien treffen, werden sie trotz manchem erwartbaren und wünschenswerten Fortschritt für die individuelle und öffentliche Gesundheit auch soziale und kulturelle Lebensweisen und Vorstellungen und damit das individuelle und gesellschaftliche Leben prägen. Sie tun dies ohnehin bereits über nicht primär gesundheitsbezogene Produkte und Anwendungen wie etwa Smartphones und soziale Plattformen. Es ist fraglich, inwiefern der oder die Einzelne dann noch selbstbestimmt ganz andere Vorstellungen von einem guten Leben entwickeln und umsetzen kann, als die Tech-Giganten mehr oder weniger subtil vorgeben und unterstützen.

Welche Institutionen und Verfahren können gewährleisten, dass Technologien im Dienst am Menschen und zum Gemeinwohl eingesetzt werden – und dass Menschen und Gesellschaften sich nicht den Vorstellungen der Tech-Giganten zu unterwerfen haben?¹³⁴ Es zeigt sich seit vielen Jahren, wie komplex eine Regulierung der Tech-Giganten und ihrer Aktivitäten ist, die die Potenziale hebt und die unerwünschten Effekte minimiert. Diese Balance ist auch für das deutsche Gesundheitssystem bedeutsam. Angesichts der nur schleppenden Digitalisierung des Gesundheitssystems hierzulande (Thiel et al. 2018), der schon vorhandenen Regelungsdichte und der für Tech-Giganten teils wenig interessanten Gewinnaussichten sollten die Potenziale gleichwohl verstärkt in den Blick genommen werden.

134 Vgl. zu diesem komplexen Thema auch Zuboff (2018). Interessant ebenso das über diesen Artikel verfügbare Video: Savov (2018).

ZUSAMMENFASSEND ergeben sich aus der zunehmenden Verschränkung und Auflösung der Sektoren durch die Gesundheitstechnologien der Tech-Giganten vor allem Potenziale für eine kosteneffiziente, nachhaltige und patient:innenzentrierte Versorgung, von der alle im Gesundheitswesen profitieren können. Allerdings bestehen auch große Herausforderungen hinsichtlich der Teilhabe- und Zugangsgerechtigkeit, der Sicherheit sowie der monopolartigen Stellung der Tech-Giganten. Diese können durch ihre enorme Daten-, Technologie- und Finanzmacht die Gesundheitsversorgung bis in ihre Strukturen hinein prägend gestalten, können Parallelsysteme aufbauen sowie Gestaltungs- und Deutungshoheiten für das individuelle und gesellschaftliche Leben übernehmen, welche die individuelle Selbstbestimmung subtil aushöhlen und soziale sowie kulturelle Diversität ebnen. Gleichwohl lässt sich das deutsche Gesundheitswesen mit seiner bestehenden sehr umfassenden und tiefgreifenden Regulierung nicht ohne Weiteres dominieren.

TABELLE 4: **Auf einen Blick – Chancen und Herausforderungen der Monopolisierung und Auflösung der Sektoren durch digitale Gesundheitsversorgung**

Chancen

✳ Eine effiziente Zusammenarbeit multidisziplinärer Behandler:innenteams über Sektorengrenzen hinweg fördert eine patient:innenzentrierte Versorgung und damit Gesundheit, Sicherheit und Nachhaltigkeit.

✳ Eine effiziente Vernetzung trägt zu einem verbesserten Datenzugang und -austausch bei.

✳ Die Selbstbestimmung der Patient:innen kann in einer vernetzten, patient:innenzentrierten Versorgung gestärkt werden.

✳ Es existieren große Wertschöpfungspotenziale hinsichtlich u.a. zeitlicher und finanzieller Ressourcen sowie in der Versorgungsqualität.

✳ Vernetzung und Zusammenarbeit sowie die Förderung von „Value-Based Care“-Ansätzen können unter Berücksichtigung von Vielfalt zu nachhaltigen Entwicklungen beitragen.

Herausforderungen

⊖ Aufgrund von Überregulierung und fehlender Implementierung digitaler vernetzter Strukturen in Deutschland und Europa können Potenziale nicht realisiert werden.

⊖ Auch berufspolitische Interessen und eine fehlende Interoperabilität von Daten blockieren die Entwicklung.

⊖ Aufgrund schlechter Systeme oder Cyberangriffe entstehen Risiken für Privatheit und Sicherheit.

⊖ Unzureichende Regeln und Strukturen hemmen den Datenzugang und -austausch.

⊖ Die Zugangs- und Teilhabegerechtigkeit kann durch fehlende technische Mittel sowie mangelnde digitale Kompetenzen eingeschränkt sein.

⊖ Gerechtigkeit und Solidarität können durch private, teils exklusive Versorgungsangebote und einen ungleichen Zugang zu digitalen Ressourcen eingeschränkt werden.

⊖ Eine unzureichende Einbeziehung der Tech-Giganten und ihrer Datensätze in die Weiterentwicklung digitaler Gesundheitsversorgung hemmt Wertschöpfungspotenziale und Innovationen.

⊖ Tech-Giganten können Gerechtigkeit und Solidarität durch potenzielle Unterwanderung staatlicher Strukturen oder den Aufbau paralleler Strukturen einschränken.

⊖ Eine Gestaltungs- und Deutungshoheit bezüglich des individuellen und gesellschaftlichen Lebens durch die Entwicklung von Monopolen und Abhängigkeiten (Daten-, Technologie- und Finanzmacht) führt zu einem Verlust an Freiheit und Vielfalt.

Quelle: Bertelsmann Stiftung

4.3.4

VERBINDUNG VON VERSORGUNGSALLTAG UND FORSCHUNG ZU EINEM LERNENDEN GESUNDHEITSSYSTEM

Forschung wird im Folgenden verstanden als „(...) ein auf wissenschaftlicher Eigengesetzlichkeit (Methodik, Systematik, Beweisbedürftigkeit, Nachprüfbarkeit, Kritikoffenheit, Revisionsbereitschaft) beruhender Prozess zum Auffinden von Erkenntnissen, ihrer Deutung und ihrer Weitergabe“ (Weichert 2018, S. 97).

Derzeit wird in der Forschung die These vom Ende der Theorie (End of Theory) diskutiert, die davon ausgeht, „dass informatische Technologien den Prozess wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wesentlich verändern und sogar verbessern werden“ (Wiegerling et al. 2019, S. 402). Es wird angenommen, dass „mit steigender Quantität und Qualität von Datenverarbeitungsprozessen in den Wissenschaften auch zunehmend auf nicht-empirische Elemente (,Theorie‘) verzichtet[t]“ werden könne (ebd., S. 401; Antes 2016). Durch die Steigerung der zu analysierenden Datenvolumina und den Einsatz hoch entwickelter Verfahren der Datenverarbeitung sollen Erkenntnisse gewonnen werden können, „die außerhalb der Reichweite bisheriger wissenschaftlicher Methoden liegen“ (Wiegerling et al. 2019, S. 402). Das betreffe nicht nur einzelne Disziplinen, sondern den Begriff von wissenschaftlicher Erkenntnis und Wissenschaftlichkeit überhaupt (ebd., S. 403).

Im Gesundheitsbereich geht es um die Generierung, Zusammenführung und Verarbeitung vielfältiger gesundheitsbezogener Datenarten aus unterschiedlichen Quellen. Dazu gehören (1) Forschungsdaten aus klinischen Studien, (2) Behandlungsdaten aus dem stationären und ambulanten Versorgungsalltag, (3) diagnose- und therapiebezogene Abrechnungsdaten bei den Krankenkassen und -versicherungen, (4) Daten, die außerhalb der Gesundheitsversorgung oder -forschung im Alltag generiert werden, auch von Patient:innen und Nutzer:innen selbst, und (5) „synthetische Daten“, die auf Basis echter Datensätze beispielsweise zum Training algorithmischer Systeme künstlich generiert werden.¹³⁵

Der KI-Einsatz zur Analyse großer Datensätze bringt methodisch das grundsätzliche Problem mit sich, dass nur Muster und Korrelationen identifiziert, aber keine Kausalitäten nachgewiesen werden. Der Nachweis kausaler Zusammenhänge aber ist für medizinische Forschung und daraus abgeleitete, evidenzbasierte medizinische Maßnahmen ausschlaggebend. Grundsätzliche wissenschaftstheoretische und methodische Reflexionen können vor diesem Hintergrund auch dahingehend angestellt werden, wie sich Korrelationen aus Big-Data-basierten Analysen für eine evidenzbasierte Medizin (EbM) fruchtbar machen lassen. Wissenschaftler:innen warnen bei Big-Data-basiertem Erkenntnisgewinn jedenfalls davor, den Versprechungen zu unkritisch gegenüberzustehen (Antes 2016; Liang und Kelemen 2016).

Forschung, die etwa mithilfe vielgestaltiger Sensoren verstärkt Daten aus dem Lebens- und Versorgungsalltag der Patient:innen und Nutzer:innen verwendet, kann – so die Hoffnung – zu einer wachsenden Berechenbarkeit komplexer Phänomene, zu verlässlicheren Vorhersagen und einer

¹³⁵ Vgl. hierzu u. a. Nikolenko (2019); Drechsler und Jentzsch (2018); Wolfangel (2021).



beschleunigten Entdeckung neuer Phänomene führen (Wiegerling et al. 2019). Tech-Giganten haben durch ihren Zugriff auf – verglichen mit dem öffentlichen Sektor – wesentlich größere Datenmengen und durch leistungsfähigere Analysemöglichkeiten hier erhebliche Vorteile (Deutscher Ethikrat 2017, S. 116; vgl. Wilbanks und Topol 2016).

Wie die Zugangsbedingungen zu Datenbeständen geregelt sind, spielt – für die Öffentlichkeit allgemein und die Wissenschaftsgemeinschaft speziell – eine zentrale Rolle.¹³⁶ National und besonders international bestehen etliche Hindernisse, Daten zu Forschungszwecken auszutauschen. Private Unternehmen, Kliniken sowie Forschungsgruppen betrachten und behandeln von ihnen erhobene Daten tendenziell als persönliches Eigentum und weisen externe Nutzungsanfragen regelmäßig ab (Deutscher Ethikrat 2017, S. 222–223; Weichert 2018, S. 99). Es entstehen immer mehr unzugängliche Datensilos, die zu einer Kommerzialisierung des Wissenschaftsbereichs und der wissenschaftlichen Generierung medizinischer Erkenntnis führen können.

Wenn Daten der öffentlichen Sphäre entzogen werden, entfaltet sich mittelbar auch ethisch ein Problem, da Chancen- und Teilhabegerechtigkeit eingeschränkt werden (Deutscher Ethikrat 2017, S. 223). Wird der Zugang zu Datensammlungen ungerechtfertigt behindert, verursacht das zudem einen – vermeidbaren – Aufwand sowie Kosten für die Mehrfacherhebung. Dies kann das nutzbare Datenpotenzial einschränken oder eine lediglich auf privatwirtschaftliche Gewinnerzielung gerichtete Datengewinnung befördern (Deutscher Ethikrat 2017, S. 223) – was wiederum wichtige und nachhaltige Entwicklungsziele unterlaufen kann.

GERECHTIGKEIT
UND
SOLIDARITÄT

¹³⁶ Vgl. dazu weiterführend die Ausführungen von Mittelstadt und Floridi (2015) sowie Datenethikkommission (2019).

Die Erhebung, Zusammenführung und Analyse von Daten durch Tech-Giganten erfolgt vielfach automatisiert mit unternehmenseigenen Technologien unter Mitwirkung der Patient:innen und Nutzer:innen (patient:innengenerierte Gesundheitsdaten). Im Sinne einer „wichtige[n] quantitative[n] und qualitative[n] Erweiterung der Datengrundlage mit neuer Detaildichte“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 120) eröffnen sich durch diese Datensets neue Potenziale für den Wissenschafts- und Forschungsbereich. Eine vergrößerte und diversifizierte Forschungsdaten- und Wissensbasis kann zu präziseren Stratifizierungen im präventiven, diagnostischen und therapeutischen Bereich führen. Zudem lässt sich die Informations- und Erkenntnisgewinnung beschleunigen (ebd., S. 121).

Allerdings haben nicht alle Individuen und Gruppen uneingeschränkten Zugang zu datengenerierenden und -verarbeitenden Technologien (vgl. Kapitel →4.3.1 und Kapitel →4.3.3). Dies führt zu einer unvollständigen Datengrundlage und im Zuge dessen zu wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie potenziell daraus abgeleiteten Behandlungsempfehlungen, welche die Betroffenen nicht oder lediglich unterrepräsentiert berücksichtigen und damit zu Diskriminierungen und gesundheitlichen Schädigungen beitragen können.

Weiterhin besteht methodisch im Hinblick auf die Sicherstellung valider und reliabler Datensätze das Problem, dass die von Patient:innen und Nutzer:innen erhobenen unstrukturierten Daten sich nicht ausreichend überprüfen lassen (Deutscher Ethikrat 2017, S. 161). Aufgrund der fehlenden Qualitätssicherung kann somit eine Datenbasis sehr unterschiedlicher Qualität entstehen (Deutscher Ethikrat 2017, S. 121; Liang und Kelemen 2016).

Darüber hinaus bestehen Herausforderungen hinsichtlich der Transparenz und Nachvollziehbarkeit sowie mit Blick auf die Möglichkeiten einer kritischen Reflexion des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses aufgrund einer „derartig intransparente[n] und abgekapselte[n] Datenanalyse“ (Deutscher Ethikrat 2017, S. 116). Es wird befürchtet, dass damit der „medizinische Fortschritt“ gehemmt werden könnte und die enorme Marktmacht der Tech-Giganten dazu führt, „eine methodische Pluralität der Untersuchung und Interpretation von Gesundheitsdaten zu vereiteln“ (ebd.), zumal die Ausbildung von Datenmonopolen den Marktzugang anderer Akteur:innen konkurrenzlos (ebd., S. 115). Die Wissenschaftsgemeinschaft wird möglicherweise immer abhängiger von Datenmonopolen (vgl. auch Kapitel→4.3.3).

Im Zusammenhang mit schleichend monopolisierenden Strukturen (vgl. Kapitel →4.3.3) eröffnet sich ein weiteres gerechtigkeitsrelevantes Problemfeld. Auf der einen Seite könnten Forscher:innen daran gehindert werden, eigene Forschungsziele zu definieren und zu verfolgen (Deutscher Ethikrat 2017, S. 223; Becker 2019). Potenzielle Interessenkonflikte und Lobbyismus sowie infrastrukturelle oder finanzielle Abhängigkeiten können die Freiheit der Forschung und der Forschenden gefährden, auf Forschungsziele einwirken – um etwa besonders lukrative Erkenntnisse gezielt zu fördern – und Forschende aus dem Bereich der öffentlichen Forschung für private und primär gewinnorientierte Erkenntnisgenerierung abwerben. Auf der anderen Seite können öffentlich-private Partnerschaften (PPPs) von Forschungseinrichtungen mit Tech-Giganten – beispielsweise die Kooperationen von *Intel* und *Google* mit dem National Institute of Health (NIH), *Apple* mit der Harvard T. H. Chan School of Public Health und dem NIH als auch *Meta* (vormals *Facebook*) mit der New York University (NYU) Langone Health (vgl. Kapitel →3.5) – dazu beitragen, komplexe Forschungsfragen durch die Bündelung von Wissen, Expertise und Ressourcen zu untersuchen, was einer einzelnen Institution nicht möglich wäre (Yildirim et al. 2016, S. 3; Kindermann und Lindemann 2018, S. 54).

Hinsichtlich der Datenweitergabe und des Datenaustauschs zwischen Gesundheitseinrichtungen und Unternehmen im Rahmen von PPPs in Forschung und Entwicklung ergeben sich Fragen zur informationellen Selbstbestimmung, zu Sicherheit und Privatheit. Durch die Weitergabe von Daten sowie die zentrale Datenspeicherung und -verarbeitung können auch dann Risiken entstehen, wenn die Daten initial anonymisiert bzw. pseudonymisiert vorliegen. So lassen sich technische Möglichkeiten der De-Anonymisierung bzw. De-Pseudonymisierung entwickeln, gerade auch bei der Zusammenführung unterschiedlicher Datensätze. Zudem sind manche Datensätze wie etwa bestimmte genetische Daten zuweilen schon als solche kaum zu anonymisieren (Packhäuser et al. 2021; Lanzerath et al. 2019; Stoeklé et al. 2019).

Bereits zum jetzigen Zeitpunkt gibt es technologische Lösungsansätze, die eine erhöhte Sicherheit bei der Datenverwendung mit der Möglichkeit verbinden, datenbasierte Forschungsaktivitäten durchzuführen. So stellt das sogenannte Swarm Learning (Schwarmlernen) bzw. Swarm Intelligence (Schwarmintelligenz) eine bedeutende technologische Innovation dar, um dezentral gespeicherte Datensätze gemeinsam nach vorher definierten Regeln auszuwerten (Warnat-Herresthal et al. 2021; Rüdiger 2020). Swarm Learning ermöglicht eine Datenanalyse am jeweiligen Edge-Knoten (Edge Computing) der Speicherung. Dort werden die Daten in lernende Algorithmen, vor allem neuronale Netze, eingespeist, wobei lediglich die Ergebnisse der Datenverarbeitung mittels Blockchain in das Gesamtsystem bzw. in das Netzwerk weitergereicht werden (Rüdiger 2020). Damit lassen sich weltweite gesundheitsrelevante Daten in ein Netzwerk integrieren, ohne die Daten selbst weiterzugeben und sie zentral zu speichern (Warnat-Herresthal et al. 2021).

Letztlich könnte die alltägliche Versorgung zusammen mit der Forschung zu einem Lernenden Gesundheitssystem weiterentwickelt werden, das einem Mehrebenen-Governance-Modell unterliegt. Daten aus der Versorgung, für die hierzulande immerhin täglich über eine Milliarde Euro ausgegeben werden (davon ca. 65 % aus Sozialversicherungsbeiträgen) (Statistisches Bundesamt 02.06.2021), könnten in der Forschung unter den dort herrschenden hohen Anforderungen an Erhebung und Qualität ausgewertet werden. Die Erkenntnisse ließen sich dann wiederum, unterstützt durch informationstechnologische Systeme wie etwa CDSS, zum Wohle aller Patient:innen schnell in die Versorgung einspeisen. So ließe sich eine erhebliche Menge vorhandener Daten aus der klinischen Versorgung für die Generierung von Erkenntnissen und Evidenz nutzen – was bislang fast ausschließlich über die aufwendige und langfristige, durch zunehmende Stratifizierung immer schwierigere Durchführung jeweils eigener Studien erfolgt. Die Erkenntnisse ließen sich schneller in der Praxis abbilden und die Ergebnisse wiederum wissenschaftlich auswerten, um somit einen fortlaufenden Kreislauf des Lernens zu schaffen.

Mit Blick auf die Gerechtigkeit der Teilnahme am Fortschritt würden durch ein derart Lernendes Gesundheitssystem insbesondere diejenigen Patient:innengruppen profitieren, die sich sonst nur schwer in randomisierte klinische Studien einschließen lassen. Beispielsweise können hochaltrige Menschen, die viele Medikamente gleichzeitig einnehmen, vor Nebenwirkungen geschützt werden, da sich Muster unerwünschter Wechselwirkungen in großen Datensätzen schneller identifizieren lassen; Probleme einer schlechten externen Validität klinischer Studien – das heißt, dass sich die Erkenntnisse klinischer Studien in der Alltagsversorgung aus unterschiedlichen Gründen zuweilen nicht bestätigen – könnten zudem vermieden werden.

 GESUNDHEIT

 GERECHTIGKEIT
UND
SOLIDARITÄT

TABELLE 5: **Auf einen Blick – Chancen und Herausforderungen der Verbindung von Versorgungsalltag und Forschung zu einem Lernenden Gesundheitssystem**

Chancen

✳ Eine systematische wissenschaftliche Auswertung der Daten aus der Gesundheitsversorgung führt zu neuen Erkenntnissen.

✳ Komplexe Phänomene werden zunehmend berechenbar, Vorhersagen verlässlicher und neue Phänomene werden schneller entdeckt, auch für Patient:innen, die schwer in klinische Studien integriert werden können.

✳ Eine erweiterte Datengrundlage trägt zu präziseren Stratifikationen im präventiven, diagnostischen und therapeutischen Bereich bei.

✳ Die Bündelung von Wissen und Ressourcen in öffentlich-privaten Partnerschaften (PPPs) ermöglicht die Untersuchung komplexer Forschungsfragen.

✳ Neuartige technologische Lösungen erhöhen die Sicherheit und den Schutz der Privatheit bei der Datenverarbeitung (u.a. Swarm Learning).

✳ Ein Lernendes Gesundheitssystem mit einem Mehrebenen-Governance-Modell (Kreislauf des Lernens) fördert die individuelle und öffentliche Gesundheit und stärkt die Gesundheitsversorgung.

Herausforderungen

⊖ Eine KI-gestützte Analyse großer Datensätze identifiziert Korrelationen bzw. Muster, aber keine Kausalitäten.

⊖ Die „FAIR“-Prinzipien für Forschungsdaten werden nur unzureichend erfüllt.

⊖ Intransparenz und unzureichender Datenzugang verhindern die Nachvollziehbarkeit und die kritische Reflexion gewonnener Ergebnisse algorithmischer Systeme.

⊖ Die Weitergabe und zentrale Speicherung von Versorgungsdaten zu Forschungszwecken geht mit Risiken für Sicherheit und Privatheit einher.

⊖ Gerechtigkeit kann durch systematische Verzerrungen, die aufgrund einer unzureichenden Datengrundlage entstehen, eingeschränkt werden.

⊖ Mangelhafter Datenzugang und -austausch durch Datenmonopole und Datensilos verhindert Innovationen und Diversität.

⊖ Die öffentlich finanzierte Forschung kann durch einen unzureichenden Datenzugang (Datensilos) und nicht mehr aktuelle technologische Systeme im Wettbewerb mit den Tech-Giganten geschwächt werden und verliert zunehmend ihren Einfluss auf die Definition wichtiger Forschungsfragen.

⊖ Durch einen eingeschränkten Zugang zu datengenerierenden und -verarbeitenden Technologien entstehen Diskriminierungs- und Exklusionsrisiken (Digital Divide).

⊖ Eine heterogene Datenqualität sowie fehlende Interoperabilität der Daten aus unterschiedlichen Datenspeichern hemmen Innovationen.

⊖ Die Marktmacht der Tech-Giganten bedroht die Forschungs- und Forscher:innenfreiheit, indem finanzielle und infrastrukturelle Abhängigkeiten z. B. die Auswahl von Forschungszielen beeinflussen.

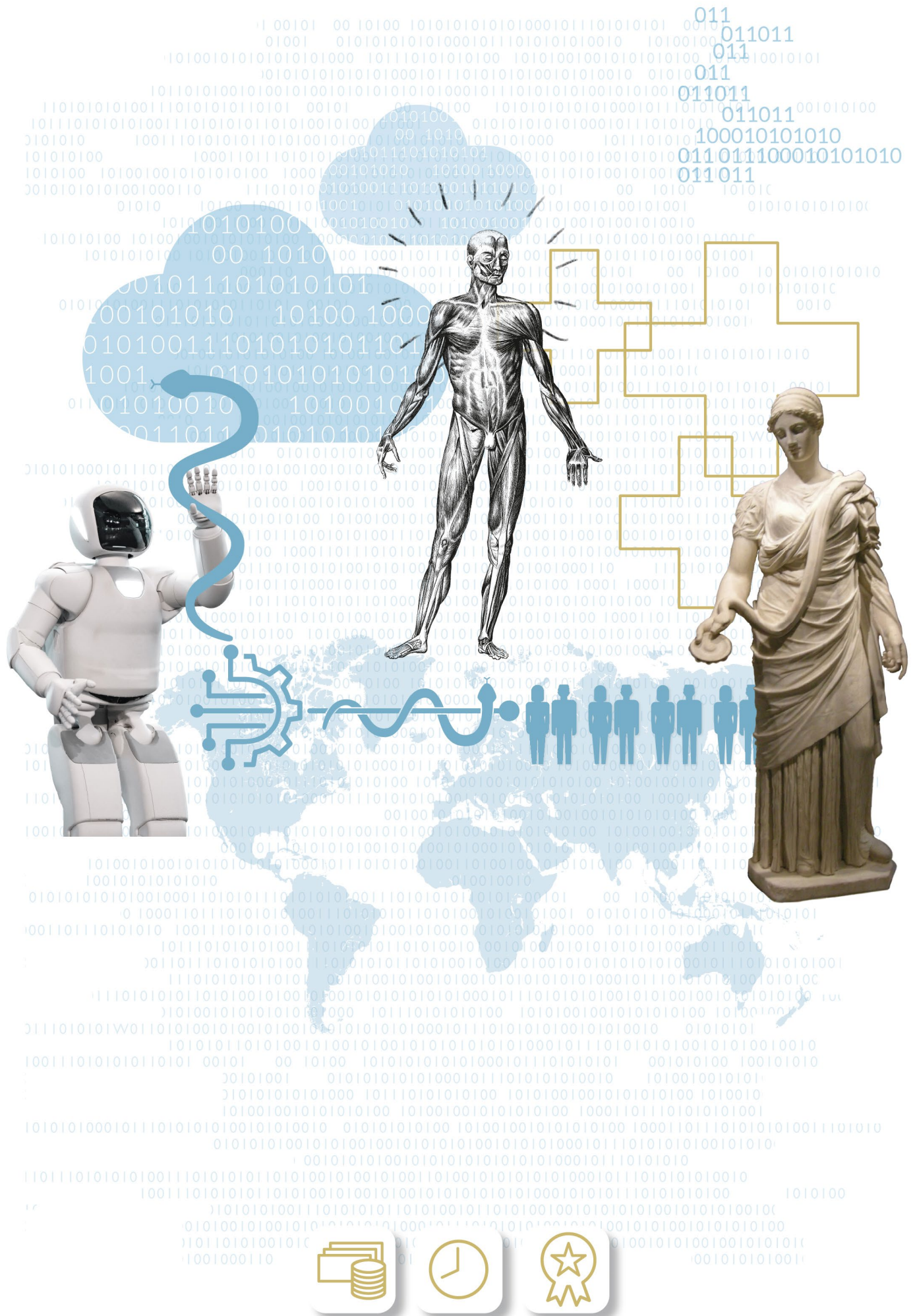
⊖ Berufspolitische Interessen und Lobbyismus behindern die Digitalisierung der Gesundheitsversorgung.

⊖ Ein unzureichender politischer Wille sowie fehlende digitale Infrastrukturen und Kompetenzen können die Entwicklung eines Lernenden Gesundheitssystems verhindern oder verlangsamen.

Quelle: Bertelsmann Stiftung

Nicht zuletzt der Trend hin zu einer Präzisionsmedizin, bei der die gleiche Therapie nicht für alle Patient:innen mit derselben übergreifenden Diagnose gewählt, sondern aufgrund der individuellen Daten jeweils zugeschnitten wird, erfordert ein näheres Zusammenrücken von Versorgung und Forschung.

ZUSAMMENFASSEND lässt sich festhalten, dass Tech-Giganten erheblich dazu beitragen können, dass alltägliche Gesundheitsversorgung und Gesundheitsforschung miteinander verbunden werden, damit ein kontinuierlich Lernendes Gesundheitssystem entstehen kann. Um die daraus resultierenden Chancen nutzen zu können, sind vielfältige Herausforderungen zu bewältigen, die sich durch die monopolartige Stellung der Tech-Giganten bezüglich der Verfügung über Daten und algorithmische Systeme ergeben und die methodischen Probleme etwa im Zusammenhang mit KI-gestützter Forschung umfassen. Zudem geht es darum, ethischen Anforderungen – etwa zur Freiheit der Forschung, zur Zugangs- und Verteilungsgerechtigkeit, zum Schutz der Privatheit und vor Diskriminierung der Menschen, deren Daten verwendet werden – zu genügen.



5

SCHLUSSBETRACHTUNG UND HANDLUNGS- EMPFEHLUNGEN

Bislang gibt es kaum (gesundheits-)politische Antworten auf die zunehmenden Aktivitäten der Tech-Giganten im Bereich Gesundheit, obwohl diese das Potenzial haben, die Gesundheitsversorgung wie auch die Gesundheitsforschung nachhaltig zu transformieren. Angesichts der hohen Regulierungsdichte und der für Tech-Giganten zu geringen Profitabilität ihrer Angebote im deutschen Gesundheitssystem sind eine „Übernahme“ des Gesundheitssystems oder der Aufbau eines vollständigen Parallelsystems derzeit unwahrscheinlich. Doch können Tech-Giganten mit ihren Produkten und Anwendungen sowie in geeigneten Kooperationen mit anderen Unternehmen, Forschungsinstitutionen und den verschiedenen Akteur:innen wesentlich dazu beitragen, die Gesundheitsversorgung effektiver und effizienter zu gestalten sowie das stark sektoral organisierte Gesundheitssystem patient:innenzentriert umzubauen.

So könnten sie die staatlichen Versorgungsstrukturen nach ethischen Maßstäben komplementieren und transformieren und damit die in Deutschland rückständige digitale Transformation des Gesundheitswesens erheblich voranbringen – wenn die Rahmenbedingungen dafür klug gestaltet werden. Dabei ist u. a. darauf zu achten, dass eine verstärkte Einbindung der Tech-Giganten angesichts ihrer klaren Orientierung an Profitabilität und Skalierbarkeit nicht dazu führt, dass ökonomisch geprägte Anreize im Gesundheitssektor sich zulasten einer Orientierung am Patient:innenwohl und der Arbeitsbedingungen des Gesundheitspersonals verstärken oder das Solidarprinzip schrittweise ausgehöhlt wird.

Der Einfluss der Tech-Giganten auf die digitale Gesundheitsversorgung ist einerseits offensichtlich und mächtig, andererseits jedoch auch subtil. Offensichtlich und mächtig ist ihr Einfluss, wenn sie – etwa im Falle US-amerikanischer und asiatischer Unternehmen – durch die weite Verbreitung von Smartphones mit Gesundheitsanwendungen ohnehin schon unmittelbar am Nutzer und an der Nutzerin sind, deren Daten umfangreich sammeln und verarbeiten können, und damit kaum

zu umgehen sind. Darüber hinaus führen Tech-Giganten die technischen Entwicklungen in bestimmten klinischen Bereichen wie der Radiologie an. Auf solche klinisch fokussierten Bereiche konzentrieren sich vor allem die europäischen Unternehmen. Asiatische Tech-Giganten zeichnen sich zusätzlich dadurch aus, dass sie noch offensichtlicher als die US-amerikanischen und vor allem als die europäischen Unternehmen Daten aus vielen Lebensbereichen einschließlich der Gesundheit zusammenführen und auf dieser Grundlage die Bürger:innen nach eigenen oder – im chinesischen Raum – gar staatlich vorgegebenen Maßstäben überwachen, bewerten und steuern.

Eher subtil ist der Einfluss der Tech-Giganten, indem sie in vielfältigen Kooperationen, durch Investitionen in und Übernahmen von Start-ups Akzente in unterschiedlichen klinischen Bereichen setzen und sich damit in Versorgung und Forschung zunehmend die Gestaltungs- und Deutungshoheit über die Ziele und das Wünschenswerte der Gesundheitsversorgung sichern.

Derzeit singuläre Potenziale können langfristig akkumulierte positive Effekte hervorbringen. Gegenwärtig latente Risiken können langfristig zu systemischen Risiken führen. Diese Ambivalenz und Dynamik sollte kontinuierlich beobachtet und reflektiert werden.

Das Beispiel der Einbeziehung von Technologien in die Tarif- und Beitragsgestaltungen der Krankenversicherungen verdeutlicht eine mögliche indirekte, schleichende und potenziell das Solidarprinzip erschütternde Entwicklung durch verhaltens- und lebensstilbasierte Krankenversicherungsmodelle und -prämien (vgl. Kapitel →4.3.1). Unter Einbeziehung von Technologien und Anwendungen, die zur digitalen Selbstvermessung geeignet sind, werden Anreize zu gesundem Verhalten geschaffen, etwa in Form von Vorteilen bei der Einhaltung bestimmter Verhaltensweisen („Boni“). Der Koalitionsvertrag 2021–2025 zwischen SPD, Bündnis 90 / Die Grünen und FDP hat jüngst die Rahmenbedingungen einer konkreten Ausgestaltung gestärkt: „Sie [die gesetzlichen Krankenkassen] erhalten verstärkt die Möglichkeit, ihren Versicherten auch monetäre Boni für die Teilnahme an Präventionsprogrammen zu gewähren“.¹³⁷

Diese Anreizsysteme belohnen zwar grundsätzlich gesundheitserhaltendes und -förderliches Verhalten – zugleich sind jedoch bestimmte Gruppen naturgemäß von solchen Vergünstigungen ausgeschlossen (vgl. Kapitel →4.3.1). Wird der Zugang zu Vergünstigungen systematisch versperrt, oder würde ein bestimmtes Verhalten zu einer Verpflichtung, deren Nichtbefolgung sich negativ auf die Leistungen der GKV in Form von Sanktionen („Mali“) auswirkte, käme es letztlich zu einer Entsolidarisierung und zu einer grundsätzlichen Infragestellung des solidarischen Systems.¹³⁸ Eine solche Entwicklung verlief vermutlich schleichend vor einem langfristigen Zeithorizont sowie in vielerlei Hinsicht subtil und zunächst kaum sichtbar – gleichwohl sollte dieser mögliche Effekt bei aktuellen gesellschaftlichen Debatten zum Stellenwert präventiven Gesundheitsverhaltens geführt werden (vgl. → Handlungsempfehlung 1).

