

Digitalisierung im Gesundheitswesen - Chancen und Risiken beim Einsatz künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des Grades "Bachelor of Arts" (B.A.)

Erstprüferin: Prof. Dr. rer. nat. Westerhoff

Zweitprüferin: Dipl. soz.-ök. Tapaß

Joel Hausmann

Melle, den 19.01.2022

Inhaltsverzeichnis	
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 Hintergrund.....	1
1.2 Ziel und Aufbau	2
2 Theoretische Grundlagen	4
2.1 Definition „Digitalisierung im Gesundheitswesen“	4
2.2 Voraussetzungen für die Umsetzung	6
2.2.1 Technische Voraussetzungen.....	6
2.2.2 Gesetzliche Grundlagen	7
2.2.3 Chancen, Risiken und Herausforderungen	8
2.3 Aktueller Stand in Deutschland	11
3 Künstliche Intelligenz (KI).....	13
3.1 Grundlagen.....	13
3.1.1 Definition.....	13
3.1.2 Machine Learning	14
3.1.3 Deep Learning	17
3.2 Bedeutsame Aspekte bei der Betrachtung von KI	19
3.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	19
3.2.2 Datenschutz.....	21
3.2.3 Ethik.....	23
4 Chancen.....	25
4.1 Diagnostik.....	25
4.2 Radiologie	27
4.3 KI in der Pharmaindustrie	29
4.4 Robotik	31

4.5	Health-Apps und Wearables.....	33
5	Risiken	35
5.1	Fehlerhafte Daten.....	35
5.2	Black-Box-Problem.....	38
5.3	Datenmissbrauch	39
6	Schlussbetrachtung.....	40
	Literatur- und Quellenverzeichnis	46

Hinweis:

Um eine bessere Lesbarkeit zu gewährleisten, wird in dieser Arbeit auf gendergerechte Sprache, also die parallele Nennung der weiblichen und männlichen Sprachform, verzichtet. Sobald ausschließlich die männliche Form verwendet wird, ist damit ausdrücklich auch die weibliche Form einbezogen.

Abkürzungsverzeichnis

Bundesministerium für Gesundheit	BMG
Künstliche Intelligenz	KI
Informations- und Kommunikationstechnologie	IKT
World-Health-Organization	WHO
Telematikinfrastruktur	TI
Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH	gematik
Elektronische Patientenakte	ePA
Datenschutzgrundverordnung	DS-GVO
Machine Learning	ML
Deep Learning	DL
Künstliche Neuronale Netze	KNN
Forschung und Entwicklung	F&E

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Unterschied zwischen traditionellen Programmen und ML.....	15
Abb. 2: Chihuahua oder Muffin?	16
Abb. 3: Funktionsweise von KNN (vereinfacht)	17

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Die Digitalisierung begegnet den Menschen mittlerweile täglich und gewinnt daher immer mehr an Relevanz. Durch den Einsatz digitaler Technologien können schließlich in nahezu allen Lebensbereichen Strukturen und Prozesse maßgeblich verändert werden. Auf die Art- und Weise, wie Menschen miteinander kommunizieren, konsumieren-, oder sich informieren, sowie auf die Arbeitswelt werden die technischen Veränderungen weiterhin Auswirkungen haben. Da durch die genannten Aspekte Einfluss auf die Gesellschaft genommen wird, wird in diesem Zusammenhang auch von der „digitalen Transformation“ gesprochen.¹ Dieser Prozess findet ebenso im Gesundheitswesen statt, wo sich mittlerweile alle Akteure mit der zunehmenden Digitalisierung auseinandersetzen müssen. Bestehenden und aufkommenden Herausforderungen kann dadurch begegnet und der Arbeitsalltag erleichtert werden. Besondere Chancen bieten sich dabei etwa dem Fachkräftemangel und dem demografischen Wandel entgegenzuwirken, oder die steigenden Kosten im Gesundheitswesen effektiv anzugehen.² Die Relevanz hat auch das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) erkannt und schreibt dazu, dass „für die erfolgreiche Weiterentwicklung unserer Gesundheitsversorgung [...] das Vorantreiben der Digitalisierung die zentrale Voraussetzung“ ist.³ Ein deutliches Signal, dass die Digitalisierung im Gesundheitswesen gefördert und der Fortschritt beschleunigt werden muss.⁴