Am Beispiel präziserer Stratifikationen der Präventions- und Präzisionsmedizin durch algorithmische Profilbildung lässt sich verdeutlichen, dass die Aktivitäten der Tech-Giganten auch teils ambivalente kurz- bzw. mittelfristige Auswirkungen bedingen können (vgl. Kapitel →4.3.1). Die

¹³⁷ Koalitionsvertrag S. 88, Zeile 2910 f.

¹³⁸ In dieser Hinsicht bemerkenswert ist jüngst die Forderung, für nicht gegen Covid-19 geimpfte Personen den GKV-Beitrag zu erhöhen (Spiegel 2021).

verbesserte Gesundheitsversorgung durch daten- und technologiebasierte genauere Vorhersagen von Krankheitsrisiken und -verläufen aufgrund personalisierter Risikoprofilbildung wird zweifelsohne als positive Auswirkung betrachtet werden können. Eine diskriminierende, manipulierende oder in anderer Weise die Integrität der Persönlichkeit verletzende Verwertung der Risikoprofile, möglicherweise sogar auch außerhalb der Gesundheitsversorgung hingegen dürfte als negative Konsequenz beurteilt werden, die es zu vermeiden gilt (vgl. → Handlungsempfehlung 7).

Ein Beispiel ambivalenter langfristiger Auswirkungen soll die potenziell sektorenauflösenden Entwicklungen des Gesundheitswesens illustrieren, die gleichzeitig mit einer Monopolisierung bzw. Oligopolisierung weniger Tech-Giganten einhergehen können (vgl. Kapitel → 4.3.3). Digital vernetzte Strukturen und Systeme sowie eine sektorenübergreifende Zusammenarbeit in der Gesundheitsversorgung bergen das Potenzial, die Versorgung konsequent patient:innenzentriert zu denken und zu gestalten. Zudem bringen sie Wertschöpfungspotenziale in Bezug auf Zeit, Kosten und Qualität mit sich – also eine positive Entwicklung. Gleichzeitig sind damit Marktdominanzen verbunden, die mit Abhängigkeiten einhergehen können. Unternehmen, die monopol- bzw. oligopolartige Macht haben, könnten über den Zugang und die Verteilung von Gesundheitsversorgung mitbestimmen und die Innovationen anderer Akteur:innen verhindern. Diese Ambivalenz sollte durch eine klare politische Positionierung zugunsten eines digitalisierten Gesundheitssystems aufgelöst werden, in dem das Patient:innenwohl der leitende ethische Maßstab ist (vgl. → Handlungsempfehlung 3).

Infrastrukturelle und finanzielle Abhängigkeiten implizieren auch Auswirkungen auf Wissenschaft, Forschung und Entwicklung (vgl. Kapitel → 4.3.4). Schleichend können die Freiheit der Forschung und der Forschenden gefährdet werden, indem Datenmonopole unzugänglich bleiben und auf Forschungsziele eingewirkt wird – was sich im Weiteren auch auf die Deutungshoheiten über die Interpretation und Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse auswirken kann. Im Lichte ihrer enormen finanziellen Mittel können Tech-Giganten ihre monopolartige Stellung weiter stärken, indem sie sich potenzielle Marktkonkurrenz durch Akquisen einverleiben. Die schleichende Monopolisierung umfasst dabei Daten-, Technologie-, Finanz- und letztlich möglicherweise auch Deutungshoheiten bzw. -macht. Dies läuft einer sozialen Wirtschaftsordnung im freiheitlich-demokratischen Grundverständnis zuwider. Die vorgenannten Chancen- und Gefahrenpotenziale sollten daher im Rahmen staatlicher Innovationsförderung entsprechend berücksichtigt werden (vgl. → Handlungsempfehlung 4).

Auf Grundlage der ethischen Analyse werden im Folgenden Handlungsempfehlungen ausgesprochen, um die Transformationen der Gesundheitsversorgung und des Gesundheitswesens sowie damit implizit auch die Aktivitäten der Tech-Giganten gesellschaftlich und politisch zu begleiten.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- 1 Gesellschaftspolitische Debatte zum Stellenwert prädiktiven Gesundheitsscreenings und präventiven Gesundheitsverhaltens führen
- 2 Digitale (Gesundheits-)Kompetenzen fördern
- 3 Politische Positionierung zur Rolle der Tech-Giganten im Gesundheitswesen entwickeln
- 4 Innovationen jenseits von Mono- und Oligopolen staatlich fördern
- 5 Künstliche Intelligenz durch die EU risikoadäquat regulieren
- 6 Ethics-by-Design-Ansatz bei Design, Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen implementieren
- 7 Diskriminierende Verwertung gesundheitsbezogener Risikoprofile außerhalb der Gesundheitsversorgung gesetzlich verbieten
- 8 Strategie für ein Lernendes Gesundheitssystem entwickeln

1 Gesellschaftspolitische Debatte zum Stellenwert prädiktiven Gesundheitsscreenings und präventiven Gesundheitsverhaltens führen

Die vor allem von den Tech-Giganten getriebenen daten- und technologiebasierten Entwicklungen hin zu einer Stärkung von Prädiktion, Prävention und Präzisionsmedizin beeinflussen maßgeblich das gesellschaftliche Zusammenleben sowie das Selbst- und Menschenbild (Deutscher Ethikrat 2017). In gesellschaftlichen und politischen Debatten sollte ausgehandelt werden, welche Rolle Gesundheit im Vergleich zu anderen Bereichen des Lebens und der Gesellschaft spielt, wie die Gesundheitsversorgung im Miteinander von erstem und zweitem Gesundheitsmarkt gestaltet werden soll und welche Rolle Tech-Giganten mit ihrer monopol- bzw. oligopolartigen Stellung in diesem Zusammenhang spielen sollen.

Auf gesellschaftlicher und politischer Ebene gehört dazu auch das Bewusstsein für systemische Auswirkungen. So können die gegenwärtigen Entwicklungen der P4-Medizin bei allen zu begründenden medizinischen Vorteilen langfristig zu einer Erschütterung des Solidarprinzips beitragen, falls bislang systemfremde Elemente, wie das persönliche Verschulden bei der Entstehung oder Verschlimmerung einer Erkrankung durch bestimmte Verhaltensweisen oder das Unterlassen präventiver Maßnahmen, in das Gesundheitssystem einziehen. Zudem sollten die Maßnahmen der Prädiktion, Prävention und Präzisionsmedizin wissenschaftlich begleitet und evaluiert werden. Verantwortliche Akteur:innen im Gesundheitssystem sollten Maßnahmen entwickeln, um den in Kapitel →4 benannten individuellen und systemischen Risiken entgegenzuwirken.

2 Digitale (Gesundheits-)Kompetenzen fördern

Für eine informierte gesellschaftspolitische Debatte und für die Nutzung von Produkten und Anwendungen in der digitalen Gesundheitsversorgung sind digitale Kompetenzen unverzichtbar, darunter auch eine digitale Gesundheitskompetenz (Digital Health Literacy). Die Funktionsweisen und ein adäquater Umgang mit gesundheitsrelevanten Technologien müssen frühzeitig und angesichts der schnellen technologischen Entwicklung kontinuierlich und lebenslang vermittelt werden. Die Digitalkompetenzen sollten ab dem Kindergartenalter bis ins hohe Alter entwickelt und gestärkt werden. Der Deutsche Ethikrat rät, die Kompetenzen bereits im schulischen Kontext „als Querschnittsaufgabe für alle Fächer“ zu vermitteln (Deutscher Ethikrat 2017, S. 271–272). Dazu gehören auch Fähigkeiten zum Umgang mit Risiken, zumal prädiktive Aussagen zur Gesundheit in der Regel nur als Angabe eines Risikos erfolgen können.

3 Politische Positionierung zur Rolle der Tech-Giganten im Gesundheitswesen entwickeln

Den Anwender:innen im Gesundheitswesen kommt bei dessen Transformation eine besondere Rolle und Verantwortung zu (vgl. SVR 2021). Dies betrifft u. a. Patient:innen und andere Nutzer:innen der Technologien sowie Angehörige der unterschiedlichen Gesundheitsberufe (WHO 2021a; Topol 2019b), aber auch Entscheidungsträger:innen in den diversen Institutionen des Gesundheitssystems auf der Seite der Leistungsträger:innen und -erbringer:innen sowie in den Organen der Selbstverwaltung und nicht zuletzt Wissenschaftler:innen sowie Institutionen in der Wissenschaft (vgl. Kapitel → 4).

Angepasste und ggf. zusätzliche Berufsbilder sollten gefördert und Verantwortungsprofile in der vernetzten Versorgung definiert werden. Diese sollten die reflektierte Anwendung umfassen sowie die auch in ethischer Hinsicht kritische Reflexion und Evaluation von Technologien und der Rolle ihrer Gestalter:innen und Rahmenbedingungen sowie darüber hinaus die zielgruppenspezifische und verständliche Kommunikation. Dafür ist es u. a. entscheidend, die Curricula der Gesundheits- und Heilberufe im Hinblick auf den Zuwachs technologischer Möglichkeiten auszugestalten.¹³⁹ Angesichts der Gefahr des blinden Vertrauens in Technologien, müssen gleichzeitig Maßnahmen definiert und ergriffen werden, die im Falle technischen Versagens einen Orientierungsrahmen bieten (WHO 2021a). Mit Blick auf die Schaffung derartiger Strukturen und Maßnahmen ist es hilfreich, wenn eine politische Positionierung zur Rolle der Tech-Giganten im Gesundheitswesen erfolgt.

¹³⁹ Werden entsprechende Algorithmen-basierte Systeme eingesetzt, etwa im Behandlungskontext, sollte für Angehörige der Gesundheitsberufe gleichzeitig deutlich sein, dass Technologien den Menschen unterstützen, ihn jedoch nicht ersetzen können. Der Europäische Ethikrat betont in diesem Zusammenhang den Vorrang menschlichen Handelns und menschlicher Aufsicht sowie eine Rechenschaftspflicht (EGE 2019) .

4 Innovationen jenseits von Mono- und Oligopolen staatlich fördern

Öffentliche Investitionen in die Datenwirtschaft und die Entwicklung algorithmischer Systeme einschließlich der KI sollten vor allem Innovationen fördern, die auf einem Verständnis von Daten als Allgemeingut (common good) statt Eigentum (ownership) basieren (IBC 2017). Den Prinzipien einer sozialen Marktwirtschaft sowie einer solidarischen Gesundheitsversorgung entsprechend, sollte der Staat monopolartige Angebotsstrukturen im Gesundheitsmarkt vermeiden (Weichert 2018; Hoffmann et al. 2015). Die Zusammenarbeit staatlicher Einrichtungen mit privatwirtschaftlichen Unternehmen kann zwar monopolartigen Datenstrukturen entgegenwirken (Ballantyne und Stewart 2019); darüber hinaus sollten jedoch regulative Rahmenbedingungen und Förderprogramme geschaffen werden, um die Möglichkeiten des Zugangs zu Daten und ihrer Verwertung so zu gestalten, dass Innovationen auch für kleinere Akteur:innen sowie gemeinwohlorientiert möglich sind (Hightech-Forum 2021).

Um der Ungleichverteilung von Daten aufgrund einer monopolartigen Verfügungshoheit entgegenzutreten (vgl. Kapitel → 4.3.3 und → 4.3.4), ist mit entsprechenden Instrumenten berechtigten Personen(-gruppen) ein Zugang zu gewährleisten (Deutscher Ethikrat 2017). Das sollte auch bei der Ausgestaltung des Europäischen Gesundheitsdatenraumes (European Health Data Space) berücksichtigt werden. Dazu können auch regulierte Datentreuhänder:innen gehören (Datenethikkommission 2019). Technologische Möglichkeiten wie synthetische Daten (vgl. → Handlungsempfehlung 6), Edge Computing und Swarm Intelligence (vgl. Kapitel → 4.3.4) können die effiziente und datenschutzwahrende Nutzung großer Datenmengen unterstützen, ohne dass diese zentral zusammengeführt werden müssen.

Das Teilen von Daten (Data Sharing) kann gefördert werden durch freiwillige und partizipative Ansätze sowie innovative Lösungen zu Einwilligungen von Personen in die Datenfreigabe (WHO 2021a). Sinnvolle Schnittstellen und Interoperabilität sollten gefördert werden (z. B. für die elektronische Patientenakte, ePA), um eine Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten für die Forschung und eine Zusammenarbeit verschiedener Institutionen und Akteur:innen zu ermöglichen. Dies kann u. a. für die Validierung und das Benchmarking von KI-Lösungen nützlich sein (WHO 2021b). Staatliche Investitionen im Bereich der Datenwirtschaft sollten nachhaltige Entwicklungsziele (European Health Data Space) berücksichtigen wie etwa die Reduzierung und Optimierung von Energie- und Ressourcenbedarfen algorithmischer Systeme (Datenethikkommission 2019).

Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGAs) können im deutschen Gesundheitssystem nunmehr auch Eingang in die Versorgung der GKV finden und dann als Kassenleistung erbracht werden. Voraussetzung ist nach dem Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) unter anderem, dass sie der Erkennung, Überwachung, Behandlung oder Linderung einer Krankheit, Verletzung oder Behinderung dienen. Angebote zum präventiven Zweck der Verhinderung einer Erkrankung können demgegenüber nicht als DiGA anerkannt werden. Betrachtet man das große gesundheitliche und auch ökonomische Potenzial einer stärker präventiv ausgerichteten Medizin, ist es ratsam, die Anerkennungsfähigkeit solcher digitalen Anwendungen zu erweitern. Auch in diesem Kontext wäre es empfehlenswert, die Zugangsmöglichkeiten zu Daten der Tech-Giganten zu erweitern, damit auch andere Wissenschaftler:innen und Unternehmen innovative Anwendungen entwickeln können.

5 Künstliche Intelligenz durch die EU risikoadäquat regulieren

Die Europäische Union sollte einen ausreichend differenzierten, risikoadäquaten Umgang mit KI-Systemen ermöglichen und regulieren (Dathenethikkommission 2019), sodass Innovationen in diesem Bereich nicht gehemmt, aber grundlegende Rechte und Freiheiten – wie die Würde des Menschen, Selbstbestimmung, Privatheit, Gleichbehandlung und persönliche Integrität – geschützt werden (Europäische Kommission 21.04.2021). Analog zur Europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sollte diese Regulierung ebenfalls Produkte und Anwendungen umfassen, die Unternehmen, die außerhalb der Europäischen Union angesiedelt sind, in der EU entwickeln oder anwenden. Sie würde damit auch entsprechende Aktivitäten der Tech-Giganten im Gesundheitswesen und darüber hinaus betreffen.

Das Ziel ist eine sichere und diskriminierungsfreie KI-Nutzung, die das Vertrauen der Öffentlichkeit in technologische Innovationen nicht zerstört, sondern fördert, und die auch bei hohem Automatisierungsgrad algorithmischer Systeme ausreichend menschliche Kontrolle ermöglicht (meaningful human control). Idealerweise würde die Regulierung Mindestanforderungen an die Berücksichtigung eines Ethics-by-design-Ansatzes enthalten.

6 Ethics-by-Design-Ansatz bei Design, Entwicklung und Anwendung von KI-Systemen implementieren

Ethische Überlegungen sollten bei der Entwicklung algorithmischer Systeme von Beginn an einbezogen werden. Hier setzt der Ethics-by-Design-Ansatz¹⁴⁰ an, wonach ethische Anforderungen bereits bei einer technologischen Modellentwicklung berücksichtigt und proaktiv im gesamten Entwicklungsprozess sowie bei der Anwendung beachtet werden (WHO 2021a; Brey und Brandt 2020). Der Ansatz kann nach einem Modell von fünf Schichten – vom Allgemeinen hin zum Spezifischeren – unterteilt werden: (1) Ethische Werte, die nicht verletzt werden dürfen, sondern zu beachten und zu fördern sind; (2) Ethische Anforderungen als Instanziierungen der Werte im System, z. B. in der Funktionalität und in den Datenstrukturen; (3) Ethische Design-Leitlinien für die einzelnen Schritte des Entwicklungsprozesses; (4) KI-Methoden, bei denen die ethischen Anforderungen den jeweiligen Komponenten der unterschiedlichen Entwicklungsmethoden zugeordnet werden; (5) Werkzeuge und Methoden, die unabhängig von KI-Methoden in der Entwicklungsgemeinschaft auf ethische Anforderungen hin abgestimmt sind (Brey und Brandt 2020, S. 9).

¹⁴⁰ Vgl. u. a. das „SHERPA Projekt“, den „SIENNA Bericht“ und das Gutachten der Datenethikkommission (Brey et al. 2021; Brey und Brandt 2020; High-Level Expert Group on AI 2021; Datenethikkommission 2019).

Wird ein Ethics-by-Design-Ansatz in der Entwicklung von KI-Systemen im Gesundheitsbereich einbezogen, sollte dies sich in europäischen und deutschen Zulassungs- und Zertifizierungsverfahren für neue Anwendungen und Produkte wiederfinden und in der risikoadäquaten KI-Regulierung berücksichtigt werden. Ebenso sind angesichts des intensiven Energie- und Ressourceneinsatzes bei der Entwicklung von KI-Technologien gemäß den erklärten Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (UN 2015) (vgl. Kapitel →4.2.7) Vorgaben hinsichtlich ökologischer Nachhaltigkeit zu erarbeiten, die auch für die Tech-Giganten gelten. Dazu gehören beispielsweise Offenlegungspflichten der Energiebilanzen,¹⁴¹ und auch öffentliche Förderungen von KI-basierten Systemen zur Erfassung von Umwelteinwirkungen sowie zur Optimierung des Ressourcenverbrauchs können hilfreich sein (van Wynsberghe 2021; Datenethikkommission 2019). Zudem müssen die Entwicklung und der Einsatz von KI-Modellen in einem angemessenen Verhältnis zu ihrem Zweck stehen,¹⁴² und die Modelle sollten etwa so konzipiert werden, dass durch die Verwendung kleinerer, sorgfältig geprüfter Datensätze weniger Kohlenstoff freigesetzt wird (WHO 2021a).

7 Diskriminierende Verwertung gesundheitsbezogener Risikoprofile außerhalb der Gesundheitsversorgung gesetzlich verbieten

Gesetzliche Regelungen sollten geschaffen werden, die verbieten, dass gesundheitsbezogene Daten – und daraus entstehende Risikoprofile – außerhalb der Gesundheitsversorgung und der Gesundheitsforschung in unangemessener, diskriminierender, manipulierender oder die Integrität der Persönlichkeit in anderer verletzender Weise genutzt werden; dies könnte beispielsweise die Arbeitsplatzsuche oder den Abschluss von Lebensversicherungen betreffen (vgl. Kapitel →4.3.1). Hierzu sind gesetzliche Verwertungsverbote etwa im Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetz (AGG)¹⁴³ und auf europäischer Ebene zu definieren. Zudem sollten lebensbereichsübergreifenden Risikoprofilbildungen ohne Einwilligung der Person, von der die Daten stammen, Grenzen gesetzt werden, um die persönliche Integrität zu schützen (Datenethikkommission 2019).

Damit Gesundheitsdaten und gesundheitsbezogene Risikoprofile geschützt werden und gleichzeitig eine Nutzung der Daten für Wissenschaft sowie Forschung und Entwicklung gefördert werden kann, soll laut Sachverständigenrat Gesundheit (SVR) ein „bereichsspezifische[s] Gesundheitsdatennutzungsgesetz“ geschaffen werden (SVR 2021, S. XXVIII). Ziel ist, einen gemeinsamen Daten-

¹⁴¹ Emissionen unterschiedlicher technologischer Systeme können berechnet und verglichen werden, um einen reduzierten Kohlenstoffausstoß umzusetzen (van Wynsberghe 2021; Strubell et al. 2019). Lacoste et al. (2019) schlagen dafür den Machine Learning Emissions Calculator vor, Henderson et al. (2020) haben ein Experiment-Impact-Tracker-Framework entwickelt und Anthony et al. (2020) darauf aufbauend den Carbontracker. Durch eine feste oder verpflichtende Etablierung solcher Berechnungsprozesse in der Technologieentwicklung können Kohlenstoffemissionen und -auswirkungen transparent gemacht und im Entwicklungsprozess mitgedacht werden.

¹⁴² Institutionen wie die Europäische Kommission sollten einen Rahmen der Verhältnismäßigkeit („Proportionality framework“) erarbeiten, nach dem bewertet wird, ob das Training und die Anwendung eines KI-Modells in einem angemessenen Verhältnis zu den Kohlenstoffemissionen stehen (van Wynsberghe 2021).

¹⁴³ Allgemeines Gleichbehandlungsgesetz (AGG) v. 14.8.2006, BGBl. I S. 1897, 1910 i.d.F. v. 3. April 2013, BGBl. I S. 610.

nutzungsrahmen zwischen EU-Ländern zu vereinbaren – sowohl rechtlich als auch technisch „für grenzüberschreitende Sekundärnutzung zu Zwecken der Gesundheitsforschung“ (ebd.). Zusätzlich ist zu prüfen, „ob für Versorgungsdaten, die als besonders relevant für die Gesundheitsforschung gelten, die Möglichkeit einer Verarbeitung auf gesetzlicher Grundlage ohne Zustimmungserfordernis oder Opt-out-Möglichkeit geschaffen werden kann, wie dies auf Basis von Artikel 9 Abs. 2 DSGVO nach europäischem Recht möglich ist“ (SVR 2021, S. 232). Ein solches Gesetz könnte auch konkretisierende Vorschriften für den Umgang und das Teilen von Daten seitens der Tech-Giganten enthalten und damit ihrer monopolartigen Stellung entgegenwirken.

8 Strategie für ein Lernendes Gesundheitssystem entwickeln

Um Technologien im Gesundheitswesen zu implementieren, sollte die Politik eine Strategie für ein Lernendes Gesundheitssystem entwickeln. Ein Mehrebenen-Governance-System sollte letztlich einen Kreislauf des Lernens ermöglichen und fördern, in dem die Daten aus der alltäglichen Versorgung wissenschaftlich ausgewertet werden und die Ergebnisse der Analyse zügig in die Verbesserung der Versorgung eingehen. Dabei sollten ein integrativer „Multi-Stakeholder-Ansatz“ verfolgt und Initiativen gebildet werden, die sich finanzieller, organisationaler, menschlicher und technologischer Ressourcen bedienen (WHO 2021b; UN Secretary-General’s High-level Panel on Digital Cooperation 2019). Mit einbezogen werden sollten hier neben politischen Akteur:innen auch Vertreter:innen aus der Zivilgesellschaft, Wissenschaftler:innen, Expert:innen sowie Vertreter:innen aus Industrie und Wirtschaft, zudem Gruppen, die bislang von diesem Diskurs ausgeschlossen blieben, wie ältere Menschen, Menschen mit Behinderungen, Menschen mit chronischen Erkrankungen, Menschen aus ländlichen Gebieten und Menschen besonderer Bevölkerungsgruppen oder mit Migrationshintergrund (UN Secretary-General’s High-level Panel on Digital Cooperation 2019).

Eine Mehrebenen-Governance der unterschiedlichen Akteur:innen in Politik und Selbstverwaltung sollte ethische Anforderungen wie den Datenschutz, die Sicherheit, den Schutz der Privatheit und der persönlichen Integrität, die Forschungsfreiheit und den Schutz vor Diskriminierung berücksichtigen (vgl. WHO 2021b). So könnte ein Lernendes Gesundheitssystem entstehen, in dem alle Akteur:innengruppen des Gesundheitswesens am Erkenntnisfortschritt beteiligt sind und in dem die Potenziale der Tech-Giganten sich nutzen lassen.

LITERATUR

- 23andMe (2021a): About us. Online verfügbar unter <https://www.23andme.com/about>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- 23andMe (2021b): How it Works. Online verfügbar unter <https://www.23andme.com/howitworks/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- 5 For the Fight (2021): About Us // 5 For the Fight. Online verfügbar unter <https://www.5forthefight.org/about-us/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Aaptiv (2021): Workout App: Fitness Classes & Training Programs. Online verfügbar unter <https://aaptiv.com/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Abbott (2021): Abbott auf einen Blick. Online verfügbar unter <https://www.de.abbott/about-us/abbott-at-a-glance.html>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- AC Wellness (2020): Homepage. Online verfügbar unter <https://www.acwellness.com/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Ada (2021): Pass auf dich auf – mit Ada. Hg. v. Ada Health. Online verfügbar unter <https://ada.com/de/app/>, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Agravante, Mariecor (2020): MIT moves toward greener, more sustainable artificial intelligence. In: *Inhabitat. Green Design, Innovation, Architecture, Green Building*, 15.05.2020. Online verfügbar unter <https://inhabitat.com/mit-moves-toward-greener-more-sustainable-artificial-intelligence/>, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- Alarcon, Nefi (2020): AI Helps Doctors Diagnose the Coronavirus – NVIDIA Developer News Center. Hg. v. NVIDIA Developer. Online verfügbar unter <https://news.developer.nvidia.com/ai-helps-doctors-diagnose-the-coronavirus/>, zuletzt aktualisiert am 29.01.2021, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Alashe, Oyindamola (2019): „Amazon ist ein Health-care-Provider im Experimentiermodus“. Hg. v. Deutscher Ärzteverlag. Online verfügbar unter <https://www.healthrelations.de/neu-amazon-testet-gesundheitsberatung-via-app/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Albrecht, Urs-Vito (Hg.) (2016): Chancen und Risiken von Gesundheits-Apps (CHARISMHA). Medizinische Hochschule Hannover. Hannover: Digitale Medien, Medizinische Hochschule Hannover. Online verfügbar unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/A/App-Studie/CHARISMHA_gesamt_V.01.3-20160424.pdf, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- alizila (Hg.) (2015): Alibaba Health Incorporates Tmall's Online Pharmacy Business. Online verfügbar unter <https://www.alizila.com/alibaba-health-incorporates-tmall-online-pharmacy-business-2/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- All of Us Research Hub (2021): All of US. Online verfügbar unter <https://www.researchallofus.org/>, zuletzt geprüft am 13.11.2021.
- Amadeo, Ron (2019): Nest, the company, died at Google I/O 2019. Hg. v. arsTechnica. Online verfügbar unter <https://arstechnica.com/gadgets/2019/05/nest-the-company-died-at-google-io-2019/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Amazon (27.08.2020): Introducing Amazon Halo and Amazon Halo Band. Seattle (USA), Amazon-pr@amazon.com. Online verfügbar unter <https://press.aboutamazon.com/news-releases/news-release-details/introducing-amazon-halo-and-amazon-halo-band-new-service-helps/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Amazon (17.03.2021): Amazon Care to launch across U.S. this summer, offering millions of individuals and families immediate access to high-quality medical care and advice—24 hours a day, 365 days a year. Online verfügbar unter <https://www.aboutamazon.com/news/workplace/amazon-care-to-launch-across-u-s-this-summer-offering-millions-of-individuals-and-families-immediate-access-to-high-quality-medical-care-and-advice-24-hours-a-day-365-days-a-year>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Amazon Care (2021): Healthcare built around you. Hg. v. Amazon.com, Inc. Online verfügbar unter <https://amazon.care/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.

- American Well (24.04.2017): American Well Telehealth Now Live on New Samsung Health. Boston (USA). Spring, Holly, holly.spring@americanwell.com. Online verfügbar unter <https://business.amwell.com/press-release/american-well-telehealth-now-live-on-new-samsung-health/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Amofo, E.; Hanbali, N.; Patel, A.; Singh, P. (2015): What are the significant factors associated with burnout in doctors? In: *Occup Med (Lond)* 65 (2), S.117–121. DOI: 10.1093/occmed/kqu144.
- Andree, Boris (2020): SAP Intelligent RPA Success Stories – How Can Automation Streamline Customer Orders During Times of Disruption at Zuellig Pharma? SAP. Online verfügbar unter <https://blogs.sap.com/2020/06/05/sap-intelligent-rpa-success-stories-how-can-automation-streamline-customer-orders-during-times-of-disruption-at-zuellig-pharma/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Angerer, Alfred; Russ, Christian; Ultsch, Sabine (2019): Digital Health – Revolution or Evolution? Strategische Optionen im Gesundheitswesen. Hg. v. ZHAW School of Management and Law. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft. Winterthur. Online verfügbar unter <https://digitalcollection.zhaw.ch/handle/11475/18267>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Antes, Gerd (2016): Ist das Zeitalter der Kausalität vorbei? In: *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen* 112 Suppl 1, S.16–22. DOI: 10.1016/j.zefq.2016.04.007.
- Antes, Gerd; Labonté, Valérie; Puhl, Andrea (2017): Chancen und Risiken der Digitalisierung aus der Perspektive „Evidenzbasierter Medizin“. In: Herbert Rebscher und Stefan Kaufmann (Hg.): *Digitalisierungsmanagement in Gesundheitssystemen*. Heidelberg: medhochzwei Verlag, S.29–45.
- Anthony, Lasse F. Wolff; Kanding, Benjamin; Selvan, Raghavendra (2020): Carbontracker: Tracking and Predicting the Carbon Footprint of Training Deep Learning Models. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/2007.03051>.
- ApoGen Biotechnologies (2021): About US. Online verfügbar unter <http://apogenbiotech.com/about/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Apple (15.07.2014): Apple und IBM gehen weltweite Partnerschaft ein, um Enterprise Mobility zu verändern. Cupertino (USA), Armonk (USA). Barbini, Edward; Kuderna, Martin, barbini@us.ibm.com; martin.kuderna@PRfection.de. 07.09.2021. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/newsroom/2014/07/15Apple-and-IBM-Forge-Global-Partnership-to-Transform-Enterprise-Mobility/>.
- Apple (01.03.2019): Siri-Kurzbefehle erleichtern alltägliche Gesundheits- und Fitnessroutinen. Cupertino (USA). Kuderna, Martin, martin.kuderna@PRfection.de. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/newsroom/2019/03/siri-shortcuts-boost-health-and-fitness-routines/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Apple (2020): Mit der EKG-App auf der Apple Watch Series 4, Series 5 oder Series 6 ein EKG aufzeichnen. Online verfügbar unter <https://support.apple.com/de-de/HT208955>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Apple (2021a): Die Zukunft des Gesundheitswesens liegt auf der Hand. Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/healthcare/>, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Apple (2021b): iOS – Gesundheit. Deine Gesundheit. Von Kopf bis Fuß. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/ios/health/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Apple (2021c): Research App. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/ios/research-app/>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- Apple Machine Learning Research (2021a): Explore advancements in Machine Learning. Hg. v. Apple. Online verfügbar unter <https://machinelearning.apple.com/research?page=1&tag=Health>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- Apple Machine Learning Research (2021b): Machine Learning Research. Online verfügbar unter <https://machinelearning.apple.com/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Apple Machine Learning Research (2022): The 2022 AI/ML Residency Program Application is Now Open. Hg. v. Apple. Online verfügbar unter <https://machinelearning.apple.com/updates/aiml-residency-program-application>, zuletzt geprüft am 26.10.2021.
- Approvo (2019): How AI, Machine Learning and SAP Drive the Healthcare Industry. Online verfügbar unter <https://www.approvo.com/post/ai-machine-learning-and-sap-drive-the-healthcare-industry>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Armbruster, Alexander; Lindner, Roland; Decker, Hanna (2018): Apple baut Krankenhäuser für die Mitarbeiter. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ)*, 27.02.2018. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/apple-baut-krankenhaeuser-fuer-die-mitarbeiter-15469881.html>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Arrowsmith, Niki (22.08.2012): Siemens To Acquire Penrith. Medical Product Outsourcing. Online verfügbar unter https://www.mpo-mag.com/contents/view_breaking-news/2012-08-22/siemens-to-acquire-penrith/, zuletzt geprüft am 07.09.2021.

- Avati, Anand; Jung, Kenneth; Harman, Stephanie; Downing, Lance; Ng, Andrew; Shah, Nigam H. (2018): Improving palliative care with deep learning. In: *BMC medical informatics and decision making* 18 (Suppl 4), S.122. DOI: 10.1186/s12911-018-0677-8.
- AWS (2019): Fred Hutch Case Study. Hg. v. Amazon Web Services. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/solutions/case-studies/fredhutch-case-study/>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- AWS (2021a): Amazon Comprehend Medical. Hg. v. Amazon Web Services, Inc. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/comprehend/medical/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- AWS (2021b): Amazon Transcribe Medical. Hg. v. Amazon Web Services. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/transcribe/medical/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- AWS (2021c): Amazon Translate – Neurale maschinelle Übersetzung – AWS. Hg. v. Amazon Web Services, Inc. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/translate/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Baas, Jens (Hg.) (2019): Zukunft der Gesundheit. vernetzt, digital, menschlich. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Babylon Health (2021): Symptom Checker. Online verfügbar unter <https://www.babylonhealth.com/us/what-we-offer/chatbot>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Bajpai, Prableen (2017): How Alibaba Is Using Artificial Intelligence In Healthcare. Hg. v. Nasdaq. Online verfügbar unter <https://www.nasdaq.com/articles/how-alibaba-using-artificial-intelligence-healthcare-2017-07-13>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Ballantyne, Angela; Stewart, Cameron (2019): Big Data and Public-Private Partnerships in Healthcare and Research. In: *ABR* 11 (3), S. 315–326. DOI: 10.1007/s41649-019-00100-7.
- Ballentine, Claire; Thomas, Katie (2018): Amazon to Buy Online Pharmacy PillPack, Jumping Into the Drug Business. Hg. v. The New York Times. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2018/06/28/business/dealbook/amazon-buying-pillpack-as-it-moves-into-pharmacies.html>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Bangur, Chaitanya (2019): Powering genomics tools and analysis with cloud computing. In: *Microsoft Industry Blogs*, 11.10.2019. Online verfügbar unter <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/health/2019/10/11/powering-genomics-tools-and-analysis-with-cloud-computing/>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Banks, Marcus A. (2020): Tech giants, armed with wearables data, are entrenching in health research. Apple, Google and Samsung are partnering with academic researchers in new ways to leverage data from watches and smartphones. In: *Nature medicine* 26 (1), S. 3–4.
- Barton, Amy J.; Brandt, Barbara (2018): Interprofessional Education in the Age of Risk and Innovation. In: *Journal of Nursing Education* (57 (11)), zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Baumgartner, Renate (2021): Künstliche Intelligenz in der Medizin: Diskriminierung oder Fairness? In: Gero Bauer, Maria Kechaja, Sebastian Engelmann und Lean Haug (Hg.): *Diskriminierung und Antidiskriminierung*: transcript Verlag, S.149–164.
- Becker, Matthias (2019): Die Grenzen der Forschungsfreiheit. Wie Politik und Wirtschaft die freie Forschung gefährden. Deutschlandfunk Kultur. Online verfügbar unter https://www.deutschlandfunkkultur.de/die-grenzen-der-forschungsfreiheit-wie-politik-und.976.de.html?dram:article_id=449515, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Belic, Dusan (2015): eCaring, Samsung team-up to increase efficiency of mobile health data management. Hg. v. mHealthSpot. Online verfügbar unter <https://mhealthspot.com/2015/04/ecaring-samsung-teamup-increase-efficiency-mobile-health-data-management/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Beltrame, Pamela (2020): Samsung erklmmt die Spitze am Smartphone-Markt. Hg. v. Netzwoche. Online verfügbar unter <https://www.netzwoche.ch/news/2020-11-02/samsung-erklmmt-die-spitze-am-smartphone-markt>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Bendel, Oliver (2021): Definition: Robotik. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/robotik-54198>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Berlin, Isaiah (Hg.) (2002): *Four Essays on Liberty* (1969). London: Oxford University Press.
- Best Surgical Education, L. L. C. (2020): iSearch Science on the App Store. Hg. v. Apple. Online verfügbar unter <https://apps.apple.com/us/app/isearch-science/id1516874861#?platform=ipad>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- Best Surgical Education, L. L. C. (2021): Check out our products combining medical education with machine learning. Online verfügbar unter <https://isearchbse.com/>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- BGI (2021): DNA Sequencing. Online verfügbar unter <https://www.bgi.com/global/sequencing-services/dna-sequencing/>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Bhatia, Neil; Trivedi, Hari; Safdar, Nabile; Heilbrun, Marta E. (2020): Artificial Intelligence in Quality Improvement: Reviewing Uses of Artificial Intelligence in Noninterpretative Processes from Clinical Decision Support to Education and Feedback. In: *Journal of the American College of Radiology : JACR* 17 (11), S.1382–1387. DOI: 10.1016/j.jacr.2020.08.002.

- Bhatt, Vidisha Nareshkumar (2020): Alexa For Health Practitioners. Master Thesis. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science, Fargo (USA). Graduate Faculty.
- Bienhaus, Diethelm (2016): Smartwatch und Wearables im Gesundheitsbereich: Grundlagen und Anwendungen. In: Heinrich Christian Mayr und Martin Pinzger (Hg.): Informatik 2016. Klagenfurt, 26.09. – 30.09.2016. Gesellschaft für Informatik. Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI-Edition Lecture Notes in Informatics Proceedings), S.1825–1836.
- Billy (2020): Meet Billy | Helping Seniors Live Independently For Longer. Online verfügbar unter <https://www.meetbilly.com/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- BIS Research (Hg.) (2018): Global Mobile Medical Apps Market. Focus on Category, Type, Application, Countries, Patents, Market Share, and Competitive Landscape – Analysis. Online verfügbar unter <https://bisresearch.com/industry-report/global-mobile-medical-apps-market-2025.html>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Bishop, Todd (2021a): Amazon maintains big lead over Google and Apple in U.S. smart speaker market, new study says. Hg. v. GeekWire. Online verfügbar unter <https://www.geekwire.com/2021/amazon-maintains-big-lead-google-apple-u-s-smart-speaker-market-new-study-says/>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Bishop, Todd (2021b): Microsoft revenue jumps 22% to \$45B in big quarter for cloud, LinkedIn, Xbox and Office 365. Hg. v. GeekWire. Online verfügbar unter <https://www.geekwire.com/2021/microsoft-profits-jump-48-20b-big-quarter-cloud-business/>, zuletzt aktualisiert am 27.10.2021, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Bizzo, Bernardo C.; Almeida, Renata R.; Michalski, Mark H.; Alkasab, Tarik K. (2019): Artificial Intelligence and Clinical Decision Support for Radiologists and Referring Providers. In: *Journal of the American College of Radiology: JACR* 16 (9 Pt B), S.1351–1356. DOI: 10.1016/j.jacr.2019.06.010.
- BKartA (10.12.2020): Bundeskartellamt überprüft die Verknüpfung von Oculus mit dem facebook-Netzwerk. Online verfügbar unter https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2020/09_12_2020_Facebook_Oculus.html, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Blasius, Helga (2020): Amazon lanciert Versandapotheke „Amazon Pharmacy“. Hg. v. DAZ.online. Online verfügbar unter <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2020/11/18/amazon-lanciert-versandapotheke-amazon-pharmacy>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Block, India (2020): Google's Wing drones deliver essentials during coronavirus pandemic. Hg. v. dezeen. Online verfügbar unter <https://www.dezeen.com/2020/04/15/google-wing-drone-delivery-coronavirus-virginia/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Blockchain Healthcare Review (2019): What is Philips Blockchain Lab? Blockchain Healthcare Review. Online verfügbar unter <https://blockchainhealthcarereview.com/glossary/philips-blockchain-lab/>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Bloomberg (2021): Siemens Healthcare Diagnostics Inc – Company Profile and News. Hg. v. Bloomberg L.P. Online verfügbar unter <https://www.bloomberg.com/profile/company/0009276D:US>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- BMBF (2021): Agentur für Sprunginnovationen. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/agentur-fuer-sprunginnovationen/agentur-fuer-sprunginnovationen_node.html, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- BMG (2021a): Corona-Warn-App. Hg. v. Bundesministerium für Gesundheit. Online verfügbar unter <https://www.zusammengegencorona.de/informieren/corona-warn-app/>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- BMG (2021b): Das E-Rezept kommt! Bundesgesundheitsministerium. Online verfügbar unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/e-rezept.html>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- BMG (2021c): Seltene Erkrankungen. BMG. Online verfügbar unter <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/gesundheitsgefahren/seltene-erkrankungen.html>, zuletzt geprüft am 14.11.2021.
- Bogner, Alexander; Littig, Beate; Menz, Wolfgang (2002): Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Borsch, Julia (2018): Amazon bringt stillschweigend OTC-Eigenmarke auf den Markt. Hg. v. DAZ.online. Online verfügbar unter <https://www.deutsche-apotheker-zeitung.de/news/artikel/2018/02/23/amazon-bringt-stillschweigend-otc-eigenmarke-auf-den-markt>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Böttlinger, Erwin; Weiß, Christian-Cornelius (2019): Plattformtechnologien für das Gesundheitswesen von morgen. In: Jens Baas (Hg.): *Zukunft der Gesundheit. vernetzt, digital, menschlich*. Berlin: MWV Medizinische Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 27–39.

- Bradbury, Danny (2020): Delivery by Drone: From Novelty to Necessity in Times of Change. Drones are already delivering critical drugs, Walmart orders, and pizza. In the next 20 years, they'll change entire cities. Learn how shifting regulations and advances in technology will enable change. Hg. v. Dell Technologies. Online verfügbar unter <https://www.delltechnologies.com/en-us/perspectives/delivery-by-drone-from-novelty-to-necessity-in-times-of-change/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Braun, Matthias; Hummel, Patrik; Beck, Susanne; Dabrock, Peter (2021): Primer on an ethics of AI-based decision support systems in the clinic. In: *Journal of medical ethics* (47), e3. DOI: 10.1136/medethics-2019-105860.
- Breezie (2021a): Breezie | An open platform that enables senior care providers to deliver care and services through a simple and personalized tablet interface. Online verfügbar unter <https://www.breezie.com/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Breezie (2021b): Our partners. Online verfügbar unter <https://www.breezie.com/about-us/our-partners/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Brey, Phillip; Brandt, Dainow (2020): Ethics by Design and Ethics of Use in AI and Robotics. Online verfügbar unter https://sienna-project.eu/digitalAssets/915/c_915554-1_1-k_sienna-ethics-by-design-and-ethics-of-use.pdf, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- Brey, Phillip; Lundgren, Björn; Macnish, Kevin; Ryan, Mark (2021): D3.2 Guidelines for the development and the use of SIS. Shaping the Ethical Dimensions of Smart Information Systems – a European Perspective (SHERPA). Online verfügbar unter https://figshare.com/articles/online_resource/D3_2_Guidelines_for_the_development_and_the_use_of_SIS/11316833, zuletzt geprüft am 14.10.2021.
- Bright.md (27.05.2020): Bright.md Brings in Strategic Investors as It Closes Oversubscribed \$16.7 Million Series C Round. Portland (USA). Kerker, Kara; Maloney, Theresa, kara@bright.md. Online verfügbar unter <https://bright.md/press-releases/bright-md-brings-in-strategic-investors-as-it-closes-oversubscribed-16-7-million-series-c-round/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Brod, Craig (1984): *The Human Cost of the Computer Revolution*. AddisonWesley Publishing Company, Reading. Online verfügbar unter <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/089443938600400428>, zuletzt geprüft am 11.10.2021.
- Bruno, Paul G. (2019): New Playground: Crowdfunded Healthcare. Hg. v. LinkedIn. Online verfügbar unter <https://www.linkedin.com/pulse/china-techs-new-playground-crowdfunded-healthcare-bruno-paul-gargerle>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Bruynseels, Koen; Santoni de Sio, Filippo; van den Hoven, Jeroen (2018): Digital Twins in Health Care: Ethical Implications of an Emerging Engineering Paradigm. In: *Frontiers in genetics* 9, S. 31. DOI: 10.3389/fgene.2018.00031.
- Buisan, Rebecca (2017): The rise of the health cloud – Watson Health Perspectives. Hg. v. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/rise-health-cloud/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Bundesärztekammer (2020a): Beschluss der Bundesärztekammer über die Stellungnahme „Präzisionsmedizin: Bewertung unter medizinisch-wissenschaftlichen und ökonomischen Gesichtspunkten“. In: *Deutsches Ärzteblatt Online*. DOI: 10.3238/baek_sn_praezision_2020.
- Bundesärztekammer (2020b): Präzisionsmedizin: Bewertung unter medizinisch-wissenschaftlichen und ökonomischen Aspekten. In: *Deutsches Ärzteblatt* 117 (22–23). Online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/download.asp?id=25706>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Business Insider Intelligence (2018): Digital health briefing: Alibaba doubles down on AI for healthcare – Doctors fret over online reviews – Digital health investments hit record high. Business Insider Intelligence. Unter Mitarbeit von Nicky Lineaweaver. Hg. v. Insider Inc. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.com/digital-health-briefing-alibaba-doubles-down-on-ai-for-healthcare-providers-fret-over-online-reviews-digital-health-investments-hit-record-high-2018-5?r=DE&IR=T>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Business Wire (2020): Juniper Research: Number of Voice Assistant Devices in Use to Overtake World Population by 2024, Reaching 8.4bn, Led by Smartphones. Online verfügbar unter <https://www.businesswire.com/news/home/20200427005609/en/Juniper-Research-Number-Voice-Assistant-Devices-Overtake>, zuletzt geprüft am 17.02.2022.
- Business Wire (2021): Alibaba Group Announces March Quarter and Full Fiscal Year 2021 Results. Hg. v. Business Wire. Online verfügbar unter <https://www.businesswire.com/news/home/20210513005533/en/Alibaba-Group-Announces-March-Quarter-and-Full-Fiscal-Year-2021-Results>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- BWH (2021): Apple Heart and Movement Study. Boston's Brigham and Women's Hospital. Online verfügbar unter <http://www.bwhresearch.org/appleheartandmovementstudy/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Calbitza, Federico; Rasoini, Raffaele; Gensini, Gian Franco (2017): Unintended Consequences of Machine Learning in Medicine. In: *JAMA* 318 (6), S. 517–518. DOI: 10.1001/jama.2017.7797.

- Cain, Claire (2015): When Algorithms Discriminate. In: *The New York Times*, 09.07.2015. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2015/07/10/upshot/when-algorithms-discriminate.html>, zuletzt geprüft am 11.10.2021.
- Calico (23.03.2017): C4 Therapeutics and Calico Enter Strategic Partnership to Discover Novel Therapeutics Based on Targeted Protein Degradation. Online verfügbar unter <https://www.calicolabs.com/press/c4-therapeutics-and-calico-enter-strategic-partnership-to-discover-novel-therapeutics-based-on-targeted-protein-degradation>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Calico (2021): Mission and Values. Calico Life Sciences LLC. Online verfügbar unter <https://www.calicolabs.com/mission-and-values>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Calico (27.07.2021): AbbVie and Calico Announce Second Extension of Collaboration Focused on Aging and Age-Related Diseases. Online verfügbar unter <https://www.calicolabs.com/press/abbvie-and-calico-announce-second-extension-of-collaboration-focused-on-aging-and-age-related-diseases>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Callaway, Ewen (2020): ‚It will change everything‘: DeepMind’s AI makes gigantic leap in solving protein structures. In: *Nature* 588 (7837), S.203–204. DOI: 10.1038/d41586-020-03348-4.
- Canales, Katie (2021): Facebook, now Meta, has to avoid Google’s Alphabet failures. Business Insider. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.com/facebook-meta-metaverse-google-alphabet-moonshot-projects-2021-11>, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Canalys (2021): Global cloud services spend hits record US\$49.4 billion in Q3 2021. Hg. v. Canalys. Online verfügbar unter <https://www.canalys.com/newsroom/global-cloud-services-q3-2021>, zuletzt aktualisiert am 09.12.2021, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Carter, Ian (2016): Positive and Negative Liberty. Hg. v. Stanford Encyclopedia of Philosophy. The Metaphysics Research Lab, Department of Philosophy. Online verfügbar unter <https://plato.stanford.edu/entries/liberty-positive-negative/>, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- Caruana, Rich; Lou, Yin; Gehrke, Johannes; Koch, Paul; Sturm, Marc; Elhadad, Noémie (2015): Intelligible Models for HealthCare: Predicting Pneumonia Risk and Hospital 30-day Readmission. Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. Hg. v. Association for Computing Machinery. Online verfügbar unter https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2017/06/KDD2015FinalDraftIntelligibleModels4HealthCare_igt143e-caruanaA.pdf, zuletzt geprüft am 11.10.2021.
- Catley, Jonathan (2018): Will Google Duplex Soon Schedule Patients’ Appointments with Their Medical Providers? Hg. v. MDC News. Online verfügbar unter <https://www.mdconnectinc.com/medical-marketing-insights/google-duplex-schedule-patient-appointments>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- CB Insights (2021): The Big Tech Report: Investments, Acquisitions, & Key Themes. Hg. v. CB Insights. Online verfügbar unter https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights_Big-Tech-Investments-Acquisitions.pdf?utm_campaign=marketing_big-tech-investments-acquisitions_2021-05&utm_medium=email&_hsmi=125197326&_hsenc=p2ANqtz-9p9Y4XRhliM2Xn CfZsuMriveVb7MTuoyg9r9bQxqGfKYhrd3cj3POA95HeRsqXFfodIPEuict4Br7j0g101XJb2d3ci1Qr3NYYNrctN6Tk5E2Eds&utm_content=125197326&utm_source=hs_automation, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Ceze, Luis; Nivala, Jeff; Strauss, Karin (2019): Molecular digital data storage using DNA. In: *Nature reviews. Genetics* 20 (8), S.456–466. DOI: 10.1038/s41576-019-0125-3.
- Champeaux, David (2019): Amelia fühlt mit – Kognitive virtuelle Assistenten im Gesundheitswesen. In: Erwin Böttinger und Jasper zu Putlitz (Hg.): *Die Zukunft der Medizin. Disruptive Innovationen revolutionieren Medizin und Gesundheit*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S.169–185.
- Chandra, Swastika; Mohammadnezhad, Masoud; Ward, Paul (2018): Trust and Communication in a Doctor-Patient Relationship: A Literature Review. In: *Journal of Healthcare Communications* 03 (03). DOI: 10.4172/2472-1654.100146.
- Chapple, Craig (2020): Health & Fitness App Adoption Up Record 47% So Far in Q2 2020. Hg. v. SensorTower. Online verfügbar unter <https://sensortower.com/blog/health-and-fitness-app-record-download-growth>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Chen, Richard; Jankovic, Filip; Marinsek, Nikki; Foschini, Luca; Kourtis, Lampros; Signorini, Alessio, et al. (2019): Developing Measures of Cognitive Impairment in the Real World from Consumer-Grade Multimodal Sensor StreamS. In: *Apple Machine Learning Journal* (4–8), S.2145–2155. Online verfügbar unter <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3292500.3330690>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Choueiri, Peter; Hosseini, Morris; Kaltenbach, Thilo; Kleipass, Ulrich; Neumann, Karsten; Rong, Oliver (2020): Future of health 2. The rise of healthcare platforms. Hg. v. Roland Berger GmbH. München.
- Choueiri, Peter; Hosseini, Morris; Kaltenbach, Thilo; Neumann, Karsten; Rong, Oliver (2019): Future of Health. Eine Branche digitalisiert sich – radikaler als erwartet. Hg. v. Roland Berger GmbH. München.

- Clover Health (2021): Clover Health | A New Approach to Medicare Advantage. Online verfügbar unter <https://www.cloverhealth.com/en/about-us/about-clover>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- CMR Surgical (2021a): Home. CMR Surgical. Online verfügbar unter <https://cmrsurgical.com/de-de>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- CMR Surgical (2021b): CMR Surgical collaborates with Microsoft in a pioneering new trial for health data storage. CMR Surgical. Online verfügbar unter <https://cmrsurgical.com/news/cmr-collaborates-with-microsoft>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- CodeBaby (2020): Intelligent Virtual Assistants Increase the ‚Care‘ Side of Healthcare. Online verfügbar unter <https://codebaby.com/intelligent-virtual-assistants-increase-the-care-side-of-healthcare/>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- CodeBaby (2021): About the Company. Online verfügbar unter <https://codebaby.com/about/about-the-company/>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Collective Health (2021): About US. Online verfügbar unter <https://collectivehealth.com/about/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Constine, Josh (2014): Facebook’s \$2 Billion Acquisition Of Oculus Closes, Now Official. Hg. v. Techcrunch. Online verfügbar unter <https://techcrunch.com/2014/07/21/facebooks-acquisition-of-oculus-closes-now-official/?guccounter=1>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Contreras, Ivan; Vehi, Josep (2018): Artificial Intelligence for Diabetes Management and Decision Support: Literature Review. In: *Journal of medical Internet research* 20 (5), e10775. DOI: 10.2196/10775.
- Copeland, Rob (2019): Google’s ‚Project Nightingale‘ Gathers Personal Health Data on Millions of Americans. Hg. v. The Wallstreet Journal. Online verfügbar unter <https://www.wsj.com/articles/google-s-secret-project-nightingale-gathers-personal-health-data-on-millions-of-americans-11573496790>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Corindus (2020): What Is Robotic-assisted Intervention? Hg. v. Corindus. Online verfügbar unter <https://www.corindus.com/corpath-grx/what-is-robotic-assisted-intervention>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Cornejo Müller, Alejandro; Wachtler, Benjamin; Lampert, Thomas (2020): Digital Divide – Soziale Unterschiede in der Nutzung digitaler Gesundheitsangebote. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 63 (2), S. 185–191. DOI: 10.1007/s00103-019-03081-y.
- Couldry, Nick; Mejias, Ulises A. (2020): The Costs of Connection. Stanford, California: Stanford University Press.
- Council, Jared (2020): Intel, Health Institutions to Use Emerging AI Technique to Improve Tumor Detection. In: *The Wall Street Journal*, 11.05.2020. Online verfügbar unter <https://www.wsj.com/articles/intel-health-institutions-to-use-emerging-ai-technique-to-improve-tumor-detection-11589191200>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- Coupette, Jan (2014): Digitale Disruption erfordert Bewegung — das Internet of Everything. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 6(2), 20–29. In: *Wirtsch Inform Manag* 6 (2), S. 20–29. DOI: 10.1365/S35764-014-0398-4.
- COVID-19 HPC Consortium (2021): COVID-19 High Performance Computing Consortium. Online verfügbar unter <https://covid19-hpc-consortium.org/>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Crow, Diana (2017): Silicon Valley Meets Biomedical Research in the Chan Zuckerberg Initiative. In: *Cell* 169 (5), S. 767–769. DOI: 10.1016/j.cell.2017.05.013.
- Crunchbase (2021a): Clinicloud – Crunchbase Company Profile & Funding. Online verfügbar unter <https://www.crunchbase.com/organization/clinicloud>, zuletzt aktualisiert am 16.03.2021, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Crunchbase (2021b): Series A – Grail – 2016-01-12 – Crunchbase Funding Round Profile. Online verfügbar unter https://www.crunchbase.com/funding_round/grail-series-a--2cb3dfia, zuletzt aktualisiert am 18.03.2021, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Crunchbase (2021c): Siemens Healthineers – Funding, Financials, Valuation & Investors. Online verfügbar unter https://www.crunchbase.com/organization/siemens-healthcare/company_financials, zuletzt aktualisiert am 23.03.2021, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- CZ Biohub (2020): The new frontier. Hg. v. Chan Zuckerberg Biohub (CZ Biohub). Online verfügbar unter <https://www.czbiohub.org>, zuletzt aktualisiert am 05.12.2020, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- Damm, Kathrin; Kuhlmann, Alexander; Graf von der Schulenburg, J.-Matthias (2010): Der Gesundheitsmarkt 2015: Trends und Entwicklungen: Cuvillier Verlag.
- Dana-Farber Cancer Institute (27.04.2016): Dana-Farber and Fitbit partner to test if weight loss can prevent breast cancer recurrence. Dana-Farber Cancer Institute | Boston, MA. Boston (USA), media@dfci.harvard.edu. Online verfügbar unter <https://www.dana-farber.org/newsroom/news-releases/2016/dana-farber-and-fitbit-partner-to-test-if-weight-loss-can-prevent-breast-cancer-recurrence/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- Dana-Farber Cancer Institute (11.10.2016): Dana-Farber study testing the impact of weight loss on breast cancer recurrence. Dana-Farber Cancer Institute | Boston, MA. Boston (USA), media@dfci.harvard.edu. Online verfügbar unter <https://www.dana-farber.org/newsroom/news-releases/2016/dana-farber-study-testing-the-impact-of-weight-loss-on-breast-cancer-recurrence/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Daniels, Norman (1990): Equality of What: Welfare, Resources, or Capabilities? In: *Philosophy and Phenomenological Research* 50, S. 273–296. DOI: 10.2307/2108044.
- Datenethikkommission (2019): Gutachten der Datenethikkommission. Hg. v. Datenethikkommission der Bundesregierung (DEK). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/it-digitalpolitik/gutachten-datenethikkommission.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- de Vruhe, R.; Baeckelandt, E.R.F.; de Haan, J.M.H. (2013): Background Paper 6.19 Rare Diseases. WHO. Online verfügbar unter https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/BP6_19Rare.pdf, zuletzt geprüft am 14.11.2021.
- DEARhealth (18.07.2019): Philips, Vesalius Biocapital III, Health Innovations invest in DEARhealth, AI health tech start-up. Press Release. Amsterdam (NL). Korte, Katinka de, katinka.dekorte@dearhealth.com. Online verfügbar unter <https://dearhealth.com/philips-vesalius-biocapital-health-innovations-fund-dearhealth-seriesa/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- DeCew, Judith (2018): Privacy. Hg. v. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Online verfügbar unter <https://plato.stanford.edu/entries/privacy/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Decibel Therapeutics (2021): About US. Online verfügbar unter <https://www.decibeltx.com/about/>, zuletzt aktualisiert am 31.08.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- DeepMind (13.08.2018): A major milestone for the treatment of eye disease. Online verfügbar unter <https://deepmind.com/blog/article/moorfields-major-milestone>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- DeepMind (31.07.2019): Using AI to give doctors a 48-hour head start on life-threatening illness. Online verfügbar unter <https://deepmind.com/blog/article/predicting-patient-deterioration>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Desjardins, Jeff (2019): How the Tech Giants Make Their Billions. In: *Visual Capitalist*, 29.03.2019. Online verfügbar unter <https://www.visualcapitalist.com/how-tech-giants-make-billions/>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Deutscher Ethikrat (2013): Die Zukunft der genetischen Diagnostik – von der Forschung in die klinische Anwendung. Stellungnahme. Hg. v. Deutscher Ethikrat. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-zukunft-der-genetischen-diagnostik.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Deutscher Ethikrat (Hg.) (2016): Patientenwohl als ethischer Maßstab für das Krankenhaus. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-patientenwohl-als-ethischer-massstab-fuer-das-krankenhaus.pdf>, zuletzt geprüft am 21.11.2021.
- Deutscher Ethikrat (2017): Big Data und Gesundheit – Datensouveränität als informationelle Freiheitsgestaltung. Stellungnahme. Hg. v. Deutscher Ethikrat. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-big-data-und-gesundheit.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Deutscher Ethikrat (2018): Big Data und Gesundheit. Bericht über die öffentliche Befragung des Deutschen Ethikrates. Hg. v. Deutscher Ethikrat. Deutscher Ethikrat. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Studien/befragung-big-data-und-gesundheit.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- DHSC (2019): NHS health information available through Amazon's Alexa. Hg. v. GOV.UK. Department of Health and Social Care UK. Online verfügbar unter <https://www.gov.uk/government/news/nhs-health-information-available-through-amazon-s-alexa>, zuletzt aktualisiert am 10.07.2019, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Diamandis, P. H. (2015): How to Disrupt Yourself With Moonshot Thinking and Unholy Alliances. Hg. v. Singularity University. Online verfügbar unter <https://singularityhub.com/2015/06/08/how-to-disrupt-yourself-with-moonshot-thinking-and-unholy-alliances/>, zuletzt aktualisiert am 08.06.2015, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Dickinson, Hilary (2015): Digital avatar ‚Sophie‘ brings intelligence, compassion to interactions. Hg. v. BizTimes – Milwaukee Business News. Online verfügbar unter <https://biztimes.com/digital-avatar-sophie-brings-intelligence-compassion-to-interactions/>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Digital Finance (2020): Tencent's WeSure wades into life and wealth distribution. Online verfügbar unter <https://www.digfingroup.com/tencent-wesure/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Dill, Molly (2018): iDavatars winds down operations. Hg. v. BizTimes – Milwaukee Business News. Online verfügbar unter <https://biztimes.com/idavatars-winds-down-operations/>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.

- DKG (2019): Qualität und Patientensicherheit. Positionen der Deutschen Krankenhausgesellschaft. Hg. v. Deutsche Krankenhausgesellschaft e.V. Online verfügbar unter https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2_Themen/2.6._Qualitaet_Hygiene_und_Sicherheit/A_Qualitaet-Sicherheit_Positionen_919.pdf, zuletzt geprüft am 21.11.2021.
- DNAexus (2021): DNAexus. Online verfügbar unter <https://www.dnanexus.com/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Doctor On Demand (2021): About US. Online verfügbar unter <https://www.doctorondemand.com/about-us>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Dodge, Blake (2021): Amazon is launching its medical care business for its employees and other companies across the US. Hg. v. Business Insider. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.com/amazon-launches-its-telehealth-medical-service-nationally-2021-3?r=DE&IR=T>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Donner, Susanne (2020): Bioelektronik als neue medizinische Disziplin: Kleine Stromstöße mit heilsamer Wirkung. Hg. v. Der Tagesspiegel. Online verfügbar unter <https://www.tagesspiegel.de/wissen/bioelektronik-als-neue-medizinische-disziplin-kleine-stromstoesse-mit-heilsamer-wirkung/25774902.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Dow, Robert (2021): GPU shipments increase year-over-year in Q3. Hg. v. J. P.R. Jon Peddie Research. Online verfügbar unter <https://www.jonpeddie.com/press-releases/gpu-shipments-increase-year-over-year-in-q3>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Dow Jones & Company (14.04.2015): IBM und Apple wittern das große Geschäft mit medizinischen Daten. New York (USA). FinanzNachrichten.de. Online verfügbar unter <https://www.finanznachrichten.de/nachrichten-2015-04/33387024-ibm-und-apple-wittern-das-grosse-geschaeft-mit-medizinischen-daten-015.htm>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- dpa (2018): Verbraucherschützer warnen vor digitaler Zwei-Klassen-Medizin. In: *heise online*, 30.12.2018. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Verbraucherschuetzer-warnen-vor-digitaler-Zwei-Klassen-Medizin-4260023.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2021.
- Drechsler, Jörg; Jentsch, Nicola (2018): Synthetische Daten: Innovationspotential und gesellschaftliche Herausforderungen. Hg. v. Stiftung Neue Verantwortung. Online verfügbar unter <https://www.stiftung-nv.de/de/publikation/synthetische-daten-innovationspotential-und-gesellschaftliche-herausforderungen>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Droice Labs (2021): Solutions – Droice Hawk. Online verfügbar unter <https://www.droicelabs.com/solutions/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- eCaring (2020): eCaring | Modern Tools for In-Home Caregiving. Online verfügbar unter <https://ecaring.com/>, zuletzt aktualisiert am 29.10.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- EGE (2019): Future of Work, Future of Society. Hg. v. Generaldirektion Forschung und Innovation (Europäische Kommission). European Group on Ethics in Science and New Technologies. Online verfügbar unter <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9ee4fad5-eef7-11e9-a32c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-171499262>, zuletzt geprüft am 21.11.2021.
- Egert, Filip (2020): Amazon Pharmacy: bald auch in Deutschland? Hg. v. Remazing. Online verfügbar unter <https://remazing.eu/de/2020/12/14/amazon-pharmacy-der-deutschland-start-ist-nur-eine-frage-der-zeit/>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2021, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- EK (2014): Grünbuch über Mobile-Health-Dienste („mHealth“). Hg. v. Europäische Kommission. Europäische Kommission. Brüssel (BEL). Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ode99b25-c0af-11e3-86f9-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Ekman, Inger; Swedberg, Karl; Taft, Charles; Lindseth, Anders; Norberg, Astrid; Brink, Eva, et al. (2011): Person-Centered Care. Ready for Prime Time. In: *European Journal of Cardiovascular Nursing* 10 (4), S. 248–251, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Ennis, Dan; Pifer, Rebecca (2021): After Haven flop, JPMorgan Chase unveils solo healthcare venture. Healthcare Dive. Online verfügbar unter <https://www.healthcarediver.com/news/jpmorgan-healthcare-morgan-health/600606/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Entia (2021): Our Approach. Online verfügbar unter <https://www.entia.co/our-approach>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Erickson, Shari M.; Rockwern, Brooke; Koltov, Michelle; McLean, Robert M. (2017): Putting Patients First by Reducing Administrative Tasks in Health Care: A Position Paper of the American College of Physicians. In: *Ann Intern Med* 166 (9), S. 659–661. DOI: 10.7326/M16-2697.
- Erum, Ahmed (2020): Amazon's Halo can now be purchased by anyone—but it's late to the game. Hg. v. Business Insider. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.com/amazon-arrived-to-wearables-game-might-be-too-late-2020-12?r=DE&IR=T>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.