Die Wichtigkeit eines digitalisierten Gesundheitswesens hat nicht zuletzt die Covid-19-Pandemie gezeigt. Dadurch können beispielsweise aktuelle Inzidenzzahlen schneller und sicherer übermittelt werden, Kontaktpersonen von Infizierten können leichter und schneller identifiziert und kontaktiert werden und Videosprechstunden mit dem

¹ Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) 2020, S.7

² Vgl. PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.) 2021 (Internet)

³ Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) 2021a (Internet)

⁴ Vgl. Jorzig/Sarangji 2020, S. 3

Hausarzt können das persönliche Gespräch ersetzen und somit eine potentielle Ansteckung verhindern.⁵

Eine Schlüsseltechnologie im Zusammenhang mit der digitalen Transformation des Gesundheitswesens ist künstliche Intelligenz (KI). Auch dies hat die Bundesregierung erkannt und hat dazu 2018 eine nationale Strategie entwickelt, um Deutschland zu einem führenden Standort für KI zu machen. Dazu gehört unter anderem die finanzielle Förderung von Forschungsprojekten, um mehr über die Vorteile von KI im Gesundheitswesen zu erfahren.⁶ Aber auch Unternehmen haben das Potential von KI erkannt. So widmen sich sowohl etablierte Technologieunternehmen, wie Google, IBM oder Microsoft zunehmend dem Gesundheitsbereich und haben bereits erste KI-Anwendungen dafür entwickelt. Andererseits wächst die Anzahl an innovativen Start-ups, die sich mit dem Einsatz von KI im Gesundheitswesen auseinandersetzen seit 2011 kontinuierlich.⁷ Dies zeigt sich auch in der Verteilung der KI-Start-ups nach Branchen in Deutschland. In der Branche Gesundheit & Pharma sind 2020 mit rund 16% die meisten deutschen KI-Start-ups angesiedelt. Dahinter folgt der Bereich Transport & Mobilität mit ca. 14%.⁸

1.2 Ziel und Aufbau

Diese Arbeit bezieht sich auf einen klar abgegrenzten Bereich der Digitalisierung im Gesundheitswesen, nämlich auf den der KI. Ziel dieser Arbeit ist es zunächst ein Grundverständnis von der Digitalisierung im Gesundheitswesen zu vermitteln, um anschließend die Chancen und Risiken, die beim Einsatz von KI im Gesundheitswesen entstehen, darzulegen.

Die Arbeit gliedert sich dementsprechend in sechs Kapitel auf. Da der Bereich Digitalisierung im Gesundheitswesen ein sehr weitreichendes und vielfältiges Thema ist, werden anfangs die nötigen theoretischen

⁵ Vgl. Schreyögg 2020, S. 226f.

⁶ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) 2021 (Internet)

⁷ Vgl. Bogdan 2018, S. 38f.

⁸ Vgl. Statista GmbH (Hrsg.) 2022 (Internet)

Grundlagen vermittelt, um einen Überblick über die Entwicklungen zu verschaffen. Dazu wird zunächst der Begriff „Digitalisierung“ definiert und erklärt, was dieser im Kontext mit dem Gesundheitswesen bedeutet. Anschließend werden weitere bedeutende Begriffe und Aspekte, die sich einerseits im Zusammenhang mit der Digitalisierung im Gesundheitswesen ergeben, als auch für dessen erfolgreiche Umsetzung relevant sind, erläutert. Um für die Wichtigkeit dieses Themas zu sensibilisieren, werden nachfolgend die Chancen, Risiken und Herausforderungen, die sich aus der Digitalisierung im Gesundheitswesen ergeben, kurz angesprochen, wobei auf einige gezielte Herausforderungen der Verständlichkeit halber im Detail eingegangen wird. In Verbindung dazu wird daraufhin der Status quo in Deutschland definiert, um zu evaluieren, wie Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern abschneidet und welche Potentiale noch nicht vollständig ausgeschöpft werden. Ähnlich wird im Anschluss im dritten Kapitel vorgegangen. Dort wird ebenfalls erst ein Grundverständnis von KI vermittelt, indem der Begriff „künstliche Intelligenz“ zunächst definiert wird und andere wichtige Begrifflichkeiten erklärt werden, die im späteren Textverlauf noch von Bedeutung sein werden. Zu den weiteren Grundlagen gehören dann wichtige Aspekte, die beim Einsatz von KI berücksichtigt werden müssen. So wird über die damit einhergehenden rechtlichen Rahmenbedingungen informiert, worunter auch datenschutzrechtliche Aspekte gehören. Allerdings ist dieser Bereich sehr umfangreich, weshalb darauf im Folgekapitel gesondert eingegangen wird. Ein weiterer Gesichtspunkt in Bezug auf die Grundlagen von KI sind ethische Gesichtspunkte, auf die ebenfalls im Zuge dessen eingegangen wird. In den Kapiteln vier und fünf werden daraufhin die Chancen und Risiken, die sich beim Einsatz von KI im Gesundheitswesen herausstellen, beschrieben. Dazu werden ausgewählte Anwendungsbeispiele genannt, die am häufigsten in der Literatur zu finden sind und teilweise auch schon in der Praxis Anwendung finden. Abschließend werden in der Schlussbetrachtung die Ergebnisse der vorherigen Abschnitte zusammengefasst und evaluiert. Es wird dabei aufgezeigt, welche Potenziale ausgeschöpft werden, sowie