- Escott, Eban (2017): What are the 3 types of AI? A guide to narrow, general, and super artificial intelligence. Online verfügbar unter <https://codebots.com/artificial-intelligence/the-3-types-of-ai-is-the-third-even-possible>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2021, zuletzt geprüft am 19.10.2021.
- Estes, Greg (2017): Tencent to Deliver NVIDIA Deep Learning Institute AI Courses in China | NVIDIA Blog. Hg. v. NVIDIA. Online verfügbar unter <https://blogs.nvidia.com/blog/2017/09/25/tencent-leadtek-deep-learning-institute-china/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Europäische Kommission (Hg.) (2021): European Health Data Space. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/health/ehealth/dataspace_de, zuletzt geprüft am 21.11.2021.
- Europäische Kommission (21.04.2021): Neue Vorschriften für künstliche Intelligenz – Fragen und Antworten. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/QANDA_21_1683.
- Europäisches Parlament (2016): Draft Report with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics. Hg. v. Committee on Legal Affairs. Online verfügbar unter https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/JURI-PR-582443_EN.pdf, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- European Group on Ethics in Science and New Technologies (2021): Ethics of Genome Editing. Hg. v. Europäische Kommission. Generaldirektion Forschung und Innovation. Brüssel (BEL). Online verfügbar unter <https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/6d9879f7-8c55-11eb-b85c-01aa75ed71a1>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Evans, Bob (2020): Medical Moonshot: How Novartis and Microsoft Are Using AI to Reimagine Medicine. Hg. v. Cloud Wars. Online verfügbar unter <https://cloudwars.co/microsoft/medical-moonshot-how-novartis-and-microsoft-are-using-ai-to-reimagine-medicine/>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- EXPH (2019): Task Shifting and Health System Design. Hg. v. European Commission. Expert Panel on effective way of investing in Health (EXPH). Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/health/sites/default/files/expert_panel/docs/023_taskshifting_en.pdf, zuletzt geprüft am 11.10.2021.
- Facebook (2020): Why Preventive Health Matters. Online verfügbar unter <https://preventivehealth.facebook.com/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Facebook AI (2020a): Facebook AI Research. Online verfügbar unter <https://ai.facebook.com/research/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Facebook AI (2020b): Using AI to detect COVID-19 misinformation and exploitative content. Online verfügbar unter <https://ai.facebook.com/blog/using-ai-to-detect-covid-19-misinformation-and-exploitative-content/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Fanta, Alexander (2020): Update bei Google und Apple – Kontaktverfolgung soll bald auch ohne App klappen. Hg. v. netzpolitik.org. Online verfügbar unter <https://netzpolitik.org/2020/update-bei-google-und-apple-kontaktverfolgung-soll-bald-auch-ohne-app-klappen/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Farr, Christina (2017): Why Tencent is plowing tens of millions into American health tech start-ups. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2017/08/31/tencent-silicon-valleys-next-big-health-investor.html>, zuletzt aktualisiert am 31.08.2017, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Farr, Christina (2019a): Google sister-company Verily is teaming with big pharma on clinical trials. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2019/05/20/alphabet-verily-doing-clinical-trials-with-novartis-sanofi-pfizer.html>, zuletzt aktualisiert am 21.05.2019, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Farr, Christina (2019b): Tech giants have big ambitions in health, but do best when they stick to what they know. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2019/12/31/amazon-google-apple-and-other-giants-humbled-by-health-tech-failures.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Farr, Christina (2020): Healthy.io, Israeli maker of smartphone urinalysis tech, buys its largest U.S. rival. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2020/06/26/israels-healthyio-to-buy-inui-health-its-largest-us-competitor.html>, zuletzt aktualisiert am 26.06.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- fastMRI (2020): Accelerating MR Imaging with AI. Online verfügbar unter <https://fastmri.org/>, zuletzt aktualisiert am 05.11.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fauw, Jeffrey de; Ledsam, Joseph R.; Romera-Paredes, Bernardino; Nikolov, Stanislav; Tomasev, Nenad; Blackwell, Sam, et al. (2018): Clinically applicable deep learning for diagnosis and referral in retinal disease. In: *Nat Med* 24 (9), S. 1342–1350. DOI: 10.1038/s41591-018-0107-6.
- FAZ (2019): Jeder dritte Deutsche nutzt Sprachassistenten. In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 10.06.2019. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/digitec/jeder-dritte-deutsche-nutzt-sprachassistenten-16229830.html>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.

- Fernández, Clara Rodríguez (2018): Microsoft Joins Shire to Diagnose Rare Disease Much Faster. Labiotech.eu. Online verfügbar unter <https://www.labiotech.eu/trends-news/microsoft-shire-rare-disease/>, zuletzt aktualisiert am 20.02.2018, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Ferryman, Kadija; Winn, Robert A. (2018): Artificial intelligence can entrench disparities—here’s what we must do. In: *The Cancer Letter* 44 (43), Editorial. Online verfügbar unter https://cancerletter.com/the-cancer-letter/20181116_1/, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Figueroa, Josué (2018): Failure Bonuses: Incentives for a Moonshot Factory. University Princeton, New Jersey (USA). Online verfügbar unter <https://scholar.princeton.edu/sites/default/files/josuefigueroa/files/failurebonuses.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Finch, Sarah (2018): Tencent Enters Healthcare In China. Hg. v. Disruption Hub. Online verfügbar unter <https://disruptionhub.com/tencent-enters-healthcare-in-china/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fitplan (2020): Official Announcement: Fitplan Partners with Samsung TV to Bring World Class Fitness Training To Your Home. Fitplan Blog. Online verfügbar unter <https://blog.fitplanapp.com/fitplan-partners-with-samsung-tv/>, zuletzt aktualisiert am 27.05.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Flatiron Health (2021): About US. Online verfügbar unter <https://flatiron.com/about-us/>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Flores, Mauricio; Glusman, Gustavo; Brogaard, Kristin; Price, Nathan D.; Hood, Leroy (2013): P4 medicine: how systems medicine will transform the healthcare sector and society. In: *Personalized Medicine* 10 (6), S. 565–576. DOI: 10.2217/pme.13.57.
- Floridi, Luciano; Cowls, Josh; Beltrametti, Monica; Chatila, Raja; Chazerand, Patrice; Dignum, Virginia, et al. (2018): AI4People. An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations. In: *Minds and Machines* 28, S. 689–707. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11023-018-9482-5>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Flumignan, Carolina Dutra Queiroz; Da Rocha, Aline Pereira; Pinto, Ana Carolina Pereira Nunes; Milby, Keilla Machado Martins; Batista, Mayara Rodrigues; Atallah, Álvaro Nagib; Saconato, Humberto (2019): What do Cochrane systematic reviews say about telemedicine for healthcare? In: *Sao Paulo Medical Journal (Revista Paulista de Medicina)* 137 (2), S. 184–192. Online verfügbar unter <https://www.scielo.br/j/spmj/a/9MZ3S3zvY6CRpT53wSmFP6n/?lang=en>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Forkast.News (2020): How Baidu, Alibaba And Tencent Aim To Disrupt Chinese Health Care. In: *Forkast News*, 27.01.2020. Online verfügbar unter <https://forkast.news/baidu-alibaba-tencent-china-health-care-blo/>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Fortune Business Insights (2021): Blockchain Market to Exhibit a CAGR of 55.8% by 2028 Backed by Increasing Adoption of this Technology to Control Data Theft Activities, Foresees, Fortune Business Insights™. Hg. v. Global News Wire. Online verfügbar unter <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/09/13/2295564/0/en/Blockchain-Market-to-Exhibit-a-CAGR-of-55-8-by-2028-Backed-by-Increasing-Adoption-of-this-Technology-to-Control-Data-Theft-Activities-Foresees-Fortune-Business-Insights.html>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Fortune Business Insights (2022): mHealth Apps Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, by App Type (Disease & Treatment Management, Wellness Management, Others), by Application (Monitoring Services, Fitness Solutions, Diagnostic Services, Treatment Services, Others), by Market Place (Google Play Store, Apple App Store, Others), and Regional Forecast, 2021–2028. Hg. v. Fortune Business Insights. Online verfügbar unter <https://www.fortunebusinessinsights.com/mhealth-apps-market-102020>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Frank, Mayra (2021): Neues Accelerator-Programm für europäische Startups aus den Bereichen Gesundheit, Fitness und Wellbeing. In: *Google*, 17.06.2021. Online verfügbar unter <https://blog.google/intl/de-de/unternehmen/inside-google/google-for-startups-accelerator-europe-healthtech-2021/>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Fraunhofer Institut (2022): Fed-DART – Distributed Analytics Runtime for Federated Learning. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM. Online verfügbar unter https://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/hpc/produkte-und-leistungen/dart_distributed_analytics_runtime.html, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Fred Hutch (11.07.2016): Microsoft CEO Satya Nadella and other tech, business leaders join Hutch board of trustees. Seattle (USA). Briggs, Bill. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/news/center-news/2016/07/microsoft-satya-nadella-tech-business-leaders-fred-hutch-board.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fred Hutch (09.07.2019): Fred Hutch adds senior leaders from Celgene and Amazon to board of trustees. Seattle (USA). Kim, Tom, tomkim@fredhutch.org. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/news/releases/2019/07/fred-hutch-adds-senior-leaders-celgene-amazon-to-board.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.

- Fred Hutch (17.04.2020): Fred Hutch launches new COVID-19 volunteer study. Seattle (USA). Kim, Tom, tomkim@fredhutch.org. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/news/releases/2020/04/fred-hutch-launches-new-covid-19-volunteer-study.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fred Hutch (2021a): Cascadia Data Alliance. Hg. v. Fred Hutchinson Cancer Research Center. Fred Hutchinson Cancer Research Center. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/about/about-the-hutch/institutional-partners-collaborations/cascadia-data-alliance.html>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fred Hutch (2021b): Mission & Values. Hg. v. Fred Hutchinson Cancer Research Center. Fred Hutchinson Cancer Research Center. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/about/about-the-hutch/mission-values.html>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Fred Hutch News Service (29.01.2021): Collaborating for cures: New initiative helps cancer data cross borders. Seattle (USA), communications@fredhutch.org. Online verfügbar unter <https://www.fredhutch.org/en/news/center-news/2020/01/cascadia-data-discovery-initiative-microsoft.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Friele, Minou; Bröckerhoff, Peter; Fröhlich, Wiebke; Spiecker Genannt Döhmman, Indra; Woopen, Christiane (2020): Digitale Daten für eine effizientere Prävention: Ethische und rechtliche Überlegungen zu Potenzialen und Risiken. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 63 (6), S. 741–748. DOI: 10.1007/s00103-020-03147-2.
- Frommer, Dan (2010): Apple Buys Siri, a Mobile Assistant App, As War With Google Heats Up. Hg. v. Business Insider. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.com/apple-buys-siri-a-mobile-assistant-app-as-war-with-google-heats-up-2010-4?r=DE&IR=T>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Galer, Susan (2020): AI Is Top Game-Changing Technology In Healthcare Industry. Hg. v. Forbes. SAP. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/sap/2020/02/19/ai-is-top-game-changing-technology-in-healthcare-industry/?sh=12c05a575930>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Gehm, Florian (2020): Sprachassistenten: So viele Deutsche vertrauen schon Alexa, Siri und Co. In: *WELT*, 28.06.2020. Online verfügbar unter <https://www.welt.de/wirtschaft/article210505159/Sprachassistenten-So-viele-Deutsche-vertrauen-schon-Alexa-Siri-und-Co.html>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Gesundheitsberichterstattung des Bundes (Hg.) (2021): Medizintechnik. Online verfügbar unter https://www.gbe-bund.de/gbe/abrechnung.prc_abr_test_logon?p_uid=gast&p_aid=0&p_knoten=FID&p_sprache=D&p_suchstring=9400, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- GHA (2021): GHA-Profil. Hg. v. Initiative des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI). German Health Alliance. Online verfügbar unter <https://gha.health/gha-profile-gha-history/>, zuletzt aktualisiert am 04.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Gianfrancesco, Milena A.; Tamang, Suzanne; Yazdany, Jinoos; Schmajuk, Gabriela (2018): Potential Biases in Machine Learning Algorithms Using Electronic Health Record Data. In: *JAMA Intern Med* 178 (11), S.1544–1547. DOI: 10.1001/jamainternmed.2018.3763.
- GitHub (2019): Azure/Health-Data-and-AI-Blueprint. Online verfügbar unter <https://github.com/Azure/Health-Data-and-AI-Blueprint>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- GlaxoSmithKline (02.04.2019): GSK Consumer Healthcare Signed Joint Business Plan with Ali Health to Outline the Blueprint of Consumer Healthcare E-commerce | GSK English. Hangzhou (CN). Online verfügbar unter <https://www.gsk-china.com/en-gb/media/press-releases/2019/gsk-consumer-healthcare-signed-joint-business-plan-with-ali-health-to-outline-the-blueprint-of-consumer-healthcare-e-commerce/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Global Commission on Rare Disease (2019): Ending the Diagnostic Odyssey for Children with a Rare Disease. Global Commission on Rare Disease. Online verfügbar unter <https://www.globalrarediseasecommission.com/Report>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Global Genes (2021): RareStone and Tencent Collaborate on Service Ecosystem Focused on Rare Disease Patients in China. Global Genes. Online verfügbar unter <https://globalgenes.org/2021/07/27/rarestone-and-tencent-collaborate-on-service-ecosystem-focused-on-rare-disease-patients-in-china/>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Global Market Insights (Hg.) (2020): Blockchain Technology in Healthcare Market 2021-2027 Share Statistics. Hg. v. Global Market Insights Inc. Online verfügbar unter https://www.gminsights.com/industry-analysis/blockchain-technology-in-healthcare-market?utm_source=globenewswire.com&utm_medium=referral&utm_campaign=Paid_globenewswire, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Google (25.02.2021): Using artificial intelligence in breast cancer screening. Online verfügbar unter <https://blog.google/technology/health/artificial-intelligence-breast-cancer-screening/>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.

- Google Cloud (o.A.): Cloud Life Sciences. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/life-sciences>, zuletzt geprüft am 25.06.2021.
- Google Cloud (2021a): Cloud Healthcare API. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/healthcare-api>, zuletzt aktualisiert am 19.10.2021, zuletzt geprüft am 26.10.2021.
- Google Cloud (2021b): Cloud Natural Language. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/natural-language>, zuletzt aktualisiert am 04.10.2021, zuletzt geprüft am 26.10.2021.
- Google Cloud (2021c): suki-ai. Online verfügbar unter <https://console.cloud.google.com/marketplace/product/sukiai-public/suki-ai?pli=1>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Cloud (2021d): Apigee Health APIx. Online verfügbar unter <https://cloud.google.com/solutions/apigee-health-apix>, zuletzt aktualisiert am 13.10.2021, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- Google Glass (o.A.): Case Studies. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://www.google.com/glass/case-studies/>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Google Health (o.A. a): Care Studio: Clinical Software. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://health.google/for-clinicians/care-studio/>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Google Health (o.A. b): Google Health. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://health.google>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Health (o.A. c): Health Tech & Research Partners – Google Health. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://health.google/partners/>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2021, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Google Health (o.A. d): Healthcare research & technology advancements. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://health.google/health-research/>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2021, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Google Health (o.A. e): Using Artificial Intelligence in Ophthalmology. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://health.google/for-clinicians/ophthalmology/>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2021, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Google Health (2019): Meet David Feinberg, head of Google Health. In: *Google*, 17.06.2019. Online verfügbar unter <https://blog.google/technology/health/david-feinberg-google-health/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Google Health (2020): Postpartum depression self-assessment. Hg. v. Google. Online verfügbar unter https://landing.google.com/screener/postpartum-depression?source=website&campaign=website_launch_2020, zuletzt aktualisiert am 31.10.2021, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Google Play Store (2021a): Google Fit: Gesundheits- und Aktivitätstracking. Online verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.fitness&hl=de&gl=US>, zuletzt aktualisiert am 17.03.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Play Store (2021b): Google Health Studies. Apps on Google Play. Hg. v. Google LLC. Google Play Store. Mountain View, USA. Online verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.health.research.studies&hl=en&gl=US>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Play Store (2021c): Huawei Health. Apps bei Google Play. Online verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.huawei.health&hl=de&gl=US>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Play Store (2021d): Samsung Health. Apps bei Google Play. Online verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sec.android.app.shealth&hl=de&gl=US>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Play Store (2021e): Wear OS by Google. Online verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.wearable.app&hl=de&gl=US>, zuletzt aktualisiert am 09.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Google Research (o.A.): Health & Bioscience. Hg. v. Google. Online verfügbar unter <https://research.google/research-areas/health-bioscience/>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Google Store (2021): Nest Hub (2. Generation). Online verfügbar unter https://store.google.com/de/product/nest_hub_2nd_gen?hl=de#footnote:subscription_req, zuletzt aktualisiert am 26.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- GoogleWatchBlog (2021): Smartphone-Marktanteile: Xiaomi überholt Samsung – ist erstmals größter Smartphone-Hersteller weltweit – GWB. Online verfügbar unter <https://www.googlewatchblog.de/2021/08/smartphone-marktanteile-xiaomi-samsung-global/>, zuletzt aktualisiert am 10.08.2021, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Gordon, Mitchell L.; Gatys, Leon; Guestrin, Carlos; Bigham, Jeffrey P.; Trister, Andrew; Patel, Kayur (2019): App Usage Predicts Cognitive Ability in Older Adults. Online verfügbar unter <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3290605.3300398>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Goulding, Charles (2020): Amazon Drones, Prescription Drugs, And 3D Printing. Hg. v. Fabbaloo. Online verfügbar unter <https://www.fabbaloo.com/news/amazon-drones-prescription-drugs-and-3d-printing>, zuletzt aktualisiert am 03.12.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.

- Graham, Michelle M.; James, Matthew T.; Spertus, John A. (2018): Decision Support Tools: Realizing the Potential to Improve Quality of Care. In: *The Canadian journal of cardiology* 34 (7), S. 821–826. Online verfügbar unter <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0828282X18302125?token=9E3B672DB2104B78973A0D8FDAF4E77F32CCCF837F706A9A19FC03EE1DBC0C6D5A9F1F7F06116CA2205CB76F57FABF59&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211104170302>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Graïl, Inc. (2017): GRAIL Closes Over \$900 Million Initial Investment in Series B Financing to Develop Blood Tests to Detect Cancer Early. In: *GlobeNewswire*, 01.03.2017. Online verfügbar unter <https://www.globenewswire.com/news-release/2017/03/01/929515/0/en/GRAIL-Closes-Over-900-Million-Initial-Investment-in-Series-B-Financing-to-Develop-Blood-Tests-to-Detect-Cancer-Early.html>, zuletzt geprüft am 03.11.2021.
- Grand View Research (Hg.) (2021): GVR Report cover Intelligent Virtual Assistant Market Size, Share & Trends Report Intelligent Virtual Assistant Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Chatbot, Smart Speakers), By Technology (Automatic Speech Recognition, Text to Speech), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2021–2028. Online verfügbar unter <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/intelligent-virtual-assistant-industry>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- GSK (2021a): Our mission. Hg. v. GlaxoSmithKline. Online verfügbar unter <https://www.gsk-china.com/en-gb/about-us/our-mission/>, zuletzt aktualisiert am 17.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- GSK (2021b): Pharmaceuticals. Hg. v. GlaxoSmithKline. Online verfügbar unter <https://www.gsk.com/en-gb/about-us/pharmaceuticals/>, zuletzt aktualisiert am 17.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Gulshan, Varun; Peng, Lily; Coram, Marc; Stumpe, Martin C.; Wu, Derek; Narayanaswamy, Arunachalam, et al. (2016): Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Detection of Diabetic Retinopathy in Retinal Fundus Photographs. In: *JAMA* 316 (22), S. 2402–2410. Online verfügbar unter <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2588763>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Gurovich, Yaron; Hanani, Yair; Bar, Omri; Nadav, Guy; Fleischer, Nicole; Gelbman, Dekel, et al. (2019): Identifying facial phenotypes of genetic disorders using deep learning. In: *Nature medicine* 25 (1), S. 60–64. Online verfügbar unter <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0279-0>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Gushurst, Klaus-Peter; Burkhart, Michael; Schwieters, Norbert (2018): New Entrants – New Rivals. How Germany’s top companies are creating a new industry world. Hg. v. PricewaterhouseCoopers GmbH (PWC). Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/industrielle-produktion/pwc-studie-new-entrants-new-rivals-2018.pdf>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Haas, Peter (2017): Elektronische Patientenakten. Ein-richtungsübergreifende Elektronische Patientenakten als Basis für integrierte patientenzentrierte Behandlungsmanagement-Plattformen. Hg. v. Bertelsmann Stiftung. Online verfügbar unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/elektronische-patientenakten/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Hackett, Mallory (2021): Collective Health scores \$280M to scale employer health benefits platform. Hg. v. MobiHealthNews. Online verfügbar unter <https://www.mobihealthnews.com/news/collective-health-scores-280m-scale-employer-health-benefits-platform>, zuletzt aktualisiert am 04.05.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Haegerich, Sophia (2018): Wie KI die moderne Medizin revolutionieren wird. Hg. v. SAP. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/germany/2018/01/ki-medizin-revolution/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hahn, Horst; Schreiber, Andreas (2018): E-Health. Potenziale der digitalen Transformation in der Medizin. In: Reimund Neugebauer (Hg.): *Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wirtschaft & Gesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 321–345.
- Haigh, Thomas (2018): Hey Google, what’s a moonshot? In: *Commun. ACM* 62 (1), S. 24–30. DOI: 10.1145/3292519.
- Halabi, Abdul Hamid (2017): At GTC, Taking the Temperature of How AI Is Transforming Healthcare. Hg. v. NVIDIA. Online verfügbar unter <https://blogs.nvidia.com/blog/2017/05/03/healthcare-at-gtc/>, zuletzt aktualisiert am 01.12.2018, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hale, Conor (2018): Secret Amazon research unit developing health tech with Fred Hutch: report. Hg. v. Fierce Biotech. Online verfügbar unter <https://www.fiercebiotech.com/biotech/secret-amazon-research-unit-developing-health-tech-fred-hutch-report>, zuletzt aktualisiert am 05.06.2018, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Handelsblatt (Hg.) (2018): Gesundheitskonzern: Philips kooperiert mit deutschen Kliniken. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/gesundheitskonzern-philips-kooperiert-mit-deutschen-kliniken/22658604.html>, zuletzt aktualisiert am 07.06.2018, zuletzt geprüft am 08.09.2021.

- Handelsblatt (2021): EU-Gericht soll über Kartellamtsvorgehen gegen Facebook entscheiden. Der Konzern darf Daten von Nutzern aus verschiedenen Quellen nicht in einer großen Datenbank zusammenführen, sagt das Kartellamt. Facebook will sich das nicht gefallen lassen. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/prozess-eu-gericht-soll-ueber-kartellamtsvorgehen-gegen-facebook-entscheiden/27035086.html?ticket=ST-1187430-gB6f5gof107MRHkqvJ0C-ap6>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Hänisch, Till (2016): Sind die Daten sicher, Privacy gestern, heute, morgen. In: Volker P. Andelfinger und Till Hänisch (Hg.): *eHealth. Wie Smartphones, Apps und Wearables die Gesundheitsversorgung verändern werden*. 1. Aufl. 2016. Wiesbaden: Springer Gabler, 17–23.
- Hansen, Matt (2020): Testing a PR2 Robot in a simulated Hospital World | Amazon Web Services. Amazon Web Services. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/blogs/robotics/hospital-world-simulating-robot/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Hardt, Wolfgang (2021): KBV warnt vor einer digitalen Zwei-Klassen-Gesellschaft. In: *Dtsch Dermatolog* 69 (6), S. 470–473. DOI: 10.1007/s15011-021-4637-8.
- Harvard T.H. Chan (2021): Apple Women's Health Study. Online verfügbar unter <https://www.hsph.harvard.edu/applewomenshealthstudy/>, zuletzt aktualisiert am 16.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hassoon, Ahmed; Baig, Yasmin; Naimann, Daniel; Celentano, David; Lansey, Dina; Stearns, Vered, et al. (2020): Abstract 54: Addressing Cardiovascular Health Using Artificial Intelligence: Randomized Clinical Trial to Increase Physical Activity in Cancer Survivors Using Intelligent Voice Assist (Amazon Alexa) for Patient Coaching. In: *Circulation* 141 (Suppl_1; 54), S. 141. DOI: 10.1161/circ.141.suppl_1.54.
- Hassoon, Ahmed; Schrack, Jennifer; Naiman, Daniel; Lansey, Dina; Baig, Yasmin; Stearns, Vered, et al. (2018): Increasing Physical Activity Amongst Overweight and Obese Cancer Survivors Using an Alexa-Based Intelligent Agent for Patient Coaching: Protocol for the Physical Activity by Technology Help (PATH) Trial. In: *JMIR Research Protocols* 7 (2), 1–10. Online verfügbar unter <https://www.researchprotocols.org/2018/2/e27/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Hauff, Volker (Hg.) (1987): *Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung*. 1. Aufl. Greven.
- Hawkes, Nigel (2016): NHS data sharing deal with Google prompts concern. In: *BMJ (Clinical research ed.)* 353, i2573. DOI: 10.1136/bmj.i2573.
- Healthcare Global (2021): Intel and Google Cloud join project to improve health in US. Hg. v. BizClik Media. Online verfügbar unter <https://healthcareglobal.com/technology-and-ai-3/intel-and-google-cloud-join-project-improve-health-us>, zuletzt geprüft am 13.11.2021.
- Hecking, Mirjam (2019): Alexa-Dienste für den Gesundheitsmarkt: Darum drängt Amazon ins Krankenzimmer. Hg. v. Manager Magazin. Online verfügbar unter <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/handel/amazon-alexa-draengt-ins-krankenzimmer-a-1261796.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Heimlich, Benjamin (2021): Oscar Health: Versicherer stolpert an die Börse. Hg. v. Der Aktionär. Online verfügbar unter <https://www.deraktioner.de/artikel/aktien/oscar-health-versicherer-stolpert-an-die-boerse-20226834.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Heinze, Thomas (1987): *Qualitative Sozialforschung. Erfahrungen, Probleme und Perspektiven*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (WV studium, 144).
- Heinze, Thomas; Klusemann, Hans-Werner (1979): Ein biographisches Interview als Zugang zu einer Bildungsgeschichte. In: Dieter Baacke und Theodor Schulze (Hg.): *Aus Geschichten lernen*. München: Juventa, S. 182–225.
- Heinze, Thomas; Klusemann, Hans-Werner (1980): Versuch einer sozialwissenschaftlichen Paraphrasierung am Beispiel des Ausschnittes einer Bildungsgeschichte. In: Thomas Heinze (Hg.): *Interpretation einer Bildungsgeschichte. Überlegungen zur sozialwissenschaftlichen Hermeneutik*. Bensheim: Päd. extra, S. 97–152.
- Heming, Tristan (2021): Apple zahlt Tech-Talenten bis zu 180.000 Dollar fürs Bleiben. In: *Handelsblatt*, 29.12.2021. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/tech-branche-kampf-um-tech-talente-apple-zahlt-entwicklern-bis-zu-180-000-dollar-fuers-bleiben/27931792.html?ticket=ST-2481699-xcIL49IUcEQ7hoJ5msdS-ap5>, zuletzt geprüft am 20.01.2022.
- Hemmerdinger, Jon (2020): Alphabet's Wing division advances unmanned air traffic system. Hg. v. FlightGlobal. Online verfügbar unter <https://www.flightglobal.com/systems-and-interiors/alphabets-wing-division-advances-unmanned-air-traffic-system/140326.article>, zuletzt aktualisiert am 25.09.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Henderson, Peter; Hu, Jieru; Romoff, Joshua; Brunskill, Emma; Jurafsky, Dan; Pineau, Joelle (2020): *Towards the Systematic Reporting of the Energy and Carbon Footprints of Machine Learning*. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/2002.05651.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

- Hern, Alex (2017): Google DeepMind 1.6m patient record deal ‚inappropriate‘. In: *The Guardian*, 16.05.2017. Online verfügbar unter <https://www.theguardian.com/technology/2017/may/16/google-deepmind-16m-patient-record-deal-inappropriate-data-guardian-royal-free>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Hern, Alex (2018): Google ‚betrays patient trust‘ with DeepMind Health move. Hg. v. The Guardian. Online verfügbar unter <https://www.theguardian.com/technology/2018/nov/14/google-betrays-patient-trust-deepmind-healthcare-move>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Heyen, Nils B. (2016): Digitale Selbstvermessung und Quantified Self. Potenziale, Risiken und Handlungsoptionen. Hg. v. Fraunhofer ISI. Karlsruhe. Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2016/Policy-Paper-Quantified-Self_Fraunhofer-ISI.pdf, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- High-Level Expert Group on AI (2021): Ethics guidelines for trustworthy AI. Online verfügbar unter <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>, zuletzt geprüft am 14.10.2021.
- Hightech-Forum (2021): zusammen.wachsen.gestalten. – Ergebnisbericht Hightech-Forum. Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Hightech-Strategie 2025. Hg. v. Hightech-Forum. Berlin. Online verfügbar unter https://www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hightech-forum_ergebnisbericht_2021.pdf, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- HIP (2018): Health Innovation Port. Hg. v. Health Innovation Port founded by Philips. Online verfügbar unter <https://www.healthinnovationport.de/>, zuletzt aktualisiert am 05.02.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hoff, Timothy (2011): Deskillung and adaptation among primary care physicians using two work innovations. In: *Health Care Management Review* 36 (4), S. 338–348. DOI: 10.1097/HMR.0b013e31821826a1.
- Hoffmann, Christian; Luch, Anika D.; Schulz, Sönke E.; Borchers, Kim Corinna (2015): Die digitale Dimension der Grundrechte. Das Grundgesetz im digitalen Zeitalter. 1. Aufl. Baden-Baden: Nomos (DIVSI-Perspektiven, 2).
- Holland, Martin (2016a): Allo: Googles intelligenter Messenger spricht jetzt Deutsch. Hg. v. heise online. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Allo-Googles-intelligenter-Messenger-spricht-jetzt-Deutsch-3356094.html>, zuletzt aktualisiert am 20.10.2016, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Holland, Taylor Mallory (2016b): The Ohio Masonic Home Uses Aging in Place Technology to Help Seniors Age Respectfully ... and Safely [CASE STUDY]. Hg. v. Samsung Insights. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2016/03/02/the-ohio-masonic-home-uses-aging-in-place-technology-to-help-seniors-age-respectfully-and-safely-case-study/>, zuletzt aktualisiert am 03.02.2016, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Holland, Taylor Mallory (2017): How Reemo Health Is Reinventing Wearable Technology for Seniors. Hg. v. Samsung Insights. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2017/09/12/how-reemo-health-is-reinventing-wearable-technology-for-seniors/>, zuletzt aktualisiert am 12.09.2017, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Holt, Kris (2020): Harvard and Sony built a tiny surgery robot inspired by origami. Engadget. Online verfügbar unter <https://www.engadget.com/wyss-sony-robotics-surgery-robot-mini-rcm-182317591.html>, zuletzt aktualisiert am 25.08.2020, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- HomeHero (30.06.2015): HomeHero Raises \$23 Million to Expand In-Home Senior Care to More Cities. Santa Monica (USA). Businesswire. Online verfügbar unter <https://www.businesswire.com/news/home/20150630005338/en/HomeHero-Raises-23-Million-to-Expand-In-Home-Senior-Care-to-More-Cities>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hood, Leroy (2013): Systems biology and p4 medicine: past, present, and future. In: *Rambam Maimonides medical journal* 4 (2), e0012. DOI: 10.5041/RMMJ.10112.
- Höpner, Axel (2020): Siemens Healthineers übernimmt Varian für 16,4 Milliarden Dollar. Hg. v. Handelsblatt. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/medizintechnik-siemens-healthineers-steuert-mit-milliardenuibernahme-auf-den-dax-zu/26058526.html?ticket=ST-5665739-2tVNvo50HEoYG4SAQHnF-ap4>, zuletzt aktualisiert am 02.08.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Horton, Neil (2020): Introductions: HealthKit, ResearchKit and CareKit. Hg. v. Kin + Carta Created. Online verfügbar unter <https://medium.com/kinandcartacreated/introductions-healthkit-researchkit-and-carekit-d72e2ac9ce2>, zuletzt aktualisiert am 03.04.2020, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Houlding, David (2018): Dive into blockchain for healthcare with the HIMSS blockchain webinar. Microsoft Azure. Online verfügbar unter <https://azure.microsoft.com/sv-se/blog/dive-into-blockchain-for-healthcare-with-the-himss-blockchain-webinar/>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.

- Huawei (15.04.2020): HUAWEI CLOUD and Multiple Research Institutions Jointly Launch a Visualized Drug Screening Platform for COVID-19 – HUAWEI CLOUD. Online verfügbar unter <https://www.huaweicloud.com/intl/en-us/news/20200415143924592.html>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Huawei (2021): Philips and Huawei: Just What the Doctor Ordered. Huawei. Online verfügbar unter https://e.huawei.com/en/publications/global/ict_insights/201708310903/medicine/201708311140, zuletzt geprüft am 14.11.2021.
- Huawei Cloud (2021a): Blockchain Service. Huawei Cloud. Online verfügbar unter <https://www.huaweicloud.com/intl/en-us/product/bcs.html>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Huawei Cloud (2021b): Fighting COVID-19 with Technology _HUAWEI CLOUD. Online verfügbar unter <https://activity.huaweicloud.com/intl/en-us/fight-covid-19.html>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Huawei Technologies Co., Ltd. (07.04.2020): Huawei Cloud: Fighting COVID-19 with Technology. Shenzhen (CN). Online verfügbar unter <https://www.huawei.com/en/news/2020/4/fighting-covid-19-with-technology>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Huckman, Robert S.; Lakhani, Karim R.; Myers, Kyle R. (2018): X: The Foghorn Decision. Hg. v. Harvard Business School. Online verfügbar unter <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=54400>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Huma (2021a): Huma | Redefining healthcare. Online verfügbar unter <https://huma.com/>, zuletzt aktualisiert am 05.03.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Huma (2021b): Remote patient monitoring in Germany. Online verfügbar unter <https://huma.com/rpm/de#form-section>, zuletzt aktualisiert am 05.03.2021, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Huma (2021c): Subsidiaries and Partners. Online verfügbar unter <https://huma.com/partners>, zuletzt aktualisiert am 29.10.2021, zuletzt geprüft am 30.10.2021.
- Hurtz, Simon (2019): Project Nightingale. 50 Millionen Patientendaten landen auf Googles Servern. Hg. v. Süddeutsche Zeitung. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/digital/google-project-nightingale-gesundheitsdaten-ascension-1.4681463-0#seite-2>, zuletzt aktualisiert am 13.11.2019, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Hütten, Felix (2019): Die große Zukunft. KI in der Medizin – Pro. In: *Süddeutsche Zeitung*, 06.12.2019. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/kuenstliche-intelligenz-medizin-1.4712637>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- IBC (2017): Report of the IBC on Big Data and Health. Hg. v. International Bioethics Committee. Online verfügbar unter <https://unescoblob.blob.core.windows.net/pdf/UploadCKEditor/REPORT%20OF%20THE%20IBC%20ON%20BIG%20DATA%20AND%20HEALTH%20%2015.09.17.pdf>, zuletzt geprüft am 20.11.2021.
- IBM (2020a): Blockchain in healthcare and life sciences industries. Now is the right time to build a blockchain ecosystem. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/blockchain/resources/healthcare/#section-8>, zuletzt aktualisiert am 08.12.2020, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- IBM (2020b): COVID-19-Antwortautomatisierung. Watson Assistant für Bürgerinnen und Bürger. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/de-de/watson/covid-response>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2020c): IBM Apple Partnership. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/services/apple-services>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- IBM (2020d): Mayo Clinic. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/case-studies/mayoclinic-healthcare-mq-appconnect>, zuletzt aktualisiert am 06.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- IBM (2020e): Patient Engagement – IBM Phytel. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/watson-health/about/phytel>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (28.04.2020): Universität Stuttgart und IBM treiben gemeinsam die KI-Forschung in Deutschland voran. Stuttgart (GER). Kieß, Michael, kiess@de.ibm.com. Online verfügbar unter <https://de.newsroom.ibm.com/announcements?item=122568>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2021a): AI Horizons Network – IBM Research. Online verfügbar unter <https://www.research.ibm.com/artificial-intelligence/horizons-network/>, zuletzt aktualisiert am 09.04.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2021b): Blockchain-Lösungen für Gesundheitswesen und Biowissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/de-de/blockchain/industries/healthcare>, zuletzt aktualisiert am 06.11.2021, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- IBM (2021c): IBM Blockchain-Services und -Beratung. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/de-de/blockchain/services>, zuletzt aktualisiert am 06.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- IBM (2021d): IBM Explorys Solutions. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/watson-health/about/explorys>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- IBM (2021e): Medical Sieve Radiology Grand Challenge. CXR Dataset. Online verfügbar unter https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group_subpage.php?id=10016, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2021f): Merge Healthcare | Watson Health. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/watson-health/about/merge-healthcare>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2021g): Truven Health Analytics. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/watson-health/about/truven-health-analytics>, zuletzt aktualisiert am 05.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IBM (2021h): Watson Health is smarter health. Hg. v. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/watson-health>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Ibrahim, Hussein; Liu, Xiaoxuan; Zariffa, Nevine; Morris, Andrew D.; Denniston, Alastair K. (2021): Health data poverty: an assailable barrier to equitable digital health care. In: *The Lancet Digital Health* 3 (4), e260–e265. Online verfügbar unter <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S25589750020303174?token=CB7B0AB743BD83DDABF7E12F29445650EB5CA64CD925149938744E7B20CC30F418BF94B3CE4937F21DA9011C5F8D164F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211104174309>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- iCarbonX (2021): Our Difference. Online verfügbar unter <https://www.icarbonx.com/en/about.html>, zuletzt aktualisiert am 19.02.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Idesia Biometrics (2021): Welcome. Online verfügbar unter <http://idesia-biometrics.com/>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Insel, Thomas R. (2017): Join the disruptors of health science. In: *Nature* 551 (7678), S. 23–26. DOI: 10.1038/551023a.
- Inside IT (2021): Samsung will über 200 Milliarden Dollar investieren. Hg. v. Inside IT. Online verfügbar unter <https://www.inside-it.ch/de/post/samsung-will-ueber-200-milliarden-dollar-investieren-20210824>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Intel (o. A.): Unraveling the Genetic Mystery of Disease. Intel. Online verfügbar unter <https://www.intel.com/content/www/us/en/customer-spotlight/stories/tgen-customer-story.html>, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Intel (2021): Robotics in Healthcare: The Future of Medical Care – Intel. Intel Corporation. Online verfügbar unter <https://www.intel.com/content/www/us/en/healthcare-it/robotics-in-healthcare.html>, zuletzt aktualisiert am 05.11.2021, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Intel Corporation (05.04.2012): Intel Capital and Catalyst Invest in Minha Vida, largest health and wellness portal in Brazil. Sao Paulo (BRA). Endeavor. Online verfügbar unter <https://endeavor.org/blog/in-the-news/press-release-intel-capital-and-endeavor-catalyst-invest-in-minha-vida-largest-health-and-wellness-portal-in-brazil/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Intel Corporation (2020a): Intel and Broad Institute Are Accelerating Genomics Research. Online verfügbar unter <https://www.intel.com/content/www/us/en/healthcare-it/solutions/genomics-broad-data.html>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Intel Corporation (2020b): Intel and GE Healthcare Partner to Advance AI in Medical Imaging. Online verfügbar unter <https://www.intel.com/content/www/us/en/customer-spotlight/stories/ge-healthcare-medical-imaging.html>, zuletzt aktualisiert am 25.11.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Intel Corporation (2021): Healthcare – Medical Imaging. Advanced Medical Imaging Technology and Devices. Online verfügbar unter <https://www.intel.com/content/www/us/en/healthcare-it/medical-imaging.html>, zuletzt aktualisiert am 14.04.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Iqbal, Mansoor (2021): WeChat Revenue and Usage Statistics (2021). Business of Apps. Online verfügbar unter <https://www.businessofapps.com/data/wechat-statistics/>, zuletzt aktualisiert am 15.11.2021, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- IRIS (2017): Diabetic Retinopathy Screening Solutions. Hg. v. Intelligent Retinal Imaging Systems. Online verfügbar unter <https://retinalscreenings.com/diabetic-retinopathy-screening-solutions>, zuletzt aktualisiert am 16.06.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- IRIS (2020): IRIS Selected as a Microsoft AI for Health Grantee. Hg. v. Intelligent Retinal Imaging Systems. Online verfügbar unter <https://retinalscreenings.com/news/press-releases/iris-selected-as-a-microsoft-ai-for-health-grantee>, zuletzt aktualisiert am 29.01.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- ITU (Hg.) (2021): AI for Good – Accelerating the United Nations Sustainable Development Goals. International Telecommunication Union. Online verfügbar unter <https://aiforgood.itu.int/>, zuletzt geprüft am 27.12.2021.
- Jakob, Tina (2019): Unternimmt Facebook genug gegen Falschinformationen? In: *Zweites Deutsches Fernsehen*, 24.05.2019. Online verfügbar unter <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/was-tut-facebook-gegen-falschinformationen-zdfcheck-100.html>, zuletzt geprüft am 06.11.2021.

- Jercich, Kat (2021): Apple scaling back employees – only virtual care app, says Insider. Healthcare IT News. Online verfügbar unter <https://www.healthcareitnews.com/news/apple-scaling-back-employees-only-virtual-care-app-says-insider>, zuletzt aktualisiert am 23.08.2021, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Jessen, F.; Bug, C. (Hg.) (2019): Disease Interception. Implikationen einer frühen Diagnose und Krankheitsunterbrechung für Medizin und Gesellschaft. Monitor Versorgungsforschung 2019. Bonn: eRelation AG – Content in Health. Online verfügbar unter <https://www.monitor-versorgungsforschung.de/DI/DI-Buch>, zuletzt geprüft am 20.01.2022.
- Jintronix (2020): Jintronix – Interactive technology for rehabilitation and senior care. Online verfügbar unter <https://jintronix.com/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Johnson, Khari (2020): Access Now resigns from Partnership on AI due to lack of change among tech companies. Hg. v. VentureBeat. Online verfügbar unter <https://venturebeat.com/2020/10/14/access-now-resigns-from-partnership-on-ai-due-to-lack-of-change-among-tech-companies/>, zuletzt aktualisiert am 15.10.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Jones, Cristina (2020): Meet „Watson,“ the AI Chatbot Answering Coronavirus Questions. Hg. v. The Atlantic. Online verfügbar unter <https://www.theatlantic.com/sponsored/salesforce-2020/IBM/3391/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Jung, Se Young; Kim, Jeong-Whun; Hwang, Hee; Lee, Keehyuck; Baek, Rong-Min; Lee, Ho-Young et al. (2019): Development of Comprehensive Personal Health Records Integrating Patient-Generated Health Data Directly From Samsung S-Health and Apple Health Apps: Retrospective Cross-Sectional Observational Study. In: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (5), e12691. Online verfügbar unter <https://mhealth.jmir.org/2019/5/e12691/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Juul, Kaspar (2019): Tech Giants all have their Eyes on Healthcare. How does it affect you? Hg. v. LEO Innovation Lab. Online verfügbar unter <https://leoinnovationlab.com/2019/03/07/tech-giants-all-have-their-eyes-on-healthcare-how-does-it-affect-you/>, zuletzt aktualisiert am 20.03.2019, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Kaiser, Robert (2014): Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Lehrbuch).
- Kalis, Brian; Collier, Matt; Fu, Richard (2018): 10 Promising AI Applications in Health Care. Hg. v. Harvard Business Review. Online verfügbar unter <https://hbr.org/2018/05/10-promising-ai-applications-in-health-care>, zuletzt aktualisiert am 20.01.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Kaplan, Warren; Wirtz, Veronika J.; Mantel-Teeuwisse, Aukje; Stolk, Pieter; Duthey, Béatrice; Laing, Richard (2013): Priority diseases and reasons for inclusion. Hg. v. WHO. Online verfügbar unter https://www.who.int/medicines/areas/priority_medicines/MasterDocJune28_FINAL_Web.pdf?ua=1, zuletzt geprüft am 14.11.2021.
- Kaste, Martin (2018): Facebook Increasingly Reliant on A.I. To Predict Suicide Risk. Hg. v. NPR. Online verfügbar unter <https://www.npr.org/2018/11/17/668408122/facebook-increasingly-reliant-on-a-i-to-predict-suicide-risk?t=1607186043321&t=1617960210475>, zuletzt aktualisiert am 17.11.2018, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Kaufman, Kenneth (2018): Faster, Bigger, and Broader: Healthcare Disruption in 2018. Hg. v. HFMA. Online verfügbar unter <https://www.hfma.org/topics/hfm/2018/january/57409.html>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Keane, John (2009): The life and death of democracy. 1. American ed. New York, NY: Norton.
- Kelly, Heather (2015): Facebook made its own Siri: Meet M. CNN Business. Online verfügbar unter <https://money.cnn.com/2015/08/26/technology/facebook-m-virtual-assistant/>, zuletzt aktualisiert am 26.08.2015, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Kenagy, John W.; Berwick, Donald M.; Shore, Miles F. (1999): Service Quality in Health Care. In: *JAMA* 281 (7), S. 661–665. Online verfügbar unter <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/188793>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Kennedy, Gregory D.; Tevis, Sarah E.; Kent, K. Craig (2014): Is there a relationship between patient satisfaction and favorable outcomes? In: *Annals of surgery* 260 (4), 592–8; discussion 598–600. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000932.
- Kerkmann, Christof (2018): Qualtrics: Das steckt hinter der größten SAP-Übernahme. Hg. v. Handelsblatt. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/it-medien/qualtrics-das-steckt-hinter-der-groessten-uebernahme-in-der-geschichte-von-sap/23624692.html?ticket=ST-2171943-YfwFehpfjAxnWP7JXWdA-ap2>, zuletzt aktualisiert am 12.11.2018, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Khan, Shamima; MacLean, Charles D.; Littenberg, Benjamin (2010): The effect of the Vermont Diabetes Information System on inpatient and emergency room use: results from a randomized trial. In: *Health outcomes research in medicine* 1 (1), e61–e66. DOI: 10.1016/j.ehrm.2010.03.002.
- Kim, Eugene; Farr, Christina (2017): Amazon has a secret health tech team called 1492 working on medical records, virtual doc visits. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2017/07/26/amazon-1492-secret-health-tech-project.html>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- Kim, Eugene; Farr, Christina (2018): Inside Amazon's Grand Challenge – a secretive lab working on cancer research and other ventures. In: *CNBC*, 05.06.2018. Online verfügbar unter <https://www.cnb.com/2018/06/05/amazon-grand-challenge-moonshot-lab-google-glass-creator-babak-parviz.html>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Kim, Jeong-Whun; Ryu, Borim; Cho, Seoyoon; Heo, Eunyong; Kim, Yoojung; Lee, Joongseek et al. (2019a): Impact of Personal Health Records and Wearables on Health Outcomes and Patient Response: Three-Arm Randomized Controlled Trial. In: *JMIR mHealth and uHealth* 7 (1), e12070. DOI: 10.2196/12070.
- Kim, Yoojung; Lee, Bongshin; Choe, Eun Kyoung (2019b): Investigating data accessibility of personal health apps. In: *Journal of the American Medical Informatics Association* : *JAMIA* 26 (5), S. 412–419. DOI: 10.1093/jamia/ocz003.
- Kindermann, Andrea; Lindemann, Sebastian (2018): „Philips ist heute schon eine Software-Data-Company“. Der Transformationsprozess der Royal Philips. In: Christian Gärtner und Christian Heinrich (Hg.): Fallstudien zur Digitalen Transformation. Case Studies für die Lehre und praktische Anwendung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 37–57.
- Kinestica (2021): Kinestica neurological rehabilitation stroke motivation – Kinestica – motivating neurological rehabilitation. Online verfügbar unter <http://www.kinestica.com/>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- King, Dominic (2019): DeepMind's health team joins Google Health. Hg. v. DeepMind. Online verfügbar unter <https://deepmind.com/blog/announcements/deepmind-health-joins-google-health>, zuletzt aktualisiert am 18.09.2019, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Klauber, Jürgen; Geraedts, Max; Friedrich, Jörg; Wasem, Jürgen (Hg.) (2019): Krankenhaus-Report 2019. Das digitale Krankenhaus: Springer Open. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-58225-1.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Köbe, Philipp (2020): Wann übernehmen Apple, Google & Co. das deutsche Gesundheitswesen? Hg. v. kma online. Online verfügbar unter <https://www.kma-online.de/blog/artikel/wann-uebernehmen-apple-google-co-das-deutsche-gesundheitswesen-a-42758>, zuletzt aktualisiert am 27.10.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Koetsier, John (2021): Global Smartwatch Market: Apple 34 %, Huawei 8 %, Samsung 8 %, Fitbit 4,2 %. In: *Forbes*, 27.05.2021. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2021/05/27/global-smartwatch-market-apple-34-huawei-8-samsung-8-fitbit-42/?sh=2512752366c7>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Kohlhagen, Marco (2019): Aktivitäten von Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft im Gesundheitsmarkt. In: Key Pousttchi, Hannes Schlieter und Alexander Gleiß (Hg.): *Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt 2019. Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien*. Potsdam. Berlin: GITO mbH Verlag, S. 48–57.
- Kohn, M. S.; Sun, J.; Knoop, S.; Shabo, A.; Carmeli, B.; Sow, D., et al. (2014): IBM's Health Analytics and Clinical Decision Support. In: *IMIA Yearbook of Medical Informatics* 23 (01), S. 154–162. Online verfügbar unter <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.15265/IY-2014-0002.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Kovarik, Joseph E. (2018): Cancer Moonshot: Patents for Patients. In: *Trends in cancer* 4 (8), S. 515–516. DOI: 10.1016/j.trecan.2018.06.005.
- Kramer, Ursula; Borges, Uirassu; Fischer, Florian; Hoffmann, Wolfgang; Pobiruchin, Monika; Vollmar, Horst Christian (2019): DNVF-Memorandum – Gesundheits- und Medizin-Apps (GuMAs). In: *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 81 (10), e154–e170. DOI: 10.1055/s-0038-1667451.
- Krempl, Stefan (2020): Smart Home: Google Assistant hörte heimlich mit, zeigte neue Sicherheitsfunktion. Hg. v. heise online. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/news/Smart-Home-Google-Assistant-hoerte-heimlich-mit-zeigte-neue-Sicherheitsfunktion-4867156.html>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Krennerich, Michael (2020): Gesundheit als Menschenrecht | APuZ. In: *Bundeszentrale für politische Bildung*, 06.11.2020. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/apuz/weltgesundheit-2020/318302/gesundheit-als-menschenrecht>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Krimmel, Lothar (2005): Die politische Dimension: Der Zweite Gesundheitsmarkt. In: Volker Streit und Michael Letter (Hg.): *Marketing für Arztpraxen*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, S. 187–196.
- Krishnan, Nikhil (2019): Apple Is Going After The Healthcare Industry, Starting With Personal Health Data. Hg. v. CB Insights. Online verfügbar unter <https://www.cbinsights.com/research/apple-healthcare-strategy-apps/>, zuletzt aktualisiert am 08.01.2019, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Krüger-Brand, Heike E. (2020): Tech-Konzerne als Treiber. In: *Deutsches Ärzteblatt* 117 (8), S. 375–378. Online verfügbar unter <https://www.aerzteblatt.de/archiv/212720/Digitale-Gesundheit-Tech-Konzerne-als-Treiber>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- Kühl, Eike (2015): Gesichtserkennung: „Meine Freundin ist kein Gorilla“. In: *Die Zeit*, 02.07.2015. Online verfügbar unter https://www.zeit.de/digital/internet/2015-07/google-fotos-algorithmus-rassismus?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Kutter, Susanne; Hohensee, Matthias; Goebel, Jacqueline (2016): Neue Heiler aus dem Silicon Valley. Facebook-Chef Mark Zuckerberg will alle Krankheiten besiegen. Ist das Größenwahn – oder realistische Einschätzung dessen, was Big Data vermag? In: *Wirtschaftswoche* 41, 30.09.2016, S. 70–72.
- Kuyper, Jonathan (2015): Global Democracy. Hg. v. Stanford Encyclopedia of Philosophy. The Metaphysics Research Lab, Department of Philosophy. Online verfügbar unter <https://plato.stanford.edu/entries/global-democracy/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Laaff, Meike (2020): Kontaktverfolgung: Nein, Apple macht die Corona-Warn-App nicht unnötig. Hg. v. Zeit Online. Online verfügbar unter <https://www.zeit.de/digital/2020-09/kontaktverfolgung-apple-google-corona-warn-app-coronavirus>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Labisch, Alfons; Paul, Nobert (1998): Gesundheitswesen. In: Wilhelm Korff, Paul Mikat, Lutwin Beck und Ludger Honnefelder (Hg.): *Lexikon der Bioethik*. 2 Bände. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus, S. 122–145.
- Lacoste, Alexandre; Luccioni, Alexandra; Schmidt, Victor; Dandres, Thomas (2019): Quantifying the Carbon Emissions of Machine Learning. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/1910.09700.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Lake, Eva (2019): How we are talking to Alexa. Hg. v. NHS. UK. Online verfügbar unter <https://digital.nhs.uk/blog/transformation-blog/2019/how-we-are-talking-to-alexa>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2021, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- Landi, Heather (2020): Meet Ballie, Samsung’s new AI-powered robot execs call the ‚next evolution of wellness‘. *Fierce Healthcare*. Online verfügbar unter <https://www.fiercehealthcare.com/tech/at-ces-2020-samsung-plays-up-potential-for-robots-wearables-and-ai-for-health-and-wellness>, zuletzt aktualisiert am 07.01.2020, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Lanzerath, Dirk; Illig, Thomas; Bernemann, Inga; Hoppe, Nils; Robiński, Jürgen (2019): *Humanbiobanken*. Originalausgabe. Freiburg, München: Verlag Karl Alber (Ethik in den Biowissenschaften, Band 19).
- Lavine, Robert (22.06.2015): Intel tracks Sano for \$10.3m seed round – Corporate Venturing: News, Data, and Events – Global Corporate Venturing. *Global Corporate Venturing*. Online verfügbar unter <https://globalcorporateventuring.com/intel-tracks-sano-for-10.3m-seed-round/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Lee, Min Kyung; Fruchter, Nathaniel; Dabbish, Laura (2015): Making Decisions From a Distance: The Impact of Technological Mediation on Riskiness and Dehumanization. In: *Association for Computing Machinery (ACM) (Hg.): CSCW '15: Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing. CSCW '15: Computer Supported Cooperative Work and Social Computing*. Vancouver, Canada, 14.–18.03.2015. New York, USA, S. 1576–1589. Online verfügbar unter <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2675133.2675288>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Lee, Peter (2019): Harnessing big data in pediatric research to reimagine healthcare – The Official Microsoft Blog. Hg. v. Microsoft. Redmond (USA). Online verfügbar unter <https://blogs.microsoft.com/blog/2019/05/21/harnessing-big-data-in-pediatric-research-to-reimagine-healthcare/>, zuletzt aktualisiert am 08.07.2019, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Lever, Rob (2020): Samsung unveils AI-powered digital avatar. Hg. v. Tech Xplore. Online verfügbar unter <https://techxplore.com/news/2020-01-samsung-unveils-ai-powered-digital-avatar.html>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Levina, Marina (2017): Disrupt or Die: Mobile Health and Disruptive Innovation as Body Politics. In: *Television & New Media* 18 (6), S. 548–564. DOI: 10.1177/1527476416680451.
- Lewis-Kraus, Gideon (2016): The Great A.I. Awakening. Hg. v. *New York Times*. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Li, Cecilia (2020): How DAMO Academy’s AI System Detects Coronavirus Cases. Hg. v. alizila. Online verfügbar unter <https://www.alizila.com/how-damo-academy-ai-system-detects-coronavirus-cases/>, zuletzt aktualisiert am 03.10.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Li, Pei; Goh, Brenda (23.03.2020): Tencent rolls out new health tracking code aimed at China’s students. *Beijing/Shanghai (CN)*. Reuters. Online verfügbar unter <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-china-tencent-idUSKBN21A1J4>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Li, Shanshan; Fonarow, Gregg C.; Mukamal, Kenneth J.; Liang, Li; Schulte, Phillip J.; Smith, Eric E. et al. (2016): Sex and Race/Ethnicity-Related Disparities in Care and Outcomes After Hospitalization for Coronary Artery Disease Among Older Adults. In: *Circulation. Cardiovascular quality and outcomes* 9 (2 Suppl 1), 36–44. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.115.002621.
- Liang, Yulan; Kelemen, Arpad (2016): Big Data Science and Its Applications in Health and Medical Research: Challenges and Opportunities. In: *J Biom Biostat* 7 (3). DOI: 10.4172/2155-6180.1000307.

- Ligibel, Jennifer A. (2019): ASCO 2019: The BWEL Study: Diet and Exercise in Women Diagnosed With Breast Cancer. Ardmore (USA). Online verfügbar unter <https://www.breastcancer.org/community/podcasts/bwel-study-20190602>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Lim, Jason (2015): Health Tech Startup CliniCloud Secures \$5M Seed Funding From Tencent. Hg. v. Forbes. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/jlim/2015/09/24/health-tech-startup-clinicloud-secures-5m-seed-funding-from-tencent/?sh=44ebd3505c45>, zuletzt aktualisiert am 24.09.2015, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- LindaCare (28.08.2021): LindaCare Partners with Philips. Leuven (BE), Stamford, CT (USA). Online verfügbar unter <https://lindacare.com/news-source/2019/8/29/lindacare-partners-with-philips>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Livingston, Molly (27.04.2015): Scanadu Secures \$35 Million in Series B Funding to Advance Go-to-Market Plans. Mountain View (USA). Businesswire. Online verfügbar unter <https://www.businesswire.com/news/home/20150427006291/en/Scanadu-Secures-35-Million-in-Series-B-Funding-to-Advance-Go-to-Market-Plans>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Lobo Prabhu, Kristel; Cleghorn, Michelle C.; Elnahas, Ahmad; Tse, Alvina; Maeda, Azusa; Quereshy, Faye A., et al. (2018): Is quality important to our patients? The relationship between surgical outcomes and patient satisfaction. In: *BMJ Qual Saf* 27 (1), S. 48–52. DOI: 10.1136/bmjqs-2017-007071.
- Loos, Peter; Lechtenböcker, Jens; Vossen, Gottfried; Zeier, Alexander; Krüger, Jens; Müller, Jürgen et al. (2011): In-memory Databases in Business Information Systems. In: *Bus Inf Syst Eng* 3 (6), S. 389–395. DOI: 10.1007/s12599-011-0188-y.
- Lück, Folker (2017): Siemens Healthineers schließt Epocal-Übernahme ab. Hg. v. mednic.de. Online verfügbar unter <https://mednic.de/siemens-healthineers-schliesst-epocal-uebernahme-ab/6526>, zuletzt aktualisiert am 02.11.2017, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Luminary Labs LLC. (Hg.) (2017): The Alexa Diabetes Challenge. Online verfügbar unter <http://www.alexadiabeteschallenge.com/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Luppa, Peter B.; Junker, Ralf; Langer, Claus (2017): Definition und Anwendungsgebiete. In: Peter B. Luppa und Ralf Junker (Hg.): POCT – Patientennahe Labordiagnostik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 3–8.
- Macdailynews (2021): Apple Watch dominates with 52.5% worldwide smartwatch market share. In: *JOSH Enterprises, LLC.*, 27.08.2021. Online verfügbar unter <https://macdailynews.com/2021/08/27/apple-watch-dominates-with-52-5-worldwide-smartwatch-market-share/>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Maehner, Julia (2020): Fitbit Sense holt sich den ersten Platz: Der beste Fitnesstracker im Test. Hg. v. chip.de. Online verfügbar unter https://www.chip.de/test/Fitbit-Sense-im-Test_183148488.html, zuletzt aktualisiert am 02.12.2020, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Mageit, Sara (2021): Roundup: Philips announces new chief innovation and strategy officer, robotics to improve adult social care and more briefs. Hg. v. MobiHealthNews. Online verfügbar unter <https://www.mobihealthnews.com/news/emea/roundup-philips-announces-new-chief-innovation-and-strategy-officer-robotics-improve-adult>, zuletzt aktualisiert am 02.07.2021, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Magrabi, Farah; Ammenwerth, Elske; McNair, Jytte Brender; Keizer, Nicolet F. de; Hyppönen, Hannele; Nykänen, Pirkko, et al. (2019): Artificial Intelligence in Clinical Decision Support: Challenges for Evaluating AI and Practical Implications. In: *Yearb Med Inform* 28 (1), S. 128–134. DOI: 10.1055/s-0039-1677903.
- Manage Engine (2021): Samsung MDM | Knox Management | What is Samsung Knox? Zoho Corporation. Online verfügbar unter https://www.manageengine.com/mobile-device-management/samsung-knox-management.html?network=g&device=c&keyword=samsung%20knox&campaignid=10070629856&creative=445414944694&matchtype=p&adposition=&adgroup=1043780283-95&targetid=kwd-31063774495&gclid=CjwKCAjwq9m-LBhB2EiwAuYdMtrPjsGv5h2YrgBN-r7fjScBHV-bisIu4t-LIZ9QmNknT8xNtSvXbbgBoCP7sQAvD_BwE, zuletzt aktualisiert am 16.08.2021, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- Manzeschke, Arne; Assadi, Galia; Viehöver, Willy (2016): The Role of Big Data in Ambient Assisted Living. In: *The International Review of Information Ethics (IRIE)* 24, S. 22–31. Online verfügbar unter <https://informationethics.ca/index.php/irie/article/view/149/147>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Marckmann, Georg (2016): Ethische Aspekte von eHealth. In: Florian Fischer und Alexander Krämer (Hg.): eHealth in Deutschland. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, S. 83–99.
- Marckmann, Georg (2020): Ethische Fragen von Digital Public Health. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 63 (2), S. 199–205. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/338725719_Ethische_Fragen_von_Digital_Public_HealthEthical_implications_of_digital_public_health, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- MarketsandMarkets Research (Hg.) (2021): Umsatz durch künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen 2020 und 2026. Online verfügbar unter <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-healthcare-market-54679303.html>, zuletzt geprüft am 06.11.2021.

- Martin-Jung, Helmut (2021): Cloud: Europa will unabhängig von Amazon, Google und Co. werden. In: *Süddeutsche Zeitung*, 26.07.2021. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/cloud-europa-x-open-source-1.5363726>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Matusiewicz, David; Pittelkau, Christian; Elmer, Arno (Hg.) (2017): *Die digitale Transformation im Gesundheitswesen. Transformation, Innovation, Disruption*. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Matusiewicz, David; Thielscher, Christian (2017): *Electronic Health (E-Health) und Mobile Health (mHealth) – Ein Definitionsversuch*. In: David Matusiewicz, Christian Pittelkau und Arno Elmer (Hg.): *Die digitale Transformation im Gesundheitswesen. Transformation, Innovation, Disruption*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 3–6. Online verfügbar unter <https://www.mwv-open.de/site/chapters/e/10.32745/9783954663576-1.1/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- McCowan, C.; Neville, R. G.; Ricketts, I. W.; Warner, F. C.; Hoskins, G.; Thomas, G. E. (2001): Lessons from a randomized controlled trial designed to evaluate computer decision support software to improve the management of asthma. In: *Medical informatics and the Internet in medicine* 26 (3), S. 191–201. DOI: 10.1080/14639230110067890.
- McKinney, Scott Mayer; Sieniek, Marcin; Godbole, Varun; Godwin, Jonathan; Antropova, Natasha; Ashrafian, Hutun, et al. (2020): International evaluation of an AI system for breast cancer screening. In: *Nature* 577 (7788), S. 89–94. DOI: 10.1038/s41586-019-1799-6.
- Meade, Denise; Goldsmith, Clifford; Parrish Elmes, Linn (2021): Improving the Rare Disease diagnosis journey with Azure Health Bot. Microsoft in Business Blogs. Online verfügbar unter <https://cloudblogs.microsoft.com/industry-blog/microsoft-in-business/health/2021/04/23/improving-the-rare-disease-diagnosis-journey-with-azure-health-bot/>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Medgadget (2020): *At 41.8% CAGR, Healthcare Artificial Intelligence Market Share with Latest Trends and Research Development Report to 2025 | Intel, NVIDIA, Siemens Healthineers, IBM, Microsoft*. Hg. v. Medgadget. Online verfügbar unter <https://www.medgadget.com/2020/10/at-41-8-cagr-healthcare-artificial-intelligence-market-share-with-latest-trends-and-research-development-report-to-2025-intel-nvidia-siemens-healthineers-ibm-microsoft.html>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- MedTech Europe (2020): *What is Medical Technology?* Online verfügbar unter <https://www.medtecheurope.org/about-the-industry/what-is-medical-technology/>, zuletzt aktualisiert am 05.05.2020, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Meier, Christian J. (2019): „Wir befinden uns an einem Kippunkt“. Interview mit Peter Dabrock. Hg. v. RiffReporter – die Genossenschaft für freien Journalismus eG. Online verfügbar unter <https://www.riffreporter.de/ki-fuer-alle/interview-peter-dabrock/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Mention, Anne-Laure; Pinto Ferreira, João José; Torkkeli, Marko (2019): Moonshot innovations: Wishful Thinking or Business-As-Usual? In: *Journal of Innovation Management (JIM)* 7 (1), S. 1–6. DOI: 10.24840/2183-0606_007.001_0001.
- Merck Group (23.01.2019): *Merck und Tencent kooperieren bei intelligenten digitalen Gesundheitsdiensten in China*. Chengdu (CN). Online verfügbar unter <https://www.merckgroup.com/de/news/tencent-partnership-china-23-01-2019.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Mertz, Marcel; Jannes, Marc; Schломann, Anna; Mander-scheid, Enza; Rietz, Christian; Woopen, Christiane (2016): *Digitale Selbstbestimmung*. Hg. v. ceres – cologne center for ethics, rights, economics, and social sciences of health. Köln.
- Meskó, Bertalan; Dhunoo, Pranavsinh; Kuzskó, Judit (2020): *Tech Giants in Healthcare. How Google, Amazon, IBM, Apple & Co. Shake The Medical World*. Unter Mitarbeit von Adam Moroncsik. Hg. v. Bertalan Meskó.
- Meskó, Bertalan; Hetényi, Gergely; Gyórfy, Zsuzsanna (2018): Will artificial intelligence solve the human resource crisis in healthcare? In: *BMC health services research* 18 (1), S. 1–4. DOI: 10.1186/s12913-018-3359-4.
- Meta (2021): *Welcome to Meta*. Online verfügbar unter https://about.facebook.com/meta?utm_source=facebook&utm_medium=paid-onplatform&utm_campaign=metaverse&utm_content=SocialExplainerV1US&__tn__=%2C%3CHHHH-R, zuletzt geprüft am 27.12.2021.
- Microsoft (16.02.2017): *Microsoft and partners combine the cloud, AI, research and industry expertise to focus on transforming health care*. Online verfügbar unter <https://blogs.microsoft.com/blog/2017/02/16/microsoft-partners-combine-cloud-ai-research-industry-expertise-focus-transforming-health-care/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft (2017): *Was ist Microsoft Genomics?* Online verfügbar unter <https://docs.microsoft.com/de-de/azure/genomics/overview-what-is-genomics>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- Microsoft (2020): AI for Health Program. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=ii-FfE-7C-k>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Microsoft (10.04.2020): Delivering information and eliminating bottlenecks with CDC's COVID-19 assessment bot. Online verfügbar unter <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/03/20/delivering-information-and-eliminating-bottlenecks-with-cdcs-covid-19-assessment-bot/>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Microsoft (2021a): Dragon Ambient eXperience. Online verfügbar unter https://appsource.microsoft.com/en-us/product/web-apps/nuance_gskaff.dax?tab=overview, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft (2021b): Microsoft Cloud for Healthcare. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/industry/health/microsoft-cloud-for-healthcare>, zuletzt aktualisiert am 13.04.2021, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft (2021c): What is the Microsoft Health Bot Service? Online verfügbar unter <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/health-bot/overview>, zuletzt aktualisiert am 22.10.2021, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- Microsoft (2022): Using AI for Good with Microsoft AI. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/ai/ai-for-good>, zuletzt aktualisiert am 06.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Microsoft Customer Stories (2018): The Klein Lab at Mount Sinai gets assisted by Microsoft Genomics to discover genetic cancer risk factors. Online verfügbar unter <https://customers.microsoft.com/en-us/story/icahn-mount-sinai-health-provider-microsoft-genomics>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Microsoft Genomics (2018): Accelerate precision medicine with Microsoft Genomics. Hg. v. Microsoft, Inc. Online verfügbar unter <https://azure.microsoft.com/de-de/resources/accelerate-precision-medicine-with-microsoft-genomics/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft News Center (17.10.2019): Nuance and Microsoft partner to transform the doctor-patient experience. Online verfügbar unter <https://news.microsoft.com/2019/10/17/nuance-and-microsoft-partner-to-transform-the-doctor-patient-experience/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Microsoft News Center (12.04.2021): Microsoft accelerates industry cloud strategy for healthcare with the acquisition of Nuance. Redmond (USA). Online verfügbar unter <https://news.microsoft.com/2021/04/12/microsoft-accelerates-industry-cloud-strategy-for-healthcare-with-the-acquisition-of-nuance/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Microsoft Research (2016): Project Hanover. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/project-hanover/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Microsoft Research (2019): Project EmpowerMD: Medical conversations to medical intelligence. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/research/video/empowermd-medical-conversations-to-medical-intelligence/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Microsoft Research (2021a): Azure Health Bot Project. AI At Work For Your Patients. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/health-bot/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Microsoft Research (2021b): Medical, health, and genomics. Online verfügbar unter https://www.microsoft.com/en-us/research/research-area/medical-health-genomics/?facet%5Btax%5D%5Bmsr-research-area%5D%5B0%5D=13553&sort_by=most-recent, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Microsoft Research (2021c): Microsoft Research – Emerging Technology, Computer, and Software Research. Online verfügbar unter <https://www.microsoft.com/en-us/research/>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Microsoft Schweiz (30.01.2020a): AI for Health: Wie Microsoft mit künstlicher Intelligenz die weltweite Gesundheit fördert. Redmond (USA). Online verfügbar unter <https://news.microsoft.com/de-ch/2020/01/30/ai-for-health/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft Schweiz (30.01.2020b): Novartis Foundation: KI-gestütztes Diagnosewerkzeug zur Unterstützung der Früherkennung von Lepra. Online verfügbar unter <https://news.microsoft.com/de-ch/2020/01/30/novartis-foundation-ki-gestuetztes-diagnosewerkzeug-zur-unterstuetzung-der-frueherkennung-von-lepra/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Microsoft Support (2019): Ende des Supports für die Microsoft Health-Dashboard-Anwendungen und -Dienste: Häufig gestellte Fragen. Online verfügbar unter <https://support.microsoft.com/de-de/topic/ende-des-supports-f%C3%BCr-die-microsoft-health-dashboard-anwendungen-und-dienste-h%C3%A4ufig-gestellte-fragen-ae78b810-5acb-6f00-bf5f-e0935aca84-af>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Mijuk, Goran (2020): The data42 program shows Novartis' intent to go big on data and digital. Hg. v. Novartis. Online verfügbar unter <https://www.novartis.com/stories/discovery/data42-program-shows-novartis-intent-go-big-data-and-digital>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Miliard, Mike (2011): Siemens to acquire HIE developer MobileMD. Hg. v. Healthcare IT News. Online verfügbar unter <https://www.healthcareitnews.com/news/siemens-acquire-hie-developer-mobilemd>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.

- Miliard, Mike (2017): Siemens Healthineers buys Medicalis to bolster population health portfolio. Hg. v. Healthcare IT News. Online verfügbar unter <https://www.healthcareitnews.com/news/siemens-healthineers-buys-medicalis-bolster-population-health-portfolio>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Miller, Andrew C.; Foti, Nicholas, J; Fox, Emily (2020): Learning Insulin-Glucose Dynamics in the Wild. In: *Proceedings of Machine Learning Research* (126), S. 1–25. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/2008.02852.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Mirza, Miriam (2020): „Die Produkte von Google und Co. prägen die Erwartungshaltung der Patienten“. Hg. v. Ärzteverlag.de. Online verfügbar unter <https://www.healthrelations.de/google-healthcare/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Mischak, Robert (2017): Wearables als Herausforderung im Gesundheitswesen. Revolutionieren Wearables das Gesundheitswesen im 21. Jahrhundert? In: Mario A. Pfannstiel, Patrick Da-Cruz und Harald Mehlich (Hg.): *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen I. Impulse für die Versorgung*. Wiesbaden: Springer Gabler, S. 277–288.
- Misslbeck, Angela (2019): Health-Apps: Einbahnstraße zur digitalen Zwei-Klassen-Medizin? Hg. v. *ÄrzteZeitung*. Springer Medizin Verlag GmbH. Online verfügbar unter <https://www.aerztezeitung.de/Wirtschaft/Einbahnstrasse-zur-digitalen-Zwei-Klassen-Medizin-255499.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2021.
- Mittelstadt, Brent Daniel; Floridi, Luciano (2015): The Ethics of Big Data: Current and Foreseeable Issues in Biomedical Contexts. In: *Science and engineering ethics* 22 (2), S. 303–341. DOI: 10.1007/s11948-015-9652-2.
- Moar, James; Escherich, Meike (2021): Voice Assistants: Monetisation Strategies, Competitive Landscape & Market Forecasts 2021–2026. Hg. v. Juniper Research. Online verfügbar unter https://www.juniperresearch.com/researchstore/devices-technology/voice-assistants-market-research-report?utm_campaign=pr1_digitalvoiceassistants_technology_apr20&utm_source=businesswire&utm_medium=pr, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Modernizing Medicine (2021): About US. Online verfügbar unter <https://www.modmed.com/company/>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.
- Mohan, Dinesh (2003): Introduction: Safety as a Human Right. In: *Health and Human Rights Journal (HHR)* 6 (2), S. 161–167. Online verfügbar unter <https://cdn1.sph.harvard.edu/wp-content/uploads/sites/2469/2014/04/10-Mohan.pdf>, zuletzt geprüft am 20.11.2021.
- Montani, Stefania; Striani, Manuel (2019): Artificial Intelligence in Clinical Decision Support: a Focused Literature Survey. In: *IMIA Yearbook of Medical Informatics* 28 (01), S. 120–127. DOI: 10.1055/s-0039-1677911.
- Mozur, Paul; Zhong, Raymond; Krolik, Aaron (2020): In Coronavirus Fight, China Gives Citizens a Color Code, With Red Flags. A new system uses software to dictate quarantines — and appears to send personal data to police, in a troubling precedent for automated social control. In: *The New York Times*, 01.03.2020. Online verfügbar unter <https://www.nytimes.com/2020/03/01/business/china-coronavirus-surveillance.html>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Mühlroth, Adrian (2020): Amazon veröffentlicht eigenen Fitnesstracker „Halo“ – aber es gibt einen Haken. Hg. v. Techbook.de. Online verfügbar unter <https://www.techbook.de/mobile/wearables-mobile/amazon-halo>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Müller, Matthias (2020): China setzt auf Tracking-App bei Wiederaufnahme des Schulbetriebs. In: *Neue Zürcher Zeitung*, 01.05.2020. Online verfügbar unter <https://www.nzz.ch/wirtschaft/china-setzt-auf-tracking-app-bei-wiederaufnahme-des-schulbetriebs-ld.1554340>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Muoio, Fave (2019): Babyscripts raises \$6M strategic investment, aligns with Royal Philips. Hg. v. *MobiHealthNews*. Online verfügbar unter <https://www.mobihealthnews.com/content/babyscripts-raises-6m-strategic-investment-aligns-royal-philips>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Murphy, Elizabeth V. (2014): Clinical decision support: effectiveness in improving quality processes and clinical outcomes and factors that may influence success. In: *The Yale Journal of Biology and Medicine* 87 (2), S. 187–197. Online verfügbar unter <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4031792/>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- My BP Lab (2021): My BP Lab. Online verfügbar unter <https://mybplab.com/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- National Library of Medicine (NLM) (Hg.) (2021): RxNorm. National Institute of Health (NIH). Online verfügbar unter <https://www.nlm.nih.gov/research/umls/rxnorm/index.html>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NIBS NeuroScience Technologies (2021): NIBS NeuroScience Technologies. Hg. v. LinkedIn. Online verfügbar unter <https://il.linkedin.com/in/nibs-neuroscience-technologies-123b5096>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Nikolenko, Sergey I. (2019): Synthetic Data for Deep Learning. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/1909.11512.pdf>, zuletzt geprüft am 14.10.2021.
- Norman, Donald A.; Verganti, Roberto (2014): Incremental and Radical Innovation: Design Research vs. Technology and Meaning Change. In: *Design Issues* 30 (1), S. 78–96. DOI: 10.1162/DESI_a_00250.

- Novartis (2020): AI Nurse set to transform standards of care for heart failure patients in China. Online verfügbar unter <https://www.novartis.com/news/ai-nurse-set-transform-standards-care-heart-failure-patients-china>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Novartis (2021): AI Nurse evolving for health failure patients in China. Online verfügbar unter <https://www.novartis.com/stories/patient-perspectives/ai-nurse-evolving-health-failure-patients-china>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Novartis Foundation (29.07.2020): AI-powered Diagnostic Tool to Aid in the Early Detection of Leprosy. Online verfügbar unter <https://www.novartisfoundation.org/news/ai-powered-diagnostic-tool-aid-early-detection-leprosy>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Novartis Schweiz (2021): Data & Digital. Online verfügbar unter <https://www.novartis.ch/de/novartis-in-der-schweiz/medizin-neu-denken/data-digital>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Nussbaum, Martha (2015): Fähigkeiten schaffen. Neue Wege zur Verbesserung menschlicher Lebensqualität. Deutsche Erstausgabe. Freiburg, München: Verlag Karl Alber (Kosmopolis, Band 3).
- Nussbaum, Martha Craven (1998): Gerechtigkeit oder Das gute Leben. Deutsche Erstausgabe, 9. Auflage. Frankfurt am Main: Suhrkamp (Gender Studies, 1739 = Neue Folge, Band 739).
- NVIDIA (2021a): KI-Startups. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/de-de/deep-learning-ai/startups/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NVIDIA (2021b): NVIDIA Clara Imaging. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/de-de/healthcare/clara-imaging/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NVIDIA (2021c): NVIDIA Clara Parabricks für Genomik. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/de-de/healthcare/clara-parabricks/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NVIDIA (2021d): NVIDIA Clara: Intelligentes Computing für das Gesundheitswesen. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/de-de/healthcare/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NVIDIA (2021e): NVIDIA Deep Learning Institute. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/en-us/training/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- NVIDIA (2021f): NVIDIA JETSON AGX Systems für Robotik. NVIDIA. Online verfügbar unter <https://www.nvidia.com/de-de/autonomous-machines/robotics/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Obermeyer, Ziad; Powers, Brian; Vogeli, Christine; Mullainathan, Sendhil (2019): Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. In: *Science*, S. 447–453. Online verfügbar unter <https://www.science.org/doi/epdf/10.1126/science.aax2342>, zuletzt geprüft am 11.10.2021.
- Oculus (2018): Immersive Education: CHLA and Oculus Expand VR Medical Training Program to New Institutions. Hg. v. Facebook. Online verfügbar unter https://www.oculus.com/blog/immersive-education-chla-and-oculus-expand-vr-medical-training-program-to-new-institutions/?locale=de_DE, zuletzt geprüft am 15.10.2021.
- OECD (Hg.) (2013): Die OECD in Zahlen und Fakten. Wirtschaft, Umwelt, Gesellschaft. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2019): „Strengthening digital government“. OECD Going Digital Policy Note. OECD. Paris. Online verfügbar unter <https://www.oecd.org/going-digital/strengthening-digital-government.pdf>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- OECD (2020): Digital Transformation in the Age of COVID-19. Building Resilience and Bridging Divides. Digital Economy Outlook 2020 Supplement. OECD. Paris. Online verfügbar unter <https://www.oecd.org/digital/digital-economy-outlook-covid.pdf>, zuletzt geprüft am 20.01.2022.
- Ogden, Cody (Hg.) (o.A.): Google Graveyard. Killed by Google. Online verfügbar unter <https://killedbygoogle.com/>, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- OmeCare (2021): At-Home DNA Kits and Genetic Health Reporting | OmeCare. Online verfügbar unter <https://omecare.com/>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- One Drop (13.04.2020): One Drop Acquires Sano. New York (USA). Lagotte, Andrea, press@onedrop.today. Online verfügbar unter <https://onedrop.today/blogs/press-releases/one-drop-acquires-sano>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- O’Neil, Cathy (2018): Angriff der Algorithmen. Wie sie Wahlen manipulieren, Berufschancen zerstören und unsere Gesundheit gefährden. 2. Auflage. München: Carl Hanser Verlag.
- Orbita (28.05.2020): Orbita raises \$9M to Accelerate Conversational AI Solutions in Healthcare and Life Sciences. PR Newswire. Online verfügbar unter <https://www.prnewswire.com/news-releases/orbita-raises-9m-to-accelerate-conversational-ai-solutions-in-healthcare-and-life-sciences-301066718.html>, zuletzt geprüft am 13.09.2021.
- Orphanet (2012): About rare diseases. Orphanet. Online verfügbar unter https://www.orpha.net/consor/cgi-bin/Education_AboutRareDiseases.php?lng=EN, zuletzt geprüft am 14.11.2021.

- Orwat, Carsten (2019): Diskriminierungsrisiken durch Verwendung von Algorithmen. Eine Studie, erstellt mit einer Zuwendung der Antidiskriminierungsstelle des Bundes. Nomos. Online verfügbar unter https://www.antidiskriminierungsstelle.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/Expertisen/studie__diskriminierungsrisiken_durch_verwendung_von_algorithmen.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Oscar Health (2021): About us. Online verfügbar unter <https://www.hioscar.com/about>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.
- Otto, Philipp; Djordjevic, Valie; Maire, Jana; Hirche, Tom; Gräf, Eike; Steinhau, Henry (2017): Das Recht auf informationelle Selbstbestimmung. Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung (bpb). Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/gesellschaft/digitales/persoennlichkeitsrechte/244837/informationelle-selbstbestimmung>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- Owlet Baby Care (2021): Smarte Socke & Babyüberwachungsgerät. Online verfügbar unter <https://owletcare.de/>, zuletzt geprüft am 06.09.2021.
- Paavola, Alia (2018): Amazon pushes to become a major hospital supplier: 7 things to know. Hg. v. Becker's Hospital Review. Online verfügbar unter <https://www.beckershospitalreview.com/supply-chain/amazon-pushes-to-become-a-major-hospital-supplier-7-things-to-know.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Packhäuser, Kai; Gündel, Sebastian; Münster, Nicolas; Syben, Christopher; Christlein, Vincent; Maier, Andreas (2021): Is Medical Chest X-ray Data Anonymous? Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/2103.08562.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.
- Pai, Aditi (2014): UCSF, Samsung to validate and commercialize digital health tools. Hg. v. MobiHealthNews. Online verfügbar unter <https://www.mobihealthnews.com/30219/ucsf-samsung-to-validate-and-commercialize-digital-health-tools>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Pai, Aditi (2015): Circle Medical raises \$2.9M for primary care house call app. Hg. v. MobiHealthNews. Online verfügbar unter <https://www.mobihealthnews.com/48745/circle-medical-raises-2-9m-for-primary-care-house-call-app>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- PAI (Hg.) (2021a): About us. Partnership on AI. Online verfügbar unter <https://www.partnershiponai.org/about/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- PAI (Hg.) (2021b): Partner Index. Partnership on AI. Online verfügbar unter <https://partnershiponai.org/partners/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Pasquale, Frank (2015): The Black Box Society. Harvard University Press.
- PATH (29.01.2020): Using AI to advance the health of people and communities around the world. On January 29, PATH joined Microsoft for the launch of the new AI for Health initiative. Online verfügbar unter <https://www.path.org/articles/using-ai-advance-health-people-and-communities-around-world/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- PATH (2021): Better health moves humanity forward. Online verfügbar unter <https://www.path.org/about/>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Pearl, Robert (2019): Why Big Tech Companies Won't Solve Healthcare's Biggest Challenges. In: *Forbes*, 16.12.2019. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/robertpearl/2019/12/16/big-tech/?sh=58669ac86d28>, zuletzt geprüft am 27.12.2021.
- Pedersen, Eric R.; Kurz, Jeremy (2016): Using Facebook for Health-related Research Study Recruitment and Program Delivery. In: *Current opinion in psychology* 9, S. 38–43. DOI: 10.1016/j.copsyc.2015.09.011.
- Pfannstiel, Mario A.; Kassel, Kristin; Rasche, Christoph (Hg.) (2020): Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Pfarr, Juliane; Ganter, Michael T.; Spahn, Donat R.; Noethiger, Christoph B.; Tscholl, David W. (2019): Avatar-Based Patient Monitoring With Peripheral Vision: A Multicenter Comparative Eye-Tracking Study. In: *Journal of medical Internet research* 21 (7), e13041. DOI: 10.2196/13041.
- Philips (o. A. a): ALS Mind Control. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/forschung-und-entwicklung/als-mind-control>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (o. A. b): Ambient Experience. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/technologie-partnerschaften-und-consulting/ambient-experience>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips: Innovationsansatz für digitale Gesundheit. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/philips-ventures/focus-areas>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Philips (2017): Philips Heart Health program. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/media-library/20170105-Philips-Heart-Health-program.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2018a): Bringing 3D ultrasound into practice for cardiac quantification. Philips Dynamic Heart-Model A.I. Online verfügbar unter <http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/17271434/Dynamic-heartmodel-White-Paper.pdf%3ffunc%3ddoc.Fetch%26nodeid%3d17271434>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.

- Philips (2018b): How a virtual heart could save your real one. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/20181112-how-a-virtual-heart-could-save-your-real-one.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Philips (22.03.2018): Start-up Mytonomy partners with Mayo Clinic. Pappas, Nick. Online verfügbar unter <https://www.philips.com.vn/healthcare/innovation/philips-ventures/news/mytonomy-partners-with-mayo-clinic>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (12.07.2018): Philips signs two long-term strategic partnership agreements in Germany. Hamburg (GER). Maltha, Joost; Diecke, Raphael; Krebs, Sigrid, joost.maltha@philips.com. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2018/20180712-philips-signs-two-long-term-strategic-partnership-agreements-in-germany.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2018c): The rise of the digital twin: how healthcare can benefit. In: Philips, 30.08.2018. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/20180830-the-rise-of-the-digital-twin-how-healthcare-can-benefit.html>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Philips (2019a): Moderne Bildgebung in der Radiologie für bestmögliche Medizin. 365-Tage-Bilanz der strategischen Partnerschaft der Kliniken Köln mit Philips. Philips. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/2019/20190327-gdw-philips-kliniken-koeln-moderne-bildgebung>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Philips (2019b): Erste Bilanz nach einem Jahr Innovationspartnerschaft – Modernisierung der Medizintechnik in der München Klinik nimmt Fahrt auf. Philips. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/2019/20190506-1-jahr-innovationspartnerschaft-muenchen-klinik>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Philips (2020a): Paracelsus-Kliniken und Philips schließen strategische Partnerschaft. In: *Philips*, 02.03.2020. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/a-w/about/news/archive/standard/news/2020/20200302-partnerschaft-philips-paracelsus-kliniken>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Philips (2020b): Philips helps to remotely monitor hospitalized COVID-19 patients with smart biosensor technology. In: *Philips*, 29.04.2020. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/articles/2020/20200429-smart-biosensor-technology-from-philips-remotely-monitors-hospitalized-covid-19-patients.html?src=search>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Philips (07.10.2020): Philips partners with LeQuest to provide online interactive training in ultrasound. Amsterdam (NL). Groves, Mark; Rutjes, Peter. Online verfügbar unter <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2020/20201007-philips-partners-with-lequest-to-provide-online-interactive-training-in-ultrasound.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021a): HeartModel. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/resources/feature-detail/ultrasound-heartmodel>, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Philips (2021b): Historie Philips Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/a-w/ueber-philips/unternehmensprofil/historie-philips-deutschland.html>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Philips (2021c): Philips HealthSuite. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/healthsuite>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021d): Philips HealthSuite Apps. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/healthsuite/apps>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021e): Philips HealthSuite health app. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/c-m-hs/health-programme/healthsuite-health-app>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021f): Philips SmartSleep. Neue Innovationen in der Technologie zur Schlafunterstützung. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/c-e/smartsleep-professional.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021g): Philips Ventures. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/philips-ventures>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021h): Reaktion auf COVID-19. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/resources/landing/covid-19#!>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021i): SmartSleep Deep Sleep Headband. Online verfügbar unter <https://www.usa.philips.com/c-e/smartsleep/deep-sleep-headband.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021j): SmartSleep Snoring Relief Band. Online verfügbar unter https://www.philips.de/c-p/SN3710_10/smartsleep-snoring-relief-band, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Philips (2021k): Team. Hg. v. Philips. Online verfügbar unter <https://www.philips.de/healthcare/innovation-wissen/philips-ventures/team>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Piccininni, Caroline (2018): View of Cost-Effectiveness of Robotics and Artificial Intelligence in Healthcare. In: *University of Western Ontario Medical Journal (UWOMJ)* 87 (2), S. 40–42. Online verfügbar unter <https://ojs.lib.uwo.ca/index.php/uwomj/article/view/1179/4872>, zuletzt geprüft am 04.11.2021.

- Pichai, Sundar (2017a): Making AI work for everyone. In: *Google Blog*, 17.05.2017. Online verfügbar unter <https://blog.google/technology/ai/making-ai-work-for-everyone/>, zuletzt geprüft am 19.10.2021.
- Pichai, Sundar (2017b): Keynote at Google Pixel 2 Launch Event. Hg. v. Bals HD. Online verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=5WRJYEA-mwY>, zuletzt geprüft am 19.10.2021.
- Pico della Mirandola, Giovanni (1990): *De hominis dignitate. Über die Würde des Menschen.* Lateinisch-Deutsch. Hg. v. Buck, August. Hamburg: Felix Meiner Verlag. Philosophische Bibliothek, 427.
- Piepenbrink, Johannes (2019): Editorial. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)* 69 (24-26), S. 3.
- PitchBook (2021): Shuidi Company Profile: Valuation & Investors. Online verfügbar unter <https://pitchbook.com/profiles/company/172341-73#overview>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Plato Technologies Inc. (16.04.2020): Medopad rebrands as Huma, acquires BioBeats and TLT to expand its biomarker platform. Techcrunch. Online verfügbar unter <https://zephyrnet.com/medopad-rebrands-as-huma-acquires-biobeats-and-tlt-to-expand-its-biomarker-platform/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Porter, Michael E. (2010): What is value in health care? In: *The New England journal of medicine* 363 (26), S. 2477-2481. DOI: 10.1056/NEJMp1011024.
- Pousttchi, Key (2017): Digitale Transformation. In: Norbert Gronau, Jörg Becker, Natalia Kliewer, Lei-meister, Marco und Sven Overhage (Hg.): *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik.* Berlin: GITO mbH Verlag. Online verfügbar unter <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung/digitale-transformation>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Pousttchi, Key; Schlieter, Hannes; Gleiß, Alexander (Hg.) (2019): *Digitale Innovationen im Gesundheitsmarkt 2019. Märkte, Geschäftsmodelle, Technologien.* Potsdam. Berlin: GITO mbH Verlag. DOI: 10.30844/TB_2019_3190.
- Povyakalo, Andrey A.; Alberdi, Eugenio; Strigini, Lorenzo; Ayton, Peter (2013): How to discriminate between computer-aided and computer-hindered decisions: a case study in mammography. In: *Medical Decision Making* 33 (1), S. 98-107. DOI: 10.1177/0272989X12465490.
- Powell, Kimberly (2018): How Healthcare Industry Uses AI to Better Meet Patient Needs. Startups to industry giants are leaning into AI to transform healthcare. Hg. v. NVIDIA. Online verfügbar unter <https://blogs.nvidia.com/blog/2018/11/20/healthcare-industry-uses-nvidia-ai/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Preetipadma (2020): New MIT Neural Network Architecture May Reduce Carbon Footprint by AI. In: *Analytics Insight*, 29.04.2020. Online verfügbar unter <https://www.analyticsinsight.net/new-mit-neural-network-architecture-may-reduce-carbon-footprint-ai/>, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- pre-IPO Pharma (2021): Information and News about petra-pharma. Online verfügbar unter <https://www.preipharma.com/companies/petra-pharma>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Prendergass, John (2018): Where Big Tech Is Placing Bets In Healthcare. Hg. v. CB Insights. Online verfügbar unter <https://www.cbinsights.com/research/top-tech-companies-healthcare-investments-acquisitions/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Proffitt, Allison (2020): Intel, Penn Medicine Launch Federated Learning Model For Brain Tumors. Hg. v. aiTrends. Online verfügbar unter <https://www.aitrends.com/ai-in-medicine/intel-penn-medicine-launch-federated-learning-model-for-brain-tumors/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Pufé, Iris (2014): Was ist Nachhaltigkeit? Dimensionen und Chancen. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)* 64 (31-32), S. 15-21. Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/apuz/188663/was-ist-nachhaltigkeit-dimensionen-und-chancen?p=all>, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- Pulse (2021): Samsung Bioepis completes Phase 3 biosim study in rare blood disease patients. Pulse by Maeil Business New Korea. Online verfügbar unter <https://pulsenews.co.kr/view.php?year=2021&no=1016564>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- PwC (2017): Sherlock in Health. How artificial intelligence may improve quality and efficiency, whilst reducing healthcare costs in Europe. Hg. v. PricewaterhouseCoopers. Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/studie-sherlock-in-health.pdf>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- PwC (2018): Wie Tech-Giganten den Gesundheitsmarkt revolutionieren. Im Gespräch mit Michael Burkhardt, Leiter des Bereichs Gesundheitswesen & Pharma bei PwC. Hg. v. PricewaterhouseCoopers. Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/wie-tech-giganten-den-gesundheitsmarkt-revolutionieren.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Quach, Katyanna (2020): Whoops, our bad, we may have 'accidentally' let Google Home devices record your every word, sound - oops. Hg. v. The Register. Online verfügbar unter https://www.theregister.com/2020/08/08/ai_in_brief/, zuletzt geprüft am 17.09.2021.

- Qualtrics (17.06.2019): Global „5 For The Fight Month“ Campaign Culminates in \$1M Raised for Cancer Research. Online verfügbar unter <https://www.qualtrics.com/news/global-5-for-the-fight-month-campaign-culminates-in-1m-raised-for-cancer-research/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Quantified Self (2021). Online verfügbar unter <https://quantifiedself.com/>, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Radboud University Medical Center (22.12.2020): The collaboration with Siemens Healthineers. Nijmegen (NL). Online verfügbar unter <https://www.radboudumc.nl/en/research/radboud-technology-centers/image-guided-treatments/mitec/news/the-collaboration-with-siemens-healthineers>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Rahimi, Rezvan; Kazemi, Alireza; Moghaddasi, Hamid; Arjmandi Rafsanjani, Khadijeh; Bahoush, Gholamreza (2018): Specifications of Computerized Provider Order Entry and Clinical Decision Support Systems for Cancer Patients Undergoing Chemotherapy: A Systematic Review. In: *Chemotherapy* 63 (3), S.162–171. DOI: 10.1159/000489503.
- Ram, Aliya (2018): Babylon signs Tencent deal to deploy health technology on WeChat. Hg. v. Financial Times. Online verfügbar unter <https://www.ft.com/content/40fae194-381d-11e8-8eee-e06bde01c544>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Rao, Sandhya K.; Kimball, Alexa B.; Lehrhoff, Sara R.; Hidrue, Michael K.; Colton, Deborah G.; Ferris, Timothy G.; Torchiana, David F. (2017): The Impact of Administrative Burden on Academic Physicians: Results of a Hospital-Wide Physician Survey. In: *Academic Medicine* 92 (2), S. 237–243. DOI: 10.1097/ACM.0000000000001461.
- Rathenow, Solveig (2020): Amazon Care will in den USA die Gesundheitsversorgung von Mitarbeitern großer Konzerne übernehmen. Hg. v. Business Insider. Online verfügbar unter <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/amazon-care-will-in-den-usa-die-gesundheitsversorgung-von-mitarbeitern-grosser-konzerne-uebernehmen/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Rauber, Jonas; Fox, Emil B.; Gatys, Leon A. (2019): Modeling Patterns of Smartphone Usage and their Relationship to Cognitive Health. Hg. v. Apple Machine Learning Research. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/1911.05683.pdf>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Ravanini, Melissa; Firmiano, Diógenes (2020): How AWS and blockchain make it possible to meet the challenges of interoperability in healthcare. Amazon Web Services, Inc. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/blogs/publicsector/blockchain-meet-challenges-interoperability-healthcare/>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Ravet, Hagar (2017): Tencent, Lightspeed Ventures Partners Back Disease Detection Startup. Hg. v. cTech. Online verfügbar unter <https://www.calcalistech.com/ctech/articles/0,7340,L-3719893,00.html>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Rawal, Amit (2020): Google's New Health-Search Engine. Making the \$3T health data searchable, and maybe, monetizable. Hg. v. Medium. Online verfügbar unter <https://medium.com/swlh/googles-new-healthcare-data-search-engine-9e6d824b3ccd>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Ray, Mark (2019): Could A Smarter Home Help You Age In Place? Hg. v. Forbes. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/nextavenue/2019/06/26/could-a-smarter-home-help-you-age-in-place/?sh=620eb1821244>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Reemo Health (2021): Home. Online verfügbar unter <https://reemohealth.com/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Reid, Elise (2020): Samsung Smart TV Owners Given Free Access To Health & Fitness Content. Hg. v. Channel News. Online verfügbar unter <https://www.channelnews.com.au/samsung-smart-tv-owners-given-free-access-to-health-fitness-plans/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Remmers, Hartmut (2019): Pflege und Technik. Stand der Diskussion und zentrale ethische Fragen. Care and technology. Status quo of discussion and key ethical issues. In: *Ethik in der Medizin* 31 (4), S. 407–430. DOI: 10.1007/s00481-019-00545-2.
- Rhee, Jane (2021): Lessons in Digital Health Platform Acquisition from IBM's Watson. Hg. v. DeciBio. Online verfügbar unter <https://www.decibio.com/insights/lessons-in-digital-health-platform-acquisition-from-ibms-watson>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Rhew, David C. (2018): How Digital Health Solutions Are Addressing Today's Healthcare Crises. Hg. v. Samsung Insights. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2018/10/22/how-digital-health-solutions-are-addressing-todays-healthcare-crises/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Roach, John (2019): Microsoft service helps healthcare organizations develop and deploy virtual health assistants. Hg. v. Microsoft. Online verfügbar unter https://blogs.microsoft.com/ai/microsoft-healthcare-bot-service/?utm_source=pre-amp&utm_campaign=81173, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Robbins, Scott (2019): A Misdirected Principle with a Catch: Explicability for AI. In: *Minds and Machines* 29 (4), S. 495–514. DOI: 10.1007/s11023-019-09509-3.
- Rodiewicz, Thomas L.; Houseman, Benjamin; Hipskind, John E. (2020): Medical Error Prevention. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing LLC. Online verfügbar unter <https://europepmc.org/article/nbk/nbk499956>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.

- Rohrer, Benjamin (2020): Versandhandel: Marke „Amazon Pharmacy“ in der EU bereits zugelassen. Hg. v. Pharmazeutische Zeitung. Online verfügbar unter <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/marke-amazon-pharmacy-in-der-eu-bereits-zugelassen-121974/>, zuletzt geprüft am 17.09.2021.
- Roy, Ria (2020): Where Will We Be in 2030? Moonshot Thinking For The Field of Performance Improvement: 10X in 10 Years? In: *Performance Improvement* 59 (5), S. 38–39. DOI: 10.1002/pfi.21914.
- Rubeis, Giovanni (2020): Digitalisierung der Gesundheitsversorgung. Chancen und Risiken aus ethischer Sicht. In: *Ärztblatt Baden-Württemberg* 75 (1), S. 20–23.
- Rüdiger, Ariane (2020): Was ist Schwarmlernen, Swarm Learning? In: *DataCenter-Insider*, 11.05.2020. Online verfügbar unter <https://www.datacenter-insider.de/was-ist-schwarmlernen-swarm-learning-a-930925/>, zuletzt geprüft am 12.10.2021.
- Rybicki, Britta (2021): Amazon Förderprogramm: Zehn Start-ups setzen sich gegen 400 durch. Hg. v. Handelsblatt. Online verfügbar unter https://www.handelsblatt.com/inside/digital_health/amazon-foerderprogramm-zehn-start-ups-setzen-sich-gegen-ueber-400-durch/27662102.html?utm_source=red&utm_medium=nl&utm_campaign=hb-insidedigitalhealth&utm_content=30092021&ticket=ST-7489455-BqVBVQgw5yFd0MTS1mL-ap6, zuletzt geprüft am 05.10.2021.
- Safi, Sabur; Thiessen, Thomas; Schmailzl, Kurt Jg (2018): Acceptance and Resistance of New Digital Technologies in Medicine: Qualitative Study. In: *JMIR Research Protocols* 7 (12). DOI: 10.2196/11072.
- Salian, Isha (2019): Cell by Cell: Deep Learning Powers Drug Discovery for Rare Diseases. NVIDIA. Online verfügbar unter <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/01/14/recursion-drug-discovery-rare-diseases/>, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Samsung (26.02.2018): Samsung and UCSF Introduce My BP Lab, a Smartphone App for Blood Pressure and Stress Research. Online verfügbar unter <https://news.samsung.com/global/samsung-and-ucsf-introduce-my-bp-lab-a-smartphone-app-for-blood-pressure-and-stress-research>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Samsung (2020): Galaxy Watch Active 2. Online verfügbar unter <https://www.samsung.com/de/wearables/galaxy-watch-active2/#3>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Samsung (2021a): Gear Fit2 Pro. Online verfügbar unter <https://www.samsung.com/us/mobile/wearables/smart-fitness-bands/gear-fit2-pro--large--black-sm-r365nzkaxar/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Samsung (2021b): Samsung Blockchain. Samsung. Online verfügbar unter <https://www.samsung.com/ch/apps/samsung-blockchain/>, zuletzt aktualisiert am 07.11.2021, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Samsung (2021c): Samsung Health. Apps. Online verfügbar unter <https://www.samsung.com/de/apps/health/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Samsung Bioepis (2020): An Introduction to Samsung Bioepis. Hg. v. Samsung. Online verfügbar unter [https://m.samsungbioepis.com/upload/attach/\[ENG\]%20Samsung_Bioepis_Corporate%20Brochure_A4_201006_single%20pages_clean.pdf](https://m.samsungbioepis.com/upload/attach/[ENG]%20Samsung_Bioepis_Corporate%20Brochure_A4_201006_single%20pages_clean.pdf), zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Samsung Biologics (2020a): [Herald Interview] Blazing Samsung Biologics' trail into new territory. Hg. v. Samsung. Online verfügbar unter <https://samsungbiologics.com/media/company-news-view?boardSeq=524&schString=Research>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Samsung Biologics (2020b): Homepage. Online verfügbar unter <https://samsungbiologics.com/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Samsung Simband (2018): Simband – Documentation. Hg. v. Samsung. Online verfügbar unter <https://www.simband.io/documentation/simband-documentation/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SAP (o. A. a): SAP Data Warehouse Cloud. Online verfügbar unter <https://www.sap.com/products/data-warehouse-cloud.html>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- SAP (o. A. b): Was ist SAP HANA? Online verfügbar unter <https://www.sap.com/germany/products/hana/what-is-sap-hana.html#overview>, zuletzt geprüft am 22.10.2021.
- SAP (03.02.2020): SAP Joins 5 For The Fight. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/2020/02/sap-joins-5-for-the-fight/>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- SAP (25.06.2020): Mit der SAP-Cloud alle Krankenhausbetten im Blick. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/germany/2020/06/cloud-krankenhausbetten-covid19/>, zuletzt geprüft am 07.09.2021.
- SAP (2021a): Droice Hawk by Droice. Online verfügbar unter https://store.sap.com/en/product/display-0000051447_live_v1/Droice%20Hawk, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SAP (2021b): SAP Business Technology Platform for the Healthcare Industry. Online verfügbar unter <https://www.sap.com/assetdetail/2020/12/f2cdad2f-cb7d-0010-87a3-c30de2ffd8ff.html>, zuletzt geprüft am 26.10.2021.
- SAP News Center (19.04.2016): SAP Health Engagement Connects Caregivers and Patients, Provides Tools to Manage and Improve Personal Health. Walldorf (GER). Kaufmann, Andrea, andrea.kaufmann@sap.com. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/2016/04/sap-health-engagement-connects-caregivers-and-patients-provides-tools-to-manage-and-improve-personal-health/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.

- SAP News Center (21.11.2018): SAP Health Solution Wins Coveted Red Dot Award for Exceptional User Experience in Emergency Waiting Rooms and Outpatient Departments. Walldorf (GER). andrea.kaufmann@sap.com, Kaufmann, Andrea. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/2018/11/sap-health-waiting-time-red-dot-award/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SAP News Center (16.01.2019): New Blockchain Software from SAP Helps Eliminate Counterfeit Drugs. Walldorf (GER). Jonas, Ilaina; Nickel, Benjamin, ilaina.jonas@sap.com; benjamin.nickel@sap.com. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/2019/01/sap-information-collaboration-hub-life-sciences-blockchain-eliminate-counterfeit-drugs/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SAP News Center (17.06.2020): In knapp 50 Tagen programmiert: Telekom und SAP veröffentlichen Corona-Warn-App. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/germany/2020/06/veroeffentlichung-corona-warn-app/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SAP News Center (29.09.2020): SAP und Start-ups sorgen gemeinsam für Innovation, @smgaler. Online verfügbar unter <https://news.sap.com/germany/2020/09/start-up-innovation-covid19/>, zuletzt geprüft am 08.09.2021.
- Satterwhite Mayberry, Lindsay; Lyles, Courtney R.; Oldenburg, Brian; Osborn, Chandra Y.; Parks, Makenzie; Peek, Monica E. (2019): mHealth Interventions for Disadvantaged and Vulnerable People with Type 2 Diabetes. In: *Current diabetes reports* 19 (12), S.148. DOI: 10.1007/s11892-019-1280-9.
- Savitz, Eric: Intel Reportedly Buys Israeli Startup IDesia Biometrics. Hg. v. Forbes. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/ericsavitz/2012/07/02/intel-reportedly-buys-israeli-startup-idesia-biometrics/?sh=66654b8a7a20>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Savov, Vlad (2018): Google's Selfish Ledger is an unsettling vision of Silicon Valley social engineering. In: *The Verge*, 17.05.2018. Online verfügbar unter <https://www.theverge.com/2018/5/17/17344250/google-x-selfish-ledger-video-data-privacy>, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Schersch, Stephanie (2020): Online-Apotheke: Mehr als 60 Prozent würden bei Amazon Pharmacy bestellen. Hg. v. Pharmazeutische Zeitung. Online verfügbar unter <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/mehr-als-60-prozent-wuerden-bei-amazon-pharmacy-bestellen-122078/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Schmitz-Luhn, Björn (2015): Priorisierung in der Medizin. Erfahrungen und Perspektiven. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schmitz-Luhn, Björn; Bohmeier, André (Hg.) (2013): Priorisierung in der Medizin. Kriterien im Dialog. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schulz, Thomas (2017): Wie Microsoft und Google Krebs besiegen wollen. In: *Der Spiegel (online)* 45.
- Schulz, Thomas (2018): Zukunftsmedizin. Wie das Silicon Valley Krankheiten besiegen und unser Leben verlängern will. 1. Auflage. München, Hamburg: Deutsche Verlags-Anstalt; Spiegel-Verlag.
- Schütz, Benjamin; Urban, Monika (2020): Unerwünschte Effekte digitaler Gesundheitstechnologien: Eine Public-Health-Perspektive. In: *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 63 (2), S.192–198. DOI: 10.1007/s00103-019-03088-5.
- Selke, Stefan (2015): Rationale Diskriminierung oder: die Ausweitung der sozialen Kampfzone durch Lifelogging. Hg. v. Luxemburg. Gesellschaftsanalyse und Linke Praxis. Online verfügbar unter <https://www.zeitschrift-luxemburg.de/rationale-diskriminierung/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Selke, Stefan (Hg.) (2016): Lifelogging. Digitale Selbstvermessung und Lebensprotokollierung zwischen disruptiver Technologie und kulturellem Wandel. Wiesbaden: Springer VS.
- Sen, Amartya (1979): Equality of What? Hg. v. The Tanner Lectures on Human Values. Stanford University. Online verfügbar unter https://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/Sen-1979_Equality-of-What.pdf, zuletzt geprüft am 29.09.2021.
- Sen, Amartya (2009): The idea of justice. London: Allen Lane & Harvard University Press.
- Sha M, Mohemmed; Parveen Rahamathulla, Mohamudha (2020): Cloud-based Healthcare data management Framework. In: *KSI Transactions on Internet and Information Systems* 14 (3), S.1014–1025. DOI: 10.3837/tiis.2020.03.006.
- Shanafelt, Tait D.; Boone, Sonja; Tan, Litjen; Dyrbye, Lotte N.; Sotile, Wayne; Satele, Daniel, et al. (2012): Burnout and satisfaction with work-life balance among US physicians relative to the general US population. In: *Archives of Internal Medicine* 172 (18), S.1377–1385. DOI: 10.1001/archinternmed.2012.3199.
- Sharon, Tamar (2017): Self-Tracking for Health and the Quantified Self: Re-Articulating Autonomy, Solidarity, and Authenticity in an Age of Personalized Healthcare. In: *Philosophy & Technology* 30 (1), S. 93–121. DOI: 10.1007/s13347-016-0215-5.
- Sharon, Tamar (2020): Blind-sided by privacy? Digital contact tracing, the Apple/Google API and big tech's newfound role as global health policy makers. In: *Ethics and Information Technology*. DOI: 10.1007/s10676-020-09547-x.
- Shih, Joanne (2018): Backed by Bill Gates, Jeff Bezos, and Tencent, Biotech Startup Grail Plans Hong Kong IPO. Hg. v. GeneOnline. Online verfügbar unter <https://geneonline.news/en/backed-by-bill-gates-jeff-bezos-and-tencent-biotech-startup-grail-plans-hong-kong-ipo/#respond>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.

- Shope, Rachel (2019): Big Tech Is Ramping Up Its Healthcare Moves. Hg. v. CB Insights. Online verfügbar unter <https://www.cbinsights.com/research/big-tech-healthcare-moves/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Shumin, Liao (2019): Alibaba Spends USD262 Million to Boost Its Stake in Meinian Onehealth. Hg. v. YiCai Global. Online verfügbar unter <https://www.yicai.com/news/alibaba-spends-usd262-million-to-boost-its-stake-in-meinian-onehealth>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Shumin, Liao (2020): Meinian Onehealth's Shares Sink After Alibaba Trims Stake to About 8%. Hg. v. YiCai Global. Online verfügbar unter <https://www.yicai.com/news/meinian-onehealth-shares-sink-after-alibaba-trims-stake-to-about-8>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens (2021a): Advanced Therapies. Online verfügbar unter <https://new.siemens.com/global/de/unternehmen/ueber-uns/geschichte/technik/medizintechnik/advanced-therapies.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens (2021b): Digital Twin – Digitaler Zwilling. Online verfügbar unter <https://new.siemens.com/de/de/unternehmen/stories/forschung-technologien/digitaler-zwilling/digital-twin.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (08.11.2016): Siemens Healthineers acquires Conworx Technology. healthcare-in-europe.com. Online verfügbar unter <https://healthcare-in-europe.com/en/news/siemens-healthineers-acquires-conworx-technology.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (15.12.2017): Siemens Healthineers gibt Übernahme von Fast Track Diagnostics bekannt. Bludszuweit, Marion, marion.bludszuweit@siemens-healthineers.com. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de-int/press-room/press-releases/pr-2017120115hc.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (06.03.2018): Digitalisierung des Gesundheitswesens: Siemens Healthineers zeigt wie Gesundheitsversorger Daten effektiv nutzen können. Donhauser-Bach, Julia, julia.donhauser-bach@siemens-healthineers.com. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de-int/press-room/press-releases/pr-20180306009hc.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (08.08.2019): Siemens Healthineers übernimmt Vorreiter im Bereich der robotergestützten Gefäßinterventionen. Erlangen (GER). Schmidt, Stefan; Bludszuweit, Marion, stefansschmidt@siemens-healthineers.com; marion.bludszuweit@siemens-healthineers.com. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/press-room/press-releases/pr-20190808032shs.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (29.10.2019): Siemens Healthineers schließt Übernahme von Corindus ab. Schmidt, Stefan, philipp.grontzki@siemens-healthineers.com. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de-int/press-room/press-releases/pr-closing-corindus.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (04.11.2019): Siemens Healthineers übernimmt Corindus. Erlangen (GER). Medizin & Technik. Online verfügbar unter <https://medizin-und-technik.industrie.de/markt/aus-der-branche/corindus-gehört-nun-zu-siemens-healthineers/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2020a): Artificial intelligence in healthcare. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/artificial-intelligence-in-healthcare>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (02.08.2020): Siemens Healthineers plant Erwerb von Varian, um Kampf gegen Krebs zu intensivieren und seine Position im Gesundheitswesen zu stärken. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/deu/press/features/pf-2020-q3>, zuletzt geprüft am 02.11.2021.
- Siemens Healthineers (21.09.2020): Siemens Healthineers Announces Collaboration Agreement for Assay Development with an Initial Focus on Multiple Sclerosis. Erlangen (GER). Opderbeck, Thorsten, thorsten.opderbeck@siemens-healthineers.com. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/press-room/press-releases/ms-novartis.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2020b): Brustkrebs: Künstliche Intelligenz verbessert die Früherkennung und erleichtert die Arbeit. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/news/mso-ai-in-mammography.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021a): AI-Pathway Companion. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/clinical-decision-support/ai-pathway-companion>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.

- Siemens Healthineers (2021b): AI-Rad Companion. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/clinical-decision-support/ai-rad-companion>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021c): Bildungsapp Mitral View. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/ultrasound/mitral-view-education-app>, zuletzt geprüft am 15.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021d): BioMatrix Technology. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/magnetic-resonance-imaging/technologies-and-innovations/biomatrix-technology>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021e): CorPath GRX – Corindus vascular robotics. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/angio/endovascular-robotics/precision-vascular-robotics>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021f): Dade Behring is Siemens. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/at/laboratory-diagnostics/dade-behring-siemens/dade-behring-is-siemens>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021g): Digital Ecosystem. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/fr-be/healthineers-digital-ecosystem/digital-ecosystem>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021h): Digital Marketplace. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/partner-solutions/digital-marketplace-partner-applications>, zuletzt geprüft am 30.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021i): eHealth Solutions. Vernetzung von Versorgungsteams, Leistungserbringern und Patienten. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/digital-solutions-overview/patient-engagement-solutions/e-health-solutions>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021j): Enterprise Imaging IT. Online verfügbar unter https://www.siemens-healthineers.com/de/medical-imaging-it/enterprise-imaging-it/enterprise-imaging-it#FEATURES_BENEFITS, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021k): Klinische Lösungen. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/clinical-specialities>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021l): Mitral View Educational App. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/ultrasound/mitral-view-education-app>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021m): Products & Services. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/products-services>, zuletzt geprüft am 30.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021n): Research and Development. Siemens. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/en-uk/services/research-development>, zuletzt aktualisiert am 03.11.2021, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Siemens Healthineers (2021o): Robotics: The next frontier in healthcare. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/perspectives/the-next-frontier-in-healthcare>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Siemens Healthineers (2021p): Siemens Healthcare Laboratory. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/laboratory-diagnostics/shl>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021q): Siemens Healthineers DigitalMarketplace Online-Hilfe – Online-Leitfaden. Online verfügbar unter <https://marketplace.teamplay.siemens.com/apps>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021r): Strategische Partnerschaft zwischen Siemens und Varian. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/radiotherapy/varian-partnership>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021s): syngo.via. Powerful reading. Actionable results. Reading as it should be. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/medical-imaging-it/advanced-visualization-solutions/syngovia>, zuletzt geprüft am 15.10.2021.
- Siemens Healthineers (2021t): syngo.via OpenApps. Your gateway to innovation. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/medical-imaging-it/advanced-visualization-solutions/syngovia-openapps>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021u): teamplay digital health platform connect. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/digital-health-solutions/teamplay-digital-health-platform>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021v): Über Siemens Healthineers. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/de/about>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Siemens Healthineers (2021w): Über unser Unternehmen. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/deu/company>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- Siemens Healthineers (15.04.2021): Siemens Healthineers completes acquisition of Varian, strengthening its position as a holistic partner in healthcare. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/press/releases/varian-closing>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.

- Siemens Healthineers (2021x): Siemens Healthineers Experten mit quantenzählendem CT für Deutschen Zukunftspreis nominiert. Hg. v. Siemens Healthineers. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/deu/press/features/photoncounting>, zuletzt aktualisiert am 05.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Siemens Healthineers (2021y): Siemens Healthineers bringt weltweit ersten CT-Scanner mit Photonenzählung auf den Markt. Hg. v. Siemens Healthineers. Online verfügbar unter <https://www.siemens-healthineers.com/deu/press/releases/naeotomalalpha>, zuletzt aktualisiert am 05.01.2022, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Siemens Healthineers; IBM (08.12.2020): Plattformlösung: Siemens Healthineers und IBM rollen E-Health-Markt auf. kma Online. Online verfügbar unter <https://www.kma-online.de/aktuelles/it-digital-health/detail/siemens-healthineers-und-ibm-rollen-e-health-markt-auf-a-44533>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SilverCloud Health (02.10.2019): SilverCloud Health Collaborates with Microsoft in Pioneering Artificial Intelligence Research to Deliver More Effective Digital Mental Healthcare. Boston (USA). Green, Jessy, silvercloud@svmpr.com. Online verfügbar unter https://www.silvercloudhealth.com/us/press_releases/silvercloud-health-collaborates-with-microsoft, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Simonite, Tom (2019): How Health Care Data and Lax Rules Help China Prosper in AI. Hg. v. Wired. Online verfügbar unter <https://www.wired.com/story/health-care-data-lax-rules-help-china-prosper-ai/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Singularity Group (o. A. a): About US. Online verfügbar unter <https://su.org/about/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Singularity Group (o. A. b): Singularity Labs. Online verfügbar unter https://labs.su.org/?_ga=2.108946370.1726796570.1635356862-412528672.1635356861%20Abstract, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Sirriyeh, Reema; Lawton, Rebecca; Gardner, Peter; Armitage, Gerry (2010): Coping with medical error: a systematic review of papers to assess the effects of involvement in medical errors on healthcare professionals' psychological well-being. In: *Quality and Safety in Health Care* 19 (6). DOI: 10.1136/qshc.2009.035253.
- Skär, Lisa; Söderberg, Siv (2018): The importance of ethical aspects when implementing eHealth services in healthcare: A discussion paper. In: *Journal of advanced nursing* 74 (5), S. 1043–1050. DOI: 10.1111/jan.13493.
- Smith, Brad (2018): Using AI to help save lives. Hg. v. Microsoft. Online verfügbar unter <https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2018/09/24/using-ai-to-help-save-lives/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Smith, James (2020): Apple's Mhealth Market To Reach USD 311.98 Billion By 2027. In: *Bdaily*, 11.06.2020. Online verfügbar unter <https://bdaily.co.uk/articles/2020/06/11/apples-mhealth-market-to-reach-usd-31198-billion-by-2027>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Snyder, Barbara (2019): New Health Education Campus Offers Immersive Medical Training. Advanced learning technology augments traditional learning to help students become confident healthcare providers. Hg. v. Consult QD. Online verfügbar unter <https://consultqd.clevelandclinic.org/new-health-education-campus-offers-immersive-medical-training/>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Snyder, Joel (2018): Streamline Hospital Mobile Deployments With Samsung Knox. Hg. v. Samsung. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2018/09/25/streamline-hospital-mobile-deployments-with-samsung-knox/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- So, Derek; Kleiderman, Erika; Touré, Seydina B.; Joly, Yann (2017): Disease Resistance and the Definition of Genetic Enhancement. In: *Frontiers in genetics* 8. DOI: 10.3389/fgene.2017.00040.
- Soliño-Fernandez, Diego; Ding, Alexander; Bayro-Kaiser, Esteban; Ding, Eric L. (2019): Willingness to adopt wearable devices with behavioral and economic incentives by health insurance wellness programs: results of a US cross-sectional survey with multiple consumer health vignettes. In: *BMC public health* 19. DOI: 10.1186/s12889-019-7920-9.
- Sommer, Ulf (2021): Die wertvollsten Konzerne der Welt: Wie Apple, Microsoft und Alphabet Europa abhängen. In: *Handelsblatt*, 28.12.2021. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/finanzen/anlagestrategie/trends/top-100-nach-boersenwert-die-wertvollsten-konzerne-der-welt-wie-apple-microsoft-und-alphabet-europa-abhaengen/27916288.html?ticket=ST-11977269-1eFqn36e9D7tXcRTgDnW-cas01.example.org>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Son, Hugh (2021): Haven, the Amazon-Berkshire-JPMorgan venture to disrupt health care, is disbanding after 3 years. Hg. v. CNBC. Online verfügbar unter <https://www.cnbc.com/2021/01/04/haven-the-amazon-berkshire-jpmorgan-venture-to-disrupt-healthcare-is-disbanding-after-3-years.html#close>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Sony (2021a): Medizintechnik. Online verfügbar unter https://pro.sony/de_DE/products/medical, zuletzt aktualisiert am 06.11.2021, zuletzt geprüft am 06.11.2021.
- Sony (2021b): mSafety – redefining remote monitoring for mHealth & safety services. Hg. v. Sony. Online verfügbar unter <https://www.sonymetwork.com/msafety>, zuletzt geprüft am 26.10.2021.

- Sony (2021c): mSafety – Wearable-Plattform zum Remote-Monitoring von Gesundheitsdaten für B2Bs. Eine vernetzte Lösung zur Überwachung von Gesundheit und Wohlbefinden von Benutzern. Online verfügbar unter https://pro.sony/de_DE/insight/digital-transformation-healthcare-insights/remote-health-monitor-wearable-platform, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Spiegel (2021): Debatte über höhere Krankenkassenbeiträge für Ungeimpfte: „Die Beitragssätze sind für alle Menschen gleich“. In: *Der Spiegel*, 28.12.2021. Online verfügbar unter <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/corona-kritik-an-klaus-holetscheks-vorschlag-zu-hoeheren-krankenkassenbeitraegen-fuer-ungeimpfte-a-b6f6f7ac-ef29-49ab-9912-44e462f88693>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Spruce (2021): Digital Care Platform. Online verfügbar unter <https://www.sprucehealth.com/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- SpyBiotech (2021): Home. Online verfügbar unter <https://www.spybiotech.com/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- St. Jude Cloud (2021): St. Jude Cloud. Advancing Cures Through Data and Discovery. Hg. v. St. Jude Children’s Research Hospital. Online verfügbar unter <https://www.stjude.cloud/>, zuletzt geprüft am 28.10.2021.
- Stallkamp, Jan; Langejürgen, Jens (2019): Robotik im Dienst des Patienten. In: Jens Baas (Hg.): *Zukunft der Gesundheit. vernetzt, digital, menschlich*. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 83–106.
- Stanford Healthcare Innovation Lab (o.A.): Stanford COVID-19 Wearables Project. Hg. v. Stanford University School of Medicine. Online verfügbar unter <https://innovations.stanford.edu/wearables>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Stanford Medicine (2021): Apple Heart Study. Stanford University School of Medicine. Online verfügbar unter <https://med.stanford.edu/appleheartstudy.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Statistisches Bundesamt (06.04.2021): Gesundheitsausgaben im Jahr 2019 auf über 400 Milliarden Euro gestiegen. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/04/PD21_167_236.html, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Statistisches Bundesamt (02.06.2021): Gesundheitsausgaben 2019: Sozialversicherungsbeiträge mit fast 65 % wichtigste Finanzierungsquelle. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/06/PD21_260_23611.html;jsessionid=9354A9C2E9918C178D4F10B7C1408308.live742, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Stillman, Robert C. (2018): Clinical Decision Support Tools Improving Cancer Care. In: *Seminars in Oncology Nursing* 34 (2), S. 158–167. DOI: 10.1016/j.soncn.2018.03.007.
- Stoeklé, Henri-Corto; Turrini, Mauro; Charlier, Philippe; Deleuze, Jean-François; Hervé, Christian; Vogt, Guillaume (2019): Genetic Data, Two-Sided Markets and Dynamic Consent: United States Versus France. In: *Science and engineering ethics* 25 (5), S. 1597–1602. DOI: 10.1007/s11948-019-00085-4.
- Stormacq, Coraline; van den Broucke, Stephan; Wosinski, Jacqueline (2019): Does health literacy mediate the relationship between socioeconomic status and health disparities? Integrative review. In: *Health Promot Int* 34 (5), e1–e17. DOI: 10.1093/heapro/day062.
- Streed, Joel (2020): IBM Watson clinical trial matching program: Mayo Clinic Radio Health Minute. Mayo Clinic. Online verfügbar unter <https://newsnetwork.mayoclinic.org/discussion/ibm-watson-clinical-trial-matching-program-mayo-clinic-radio-health-minute/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Strubell, Emma; Ganesh, Ananya; McCallum, Andrew (2019): Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/1906.02243>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Sturman, Cathrine (2020): Babylon Health partners with Tencent in a bid to enter the Chinese market. Healthcare Global. Online verfügbar unter <https://www.healthcareglobal.com/technology-and-ai-3/babylon-health-partners-tencent-bid-enter-chinese-market>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Su, Jeb (2019): Amazon Owns Nearly Half Of The Public-Cloud Infrastructure Market Worth Over \$32 Billion: Report. In: *Forbes*, 02.08.2019. Online verfügbar unter <https://www.forbes.com/sites/jeanbaptiste/2019/08/02/amazon-owns-nearly-half-of-the-public-cloud-infrastructure-market-worth-over-32-billion-report/?sh=74ede01a29e0>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Subcommittee on Antitrust, Commercial and Administrative Law (2020): Investigation of Competition in Digital Markets. Majority Staff Report and Recommendations. Hg. v. Committee on the judiciary. Washington. Online verfügbar unter https://judiciary.house.gov/uploadedfiles/competition_in_digital_markets.pdf?utm_campaign=4493-519, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Suberg, William (2017): Alibaba Deploys Blockchain to Secure Health Data in Chinese First. In: *Cointelegraph*, 18.08.2017. Online verfügbar unter <https://cointelegraph.com/news/alibaba-deploys-blockchain-to-secure-health-data-in-chinese-first>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Suberg, William (2019): China: Tencent will medizinische Blockchain-Tools mit Waterdrop entwickeln. In: *Cointelegraph*, 30.04.2019. Online verfügbar unter <https://de.cointelegraph.com/news/chinas-tencent-to-develop-blockchain-medical-tools-with-waterdrop-after-investment>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.

- Suki AI (2019): Suki Partners with Google Cloud. Online verfügbar unter <https://resources.suki.ai/home/suki-partners-with-google-cloud>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Sullivan, Mark (2017): How Samsung's Simband Tried To Preempt The Apple Watch (And Why It Didn't Work). Hg. v. Fast Company. Online verfügbar unter <https://www.fastcompany.com/3068719/how-samsungs-simband-tried-to-preempt-the-apple-watch-and-why-it-didnt-wor>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Sutter Health (2020): Remote Scribes for Clinicians – Google Glass and Sutter Health. Vitals. Online verfügbar unter <https://vitals.sutterhealth.org/remote-scribes-for-clinicians-google-glass-and-sutter-health/>, zuletzt aktualisiert am 19.11.2020, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Sutter Health (2021): Sutter Health | Doctors and Hospitals | Northern California. Sutter Health. Online verfügbar unter <https://www.sutterhealth.org/>, zuletzt aktualisiert am 16.09.2021, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Sutton, Reed T.; Pincock, David; Baumgart, Daniel C.; Sadowski, Daniel C.; Fedorak, Richard N.; Kroeker, Karen I. (2020): An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. In: *npj Digital Medicine* 3 (17). DOI: 10.1038/s41746-020-0221-y.
- SVR (2021): Digitalisierung für Gesundheit. Ziele und Rahmenbedingungen eines dynamisch lernenden Gesundheitssystems. Gutachten 2021. Hg. v. Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen. Online verfügbar unter https://www.svr-gesundheit.de/fileadmin/Gutachten/Gutachten_2021/SVR_Gutachten_2021.pdf, zuletzt geprüft am 04.10.2021.
- Swan, Melanie (2012): Health 2050: The Realization of Personalized Medicine through Crowdsourcing, the Quantified Self, and the Participatory Biocitizen. In: *Journal of personalized medicine* 2 (3), S. 93–118. DOI: 10.3390/jpm2030093.
- Swaney, Ronda (2019): Saving Lives With Virtual Cardiac Rehabilitation. Hg. v. Samsung Insights. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2019/10/31/saving-lives-with-virtual-cardiac-rehabilitation/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- tagesschau.de (2021a): Rekordverdächtige Zahlen – aber warum? In: *tagesschau.de*, 28.01.2021. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/apple-samsung-quartalszahlen-101.html>, zuletzt geprüft am 15.02.2022.
- tagesschau.de (2021b): 20-Milliarden-Dollar-Übernahme: Microsoft kauft KI-Unternehmen Nuance. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/microsoft-nuance-101.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- tagesschau.de (2021c): Nuance-Übernahme: Microsoft erweitert sein Vokabular. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/microsoft-nuance-ki-101.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- tagesschau.de (2021d): Software-Riese: SAP treibt Cloud-Geschäft voran. In: *tagesschau.de*, 22.04.2021. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/sap-cloud-computing-s4-hana-101.html>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- tagesschau.de (2021e): US-Internetkonzern: Die dunklen Seiten von Facebook. Das dürfte Mark Zuckerberg gar nicht passen: In den „Facebook Files“ enthüllt das „Wall Street Journal“ brisante Dokumente aus dem Konzern. Wie sozial ist das Netzwerk wirklich? In: *tagesschau.de*, 21.09.2021. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/facebook-files-101.html>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- tagesschau.de (2021f): Whistleblowerin im US-Senat: „Facebook stellt Profite über die Menschen“. In: *tagesschau.de*, 05.10.2021. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/ausland/amerika/facebook-anhoerung-whistleblowerin-101.html>, zuletzt geprüft am 25.10.2021.
- tagesschau.de (2022): Erstes Unternehmen weltweit: Apple ist drei Billionen Dollar wert. In: *tagesschau.de*, 03.01.2022. Online verfügbar unter <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/apple-rekordhoch-drei-billionen-dollar-101.html>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Tarantola, Andrew (2021): Facebook is enabling a new generation of touchy-feely robots. In: *Engadget*, 01.11.2021. Online verfügbar unter <https://www.engadget.com/facebook-is-enabling-a-new-generation-of-touchy-feely-robots-120016974.html>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Taylor, S. P. (2017): What Is Innovation? A Study of the Definitions, Academic Models and Applicability of Innovation to an Example of Social Housing in England. In: *Open Journal of Social Sciences* 05 (11), S. 128–146. DOI: 10.4236/jss.2017.511010.
- Telgheder, Maike (2016): IFA: Wenn sich Apps um die Gesundheit kümmern. Hg. v. Handelsblatt. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/philips-auf-der-ifa-wenn-sich-apps-um-die-gesundheit-kuemmern-/14485446.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Teller, Astro (2019): „We choose to go to the moon“. Hg. v. X – The Moonshot Factory. Online verfügbar unter <https://blog.x.company/we-choose-to-go-to-the-moon-89596ef81e98>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Tencent (2019): Bridging Gaps in Healthcare Industry with Technology. Online verfügbar unter <https://www.tencent.com/en-us/articles/2200933.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.

- Tencent Cloud (13.04.2020): Tencent Cloud Launches International Anti-COVID-19 Service Package, Aiding the Global Fight Against the Pandemic. Shenzhen (CN). PR Newswire. Online verfügbar unter <https://www.prnewswire.com/news-releases/tencent-cloud-launches-international-anti-covid-19-service-package-aiding-the-global-fight-against-the-pandemic-301039240.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Tenzer, F. (2021): Marktanteil am Smartphone-Absatz weltweit bis Q3 2021. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/12864/umfrage/marktanteil-von-apple-smartphones-seit-2007/>, zuletzt geprüft am 17.02.2022.
- Tenzer, F. (2022a): Absatz von Wearables weltweit in den Jahren 2014 bis 2020. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/515723/umfrage/absatz-von-wearables-weltweit/>, zuletzt geprüft am 17.02.2022.
- Tenzer, F. (2022b): Prognose zum Absatz von Wearables weltweit von 2014 bis 2024. Hg. v. Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/417580/umfrage/prognose-zum-absatz-von-wearables/>, zuletzt geprüft am 17.02.2022.
- The Medical Futurist (2018): NVIDIA's Medical Imaging Supercomputer Opens New Horizons for Diagnostics. Online verfügbar unter <https://medicalfuturist.com/nvidias-medical-imaging-supercomputer-opens-new-horizons-diagnostics/>, zuletzt geprüft am 29.10.2021.
- The Medical Futurist (2019): China Is Building The Ultimate Digital Health Paradise. Or Is It? Online verfügbar unter <https://medicalfuturist.com/china-digital-health/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Thiel, Rainer; Deimel, Lucas; Schmidtman, Daniel; Piesche, Klaus; Hüsing, Tobias; Rennoch, Jonas et al. (2018): #SmartHealthSystems. Hg. v. Bertelsmann Stiftung. empirica. Online verfügbar unter <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/publikationen/publikation/did/smarthealthsystems/>, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Thomson, Amy (2021): Saudi-Backed U.K. Health App Babylon Ends Deal with Tencent. Hg. v. Bloomberg. Online verfügbar unter <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-19/babylon-health-s-china-partnership-with-tencent-s-wechat-ends>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Thuemmler, Christoph; Bai, Chunxue (Hg.) (2017): Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare. Cham: Springer International Publishing (Springer eBook Collection Engineering).
- Tillman, Maggie (2021): Was ist Google Duplex, wo ist es verfügbar und wie funktioniert es? Hg. v. Pocket-lint. Online verfügbar unter <https://www.pocket-lint.com/de-de/handy/news/google/146008-was-ist-google-duplex-wo-ist-es-verfuegbar-und-wie-funktioniert-es>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Tomašev, Nenad; Glorot, Xavier; Rae, Jack W.; Zielinski, Michal; Askham, Harry; Saraiva, Andre, et al. (2019): A clinically applicable approach to continuous prediction of future acute kidney injury. In: *Nature* 572 (7767), S. 116–119. DOI: 10.1038/s41586-019-1390-1.
- Topol, Eric J. (2013): The creative destruction of medicine. How the digital revolution will create better health care. First paperback edition. New York: Basic Books.
- Topol, Eric J. (2015): The patient will see you now. The future of medicine is in your hands. New York: Basic Books.
- Topol, Eric J. (2019a): High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. In: *Nature medicine* 25 (1), S. 44–56. DOI: 10.1038/s41591-018-0300-7.
- Topol, Eric J. (2019b): Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future. An independent report on behalf of the Secretary of State for health and Social Care. NHS. Online verfügbar unter <https://topol.hee.nhs.uk/wp-content/uploads/HEE-Topol-Review-2019.pdf>, zuletzt geprüft am 05.10.2021.
- Toussaint, John S. (2021): Why Haven Healthcare Failed. In: *Harvard Business Review*, 06.01.2021. Online verfügbar unter <https://hbr.org/2021/01/why-haven-healthcare-failed?autocomplete=true>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Tsai, Theodore L.; Fridsma, Douglas B.; Gatti, Guido (2003): Computer decision support as a source of interpretation error: the case of electrocardiograms. In: *Journal of the American Medical Informatics Association (JAMIA)* 10 (5), S. 478–483. DOI: 10.1197/jamia.M1279.
- Tuna, Yusuf (2019a): Tencent Trusted Doctors Becomes Unicorn Completing a New USD 250 Million Financing. Hg. v. EqualOcean. Online verfügbar unter <https://equalocean.com/news/201904241865>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Tuna, Yusuf (2019b): Alibaba Buys 4 % of Meinian Onehealth, China's Largest Medical Checkup Provider. Hg. v. EqualOcean. Online verfügbar unter <https://equalocean.com/news/2019111712215>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Tziner, Aharon; Rabenu, Edna; Radomski, Ruth; Belkin, Alexander (2015): Work stress and turnover intentions among hospital physicians: The mediating role of burnout and work satisfaction. In: *Journal of Work and Organizational Psychology* 31 (3), S. 207–213. DOI: 10.1016/j.rpto.2015.05.001.

- UCLA Health (30.05.2019): UCLA Health adopts Microsoft Azure to accelerate medical research and improve patient care. UCLA Health – Los Angeles, CA. Los Angeles (USA), Redmond (USA). Hatoum, Ryan, rhatoum@mednet.ucla.edu. Online verfügbar unter <https://www.uclahealth.org/ucla-health-adopts-microsoft-azure-to-accelerate-medical-research-and-improve-patient-care>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- UCSF (18.01.2017): UCSF, Intel Join Forces to Develop Deep Learning Analytics for Health Care. San Francisco (USA). Online verfügbar unter <https://www.ucsf.edu/news/2017/01/405536/ucsf-intel-join-forces-develop-deep-learning-analytics-health-care>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- UCSF (25.02.2018): Samsung and UCSF Introduce My BP Lab, a Smartphone App for Blood Pressure and Stress Research. Online verfügbar unter <https://www.ucsf.edu/news/2018/02/409911/samsung-and-ucsf-introduce-my-bp-lab-smartphone-app-blood-pressure-and-stress>, zuletzt geprüft am 10.09.2021.
- UN (1948): Universal Declaration of Human Rights. United Nations. Online verfügbar unter <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/udhr.pdf>, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- UN (2015): The 17 goals. Sustainable Development. United Nations. Online verfügbar unter <https://sdgs.un.org/goals>, zuletzt geprüft am 07.10.2021.
- UN Secretary-General's High-level Panel on Digital Cooperation (2019): The Age of Digital Interdependence. UN Secretary-General's High-level Panel. Online verfügbar unter <https://digitallibrary.un.org/record/3865925>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- University of Michigan (2021): Apple Hearing Study. University of Michigan, School of Public Health. Online verfügbar unter <https://sph.umich.edu/applehearingstudy/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Vaidya, Anuja (2021): Cerner, Philips invest in Carevive Systems' oversubscribed \$18M equity round. Hg. v. MedCityNews. Online verfügbar unter <https://medcitynews.com/2021/02/erner-philips-invest-in-carevive-systems-oversubscribed-18m-equity-round/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- van Wynsberghe, Aimee (2016): Healthcare Robots. Ethics, design and implementation. London, New York: Routledge (Emerging technologies, ethics and international affairs).
- van Wynsberghe, Aimee (2021): Sustainable AI: AI for sustainability and the sustainability of AI. In: *AI and Ethics* 1, S. 213–218. DOI: 10.1007/s43681-021-00043-6.
- Varadharajan, Deepashri (2017): Lifting The Curtain On iCarbonX: China's Overnight Unicorn Is Attacking Everything From Genomics To Smart Toilets. Hg. v. CB Insights. Online verfügbar unter <https://www.cbinsights.com/research/icarbonx-teardown-genomics-ai-expert-research/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- VentureCapital Magazin (2016): Siemens Healthcare übernimmt NEO New Oncology. Online verfügbar unter <https://www.vc-magazin.de/blog/2016/05/17/siemens-healthcare-uebernimmt-neo-new-oncologym-ag/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Verbrugge, Charlotte (2020): 6 Google Workspace, formerly G Suite, tips for healthcare. Hg. v. Devoteam G Cloud – Google Cloud Partner Blog. Online verfügbar unter <https://gcloud.devoteam.com/blog/6-google-workspace-tips-for-healthcare>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Verily (o.A.): Advancing health outcomes through technology, data science, and a team of experts across clinical research, care, and devices. Hg. v. Verily Life Science LLC./ Alphabet Inc. Online verfügbar unter <https://verily.com/>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Verily (2021a): Project Baseline by Verily. Hg. v. Verily Life Science LLC./ Alphabet Inc. Online verfügbar unter <https://www.projectbaseline.com/faq-general/>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Verily (2021b): Verily COVID-19 Pathfinder. Automating support for frontline care teams. Hg. v. Verily Life Science LLC./ Alphabet Inc. Online verfügbar unter <https://verily.com/solutions/pathfinder/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- VfA (2018): Was der Orphan Drug-Status für ein Medikament bedeutet (und was nicht). VfA. Online verfügbar unter <https://www.vfa.de/de/wirtschaftspolitik/artikel-wirtschaft-politik/was-der-orphan-drug-status-fuer-ein-medikament-bedeutet.html>, zuletzt geprüft am 14.11.2021.
- VfA (2019): Biosimilars schnell erklärt. Verband Forschender Arzneimittelhersteller e. V. Online verfügbar unter <https://www.vfa.de/de/wirtschaftspolitik/abgesundheitspolitik/biosimilars-schnell-erklart.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Virone, Christina; Kremer, Lisanne; Breil, Bernhard (2021): Which Factors of Digitisation Bias the Work-Related Stress of Healthcare Employees? A Systematic Review. In: *Public Health and Informatics* 281, S. 916–920. DOI: 10.3233/SHTI210312.
- Vizologi (2021): Willow Garage business model canvas. Vizologi. Online verfügbar unter <https://vizologi.com/business-strategy-canvas/willow-garage-business-model-canvas/>, zuletzt geprüft am 12.11.2021.
- Voigt, Kai-Ingo (2018): Definition: Forschung und Entwicklung (F&E). In: *Gabler Wirtschaftslexikon*, 19.02.2018. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/forschung-und-entwicklung-fe-36421>, zuletzt geprüft am 08.11.2021.

- Wagner, Kurt (2019a): Facebook to Buy Startup for Controlling Computers With Your Mind. Hg. v. Bloomberg. Online verfügbar unter <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-23/facebook-to-buy-startup-for-controlling-computers-with-your-mind>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Wagner, Sophia (2019b): Chinesische CRISPR-Babys: Erfolg der Genmanipulation ist fraglich. Hg. v. Deutsche Welle. Online verfügbar unter <https://www.dw.com/de/chinesische-crispr-babys-erfolg-der-genmanipulation-ist-fraglich/a-51532394>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Waite, Stephen; Kolla, Srinivas; Jeudy, Jean; Legasto, Alan; Macknik, Stephen L.; Martinez-Conde, Susana, et al. (2017): Tired in the Reading Room: The Influence of Fatigue in Radiology. In: *Journal of the American College of Radiology (JACR)* 14 (2), S. 191–197. DOI: 10.1016/j.jacr.2016.10.009.
- Walker, Tara (2017): Welcoming Amazon Rekognition Video: Deep-Learning Based Video Recognition. Hg. v. Amazon Web Services. Online verfügbar unter <https://aws.amazon.com/de/blogs/aws/launch-welcoming-amazon-rekognition-video-service/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Warnat-Herresthal, Stefanie; Schultze, Hartmut; Shastri, Krishnaprasad Lingadahalli; Manamohan, Sathyanarayanan; Mukherjee, Saikat; Garg, Vishesh, et al. (2021): Swarm Learning for decentralized and confidential clinical machine learning. In: *Nature* 594 (7862), S. 265–270. DOI: 10.1038/s41586-021-03583-3.
- Warren, Samuel D.; Brandeis, Louis D. (1890): The Right to Privacy. In: *Harvard Law Review* 4 (5), S. 193–220. Online verfügbar unter <https://www.cs.cornell.edu/~shmat/courses/cs5436/warren-brandeis.pdf>, zuletzt geprüft am 24.09.2021.
- Watson Health (2021): Bridging the data-to-study gap to solve Rare Disease research challenges – Watson Health Perspectives. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/bridging-the-data-to-study-gap-to-solve-rare-disease-research-challenges/>, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Wayner, Peter (2021): How Intel is securing patient data through its pandemic response initiative. In: *VentureBeat*, 16.09.2021. Online verfügbar unter <https://venturebeat.com/2021/09/15/how-intel-is-securing-patient-data-through-its-pandemic-response-initiative/>, zuletzt geprüft am 07.11.2021.
- Weichert, Thilo (2018): Big Data im Gesundheitsbereich. ABIDA Gutachten. Online verfügbar unter www.abida.de/sites/default/files/ABIDA%20Gutachten-Gesundheitsbereich.pdf, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Welltok (2021): The Consumer Activation Company | Driving Actions with Purpose. Online verfügbar unter <https://welltok.com/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Wen, Yuhong; Li, Wenqi; Roth, Holger; Dogra, Prerna (2019): Federated Learning powered by NVIDIA Clara. Hg. v. NVIDIA Developer Blog. Online verfügbar unter <https://developer.nvidia.com/blog/federated-learning-clara/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Werner, Kathrin (2018): Amazon wird jetzt auch Apotheke. In: *Süddeutsche Zeitung*, 03.07.2018. Online verfügbar unter <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/online-handel-amazon-kennt-jetzt-auch-die-kranken-1.4037001>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Western, Max J.; Armstrong, Miranda E. G.; Islam, Ishrat; Morgan, Kelly; Jones, Una F.; Kelson, Mark J. (2021): The effectiveness of digital interventions for increasing physical activity in individuals of low socioeconomic status: a systematic review and meta-analysis. In: *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* 18 (1), S. 148. DOI: 10.1186/s12966-021-01218-4.
- WeSure (18.12.2019): Tencent's Insurance Platform, WeSure, Featured in Fintech Power 50 for 2020. Shenzhen (CN). PR Newswire. Online verfügbar unter <https://www.prnewswire.com/news-releases/tencents-insurance-platform-wesure-featured-in-fintech-power-50-for-2020-300976721.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- WHO (2004): Soziale Determinanten von Gesundheit. Die Fakten. Online verfügbar unter https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/98441/e81384g.pdf, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- WHO (2006): Constitution of the World Health Organization. Hg. v. World Health Organization. Online verfügbar unter https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf, zuletzt geprüft am 06.10.2021.
- WHO (2008): The Right to Health. Fact Sheet No. 31. Hg. v. World Health Organization. Online verfügbar unter <https://www.ohchr.org/Documents/Publications/Factsheet31.pdf>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- WHO (2011): mHealth New horizons for health through mobile technologies. Based on the findings of the second global survey on eHealth. Global Observatory for eHealth series – Volume 3. Genf. Online verfügbar unter https://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- WHO (2021a): Ethics and governance of Artificial Intelligence for health. WHO guidance. Online verfügbar unter <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- WHO (2021b): Global strategy on digital health 2020–2025. Hg. v. World Health Organization. Online verfügbar unter <https://www.who.int/docs/default-source/documents/gsdhdaa2a9f352b0445bafbc79ca799dce4d.pdf>, zuletzt geprüft am 21.09.2021.

- WHO (2021c): Social determinants of health. Hg. v. World Health Organization. Online verfügbar unter https://www.who.int/health-topics/social-determinants-of-health#tab=tab_1, zuletzt geprüft am 21.09.2021.
- WHO (2021d): Global expenditure on health: Public spending on the rise? Global Report 2021. World Health Organization. Online verfügbar unter <https://apps.who.int/nha/database/DocumentationCentre/GetFile/59600021/en>, zuletzt geprüft am 20.01.2022.
- Wibbeling, Sebastian; Raida, Andrea (2019): Krankenhaus 4.0 – Digitalisierung im Krankenhaus unterstützt durch Smart Devices. Positionspapier. Hg. v. Fraunhofer Institut. Online verfügbar unter https://www.iml.fraunhofer.de/content/dam/iml/de/documents/OE%20360/Positionspapier_Krankenhaus_40.pdf, zuletzt geprüft am 13.10.2021.
- Wicklund, Eric (2018): BWEL Study Creator Talks About Fitbits, mHealth and Virtual Care. Hg. v. mHealth Intelligence. Online verfügbar unter <https://mhealthintelligence.com/news/bwel-study-creator-talks-about-fitbits-mhealth-and-virtual-care>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Wiegerling, Klaus; Nerurkar, Michael; Wadehul, Christian (2019): Wissenschaft. In: Barbara Kolany-Raiser, Reinhard Heil, Carsten Orwat und Thomas Hoeren (Hg.): Big Data: Gesellschaftliche Herausforderungen und rechtliche Lösungen. Verlag C.H. BECK oHG, S. 401–448.
- Wiggers, Kyle (2019): MIT researchers: Amazon's Rekognition shows gender and ethnic bias (updated). In: *VentureBeat*, 25.01.2019. Online verfügbar unter <https://venturebeat.com/2019/01/24/amazon-rekognition-bias-mit/>, zuletzt geprüft am 05.01.2022.
- Wiggers, Kyle (2020): DeepMind claims its AI predicts macular degeneration more accurately than experts. In: *VentureBeat*, 18.05.2020. Online verfügbar unter <https://venturebeat.com/2020/05/18/deepmind-claims-its-ai-predicts-macular-degeneration-more-accurately-than-experts/>, zuletzt geprüft am 31.10.2021.
- Wilbanks, John T.; Topol, Eric J. (2016): Stop the privatization of health data. In: *Nature* 535 (7612), S. 345–348. DOI: 10.1038/535345a.
- Williams, Megan (2016): Telehealth Gets a New Twist With eCaring and Samsung Tablets. Hg. v. Samsung Insights. Online verfügbar unter <https://insights.samsung.com/2016/03/17/telehealth-gets-a-new-twist-with-ecaring-and-samsung-tablets-case-study/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Williams, Paula (2021): Amazing Ways That RPA Can be Used in Healthcare. IBM. Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/cloud/blog/amazing-ways-that-rpa-can-be-used-in-healthcare>, zuletzt aktualisiert am 21.09.2021, zuletzt geprüft am 08.11.2021.
- Willyard, Cassandra (2019): Can AI Fix Medical Records? In: *Nature* 576 (7787), S59–S62. DOI: 10.1038/d41586-019-03848-y.
- Winhealth Pharma (2021): Bo'ao Winhealth Rare Disease Medical Center and Ali Health Jointly Launched the „Global Drug Information Platform for Rare Diseases“. Cision PRNewswire. Online verfügbar unter <https://www.prnewswire.com/news-releases/boao-winhealth-rare-disease-medical-center-and-ali-health-jointly-launched-the-global-drug-information-platform-for-rare-diseases-301385436.html>, zuletzt geprüft am 09.11.2021.
- Winkler, J. K.; Sies, K.; Fink, C.; Toberer, F.; Enk, A.; Haenssle, H. A. (2020): Digitalisierte Bildverarbeitung: künstliche Intelligenz im diagnostischen Einsatz. In: *Forum* 35 (2), S.109–116. DOI: 10.1007/s12312-019-00729-3.
- Wintermantel, Erich; Ha, Suk-Woo (2009): Medizintechnik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Wissenschaftliche Dienste des Bundestages (2013): Aktueller Begriff Big Data. Unter Mitarbeit von Sabine Horvath. Hg. v. Deutscher Bundestag. Wissenschaftliche Dienste. Online verfügbar unter https://www.bundestag.de/resource/blob/194790/c44371b1c740987a7f6fa74c06f518c8/big_data-data.pdf, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- WKÖ (2021): Länderprofil Schweiz. Hg. v. Wirtschaftskammer Österreich. Online verfügbar unter <http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-schweiz.pdf>, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Wolfangel, Eva (2021): Wie synthetische Daten dem Datenschutz helfen. In: *heise online*, 30.08.2021. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/hintergrund/Wie-synthetische-Daten-dem-Datenschutz-helfen-6166906.html>, zuletzt geprüft am 12.10.2021.
- Woolhandler, Steffie; Himmelstein, David U. (2014): Administrative work consumes one-sixth of U.S. physicians' working hours and lowers their career satisfaction. In: *International journal of health services* 44 (4), S. 635–642. DOI: 10.2190/HS.44.4.a.
- Woopon, Christiane (2008): Solidarische Gesundheitsversorgung – Was schulden wir uns gegenseitig? In: Daniel Schäfer, Andreas Frewer, Eberhard Schockenhoff und Verena Wetzstein (Hg.): Gesundheitskonzepte im Wandel. Geschichte, Ethik und Gesellschaft. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Geschichte und Philosophie der Medizin, 6), S. 189–199.
- Woopon, Christiane (2011): Individualisierte Medizin als zukunftsweisendes Leitbild? In: Volker Schumpelick (Hg.): Medizin nach Maß. Individualisierte Medizin – Wunsch und Wirklichkeit. Beiträge des Symposiums vom 9. bis 12. September 2010 in Cadenabbia. Orig.-Ausg. Freiburg, Basel, Wien: Herder, S. 94–110.

- Woopen, Christiane (2016): Krebsmedizin im Wandel. In: Frankfurter Allgemeine Zeitung (Hg.): FAZ Verlagsspezial, V1. Online verfügbar unter https://health.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/gesundheitswissenschaften/Downloads/19022016-FAZ-Beilage-Krebsmedizin-im_Wandel.pdf, zuletzt geprüft am 06.01.2022.
- Woopen, Christiane; Bruder Müller, Martin; Jeschke, Sabina; Jung, Marion; Vogel, Johannes (2020): Bio-IT-Innovationen. Konvergenz von Biowissenschaften und Informationstechnologien. Ein Impulspapier aus dem Hightech-Forum. Hg. v. Hightech-Forum. Online verfügbar unter https://www.hightech-forum.de/wp-content/uploads/hft_impulspapier_bio_it_innovationen.pdf, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Woopen, Christiane; Jannes, Marc (2019): Vorwort. In: Christiane Woopen und Marc Jannes (Hg.): *Roboter in der Gesellschaft*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. V–VIII.
- Woopen, Christiane; Mertz, Marcel (2014): Ethik in der Technikfolgenabschätzung: Vier unverzichtbare Funktionen. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)* 64 (6–7/2014), S. 40–46.
- Woopen, Christiane; Rietz, Christian; Mertz, Marcel; James, Marc; Schломann, Anna; Manderscheid, Enza (2016): Schlussbericht Digitale Selbstbestimmung. Hg. v. ceres – cologne center for ethics, rights, economics, and social sciences of health. Universität zu Köln. Köln. Online verfügbar unter https://ceres.uni-koeln.de/fileadmin/user_upload/Bilder/Dokumente/ceres-Digitale_Selbstbestimmung_2.pdf, zuletzt geprüft am 05.11.2021.
- Writer, Gen Staff (2014): Google Launches Genomics Effort, Joins Global Alliance. In: *Genetic Engineering & Biotechnology News*, 03.03.2014. Online verfügbar unter <https://www.genengnews.com/news/google-launches-genomics-effort-joins-global-alliance/>, zuletzt geprüft am 27.10.2021.
- Wulf, Andreas (2016): Das Menschenrecht auf Gesundheit. Hg. v. Bundeszentrale für politische Bildung (bpb). Online verfügbar unter <https://www.bpb.de/internationales/weltweit/menschenrechte/231964/gesundheitsrecht>, zuletzt geprüft am 21.09.2021.
- X – The Moonshot Factory (2020a): Homepage X. Online verfügbar unter <https://x.company/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- X – The Moonshot Factory (2020b): Moonshot Thinking. Online verfügbar unter <https://x.company/moonshot/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Xealth (20.06.2019): Xealth adds Atrium Health, Cleveland Clinic and MemorialCare to close \$14m Series A. Seattle (USA). Online verfügbar unter <https://www.xealth.com/xealth-adds-atrium-health-cleveland-clinic-and-memorialcare-to-close-14m-series-a-2/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Xinhua (27.01.2020): Alibaba launches free online medical consultation to ease hospital pressure. Hangzhou (CN). China Daily. Online verfügbar unter <https://global.chinadaily.com.cn/a/202001/27/WS5e2e394fa31012821727358e.html>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Yildirim, Oktay; Gottwald, Matthias; Schüler, Peter; Michel, Martin C. (2016): Opportunities and Challenges for Drug Development: Public-Private Partnerships, Adaptive Designs and Big Data. In: *Frontiers in pharmacology* 7, S. 1–13. DOI: 10.3389/fphar.2016.00461.
- Yim, Jason; Chopra, Reena; Spitz, Terry; Winkens, Jim; Obika, Annette; Kelly, Christopher, et al. (2020): Predicting conversion to wet age-related macular degeneration using deep learning. In: *Nature medicine* 26 (6), S. 892–899. DOI: 10.1038/s41591-020-0867-7.
- Yoffie, David B.; Wu, Liang; Sweitzer, Jodie; Eden, Denzil; Ahuja, Karan (2018): Voice War: Hey Google vs. Alexa vs. Siri. Harvard Business School. Online verfügbar unter <https://www.acetechbc.ca/wp-content/uploads/2019/03/Voice-War-Hey-Google-vs.-Alexa-vs.-Siri.pdf>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Yuen, Simon (2021): An Era of Digital Humans: Pushing the Envelope of Photorealistic Digital Character Creation. Hg. v. NVIDIA Developer. Online verfügbar unter <https://developer.nvidia.com/blog/an-era-of-digital-humans-pushing-the-envelope-of-photorealistic-digital-character-creation/>, zuletzt geprüft am 11.11.2021.
- Zablocka, Sylwia (2017): SAP Connected Health Platform – eine integrierte Plattform der SAP! Hg. v. Apollogic. Online verfügbar unter <https://apollogic.com/de/2017/02/sap-connected-health-platform-eine-integrierte-plattform-der-sap-2/>, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Zentrale Ethikkommission bei der Bundesärztekammer (2021): Entscheidungsunterstützung ärztlicher Tätigkeit durch Künstliche Intelligenz. Stellungnahme der Zentralen Kommission zur Wahrung ethischer Grundsätze in der Medizin und ihren Grenzgebieten (Zentrale Ethikkommission) bei der Bundesärztekammer. In: *Deutsches Ärzteblatt* 118 (33–34), A1–A13. DOI: 10.3238/arztebl.zeko_sn_cdss_2021.
- Zikos, Dimitrios; DeLellis, Nailya (2018): CDSS–RM: a clinical decision support system reference model. In: *BMC Medical Research Methodology* 18 (1), S. 137. DOI: 10.1186/s12874-018-0587-6.
- Žliobaitė, Indrė (2017): Measuring discrimination in algorithmic decision making. In: *Data Mining and Knowledge Discovery* 31 (4), S. 1060–1089. DOI: 10.1007/s10618-017-0506-1.
- Zuboff, Shoshana (2018): *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*. Frankfurt, New York: Campus Verlag.
- Zuboff, Shoshana (2019): *Surveillance Capitalism. Überwachungskapitalismus*. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte (APuZ)* 69 (24–26), S. 4–9.

AUTOR:INNEN



Aileen Berghold, M. Sc. ist Gesundheitsökonomin und hat als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Cologne Center for Ethics, Rights, Economics, and Social Sciences of Health (ceres) der Universität zu Köln die Studie betreut.



Constanze Hübner, M. Sc. ist Gesundheitsökonomin und wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Cologne Center for Ethics, Rights, Economics, and Social Sciences of Health (ceres) der Universität zu Köln, an dem sie neben verschiedenen Projekten zur Gesundheitskompetenz die Studie mit erarbeitet hat.



RA Dr. iur. Björn Schmitz-Luhn ist Rechtswissenschaftler und war Geschäftsführer und Wissenschaftlicher Koordinator des Cologne Center for Ethics, Rights, Economics, and Social Sciences of Health (ceres) der Universität zu Köln. Seit Oktober 2021 wirkt er in diesen Funktionen am neu gegründeten Center for Life Ethics der Universität Bonn.



Prof. Dr. med. Christiane Woopen war Geschäftsführende Direktorin des Cologne Center for Ethics, Rights, Economics, and Social Sciences of Health (ceres) der Universität zu Köln, an dem die Studie erarbeitet wurde. Inzwischen ist sie Heinrich-Hertz-Professorin für Life Ethics im transdisziplinären Forschungsbereich „Individuen, Institutionen und Gesellschaften“ der Universität Bonn und Direktorin des dort neu gegründeten Center for Life Ethics.

IMPRESSUM

Herausgeber:

Bertelsmann Stiftung
 Carl-Bertelsmann-Str. 256
 33311 Gütersloh
www.bertelsmann-stiftung.de

Verantwortlich:

Uwe Schwenk, Director des Programms „Gesundheit“

Lektorat:

Heike Herrberg, Bielefeld

Gestaltung:

Dietlind Ehlers, Bielefeld



Der Text dieser Publikation ist urheberrechtlich geschützt

und lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY SA 4.0) Lizenz. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>.

Fotos und Illustrationen sind urheberrechtlich geschützt, unterfallen aber nicht der genannten CC-Lizenz:

Titelbild: Torsten Dettlaff https://www.pexels.com/de-de/foto/silber-aluminiumgehause-apple-watch-437038/?utm_content=attributionCopyText&utm_medium=referral&utm_source=pexels (Pexels-Lizenz),
 Illustration Ines Meyer

Autorenfotos, Seite 200: sie sind urheberrechtlich geschützt und dürfen nicht verwendet werden:

© Reiner Zensen, Universität zu Köln, Uniklinik Köln

Illustrationen: Ines Meyer, Gütersloh,

unter Verwendung freier Materialien:

Seite 26: Mary Clark Thompson, <https://www.metmuseum.org/de/art/collection/search/252884> (Public Domain)

Seite 37: a_mfelipe – <https://unsplash.com/photos/WIX7zDyXLQ> (Unsplash License)

Seite 37 und 50: Jan Vašek JESHOOOTS-com, <https://pixabay.com/de/photos/vr-virtuell-virtuelle-realität-3460451/> (Pixabay License)

Seite 37 und 121: @danielkorpai, unsplash.com/photos/hbTKIbuMmBI (Unsplash License)

Seite 37: Dr. Osama Shukir Muhammed Amin FRCP, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Side_view_Amor_and_Psyche_1787_CE_by_Johan_Tobias_Sergel_Nationalmuseum_Sweden.jpg (CC by SA 4.0)

Seite 50: Ines Meyer (CC BY-SA 4.0)

Seite 59: Marie-Lan Nguyen, https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Asklepios_Leutari_Chiaramonti_Inv2023.jpg (gemeinfrei)

Seite 59 und 137: @possessedphotography, <https://unsplash.com/photos/g29arbbvPjo> (Unsplash License)

Seite 59, 137 und 143: @romiem, unsplash.com/photos/KZnfwqi-B0U (Unsplash License)

Seite 107: Dieter Schütz / PIXELIO, www.pixelio.de/media/627432 (PIXELIO-Lizenz, kommerzielle und redaktionelle Nutzung, erweitertes Bearbeitungsrecht)

Seite 107: Jastrow (Credit line Ludovisi Collection), https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristotle_Altemps_Inv8575.jpg (Public domain)

Seite 107: @mengmengniu, <https://unsplash.com/photos/5HzOtV-F5lw> (Unsplash License)

Seite 121 und 148: Sailko, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arte_romana_igiea_II_secolo_da_un_originale_greco_del_360_ac.JPG (CC BY-SA 3.0)

Seite 130 und 148: @maximalfocus, <https://unsplash.com/photos/eZWGK5sliBM> (Unsplash License)

Seite 130: @owenbeard, <https://unsplash.com/photos/K21Dn4OVxNw> (Unsplash License)

Seite 143: Marie-Lan Nguyen, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Athena_type_Velletri.jpg (Public Domain)

Adresse | Kontakt

Bertelsmann Stiftung
Carl-Bertelsmann-Straße 256
33311 Gütersloh
Telefon +49 5241 81-0

Dr. Thomas Kostera
Senior Expert
Programm Gesundheit
Telefon +49 5241 81-81204
thomas.kostera@bertelsmann-stiftung.de

www.bertelsmann-stiftung.de