welche Barrieren den erfolgreichen Einsatz von KI im Gesundheitswesen hemmen.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Definition „Digitalisierung im Gesundheitswesen“

Unter Digitalisierung wird allgemein die Transformation von analogen Dokumenten in digitale speicherbare Daten verstanden.⁹ Dabei werden Daten als Informationen verstanden, die sich in der Regel auf natürliche Personen beziehen. Das können beispielsweise Informationen über Aufenthaltsorte, Vorlieben oder über persönliche Eigenschaften sein.¹⁰ Bezogen auf das Gesundheitswesen bedeutet dies, dass medizinische Daten von Patienten mithilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zwischen den Leistungserbringern und mit den Patienten ausgetauscht werden können. Dadurch kann eine personalisierte und optimierte Behandlung sowie eine einfachere und schnellere Kommunikation stattfinden.¹¹ Weitere Vorteile digitaler Dateien gegenüber der Papierform ergeben sich daraus, dass sie leichter und schneller hergestellt, abgespeichert, verarbeitet und vervielfältigt werden können. Arbeitsabläufe können also dadurch deutlich effizienter gestaltet werden.¹²

Ein mittlerweile häufig verwendeter und in der Literatur zu findender Begriff in dem Kontext ist „e-Health“. Allerdings existiert bislang keine einheitliche Definition und Abgrenzung für den Begriff, weil er durch seinen weitreichenden Anwendungsbereich viele unterschiedliche Berührungspunkte durch die einzelnen und verschiedenen Akteure und Institutionen aufweist. So ist er vielmehr als ein Sammelbegriff für digitale Technologien und deren Anwendungen im Gesundheitswesen zu verstehen. Laut dem BMG werden unter e-Health all jene Anwendungen, die sich die IKT zu Nutzen machen, zusammengefasst, um die Versorgung von Patienten zu verbessern. Der Fokus richtet sich hier also

⁹ Vgl. Baierlein 2017, S.2

¹⁰ Vgl. Bundeskartellamt (Hrsg.) 2017, S. 2

¹¹ Vgl. PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.) 2021 (Internet)

¹² Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) 2020, S.7

auf die Vernetzung und den damit verbundenen Informations- und Datenaustausch. Die World-Health-Organization (WHO) reduziert den Begriff nicht nur auf den Einsatz von IKT, sondern sieht in e-Health auch ein Konzept, welches hohes Innovationspotential entfalten kann und zur Verbesserung der gesundheitlichen Versorgung beiträgt. Als Anwendungsbeispiele nennt die WHO die Versorgungsforschung, digitale Schulungen für Gesundheitspersonal oder die Behandlung von Patienten. Die europäische Kommission hingegen sieht in ihrer Definition zu e-Health die innovative Forschung im Mittelpunkt. Die Vernetzung der Gesundheitsakteure und deren Anwendungen durch entsprechende Technologien und die daraus resultierende Verbesserung der Versorgungsqualität für den Patienten ist jedoch das gemeinsame wesentliche Ziel bei allen Definitionen.¹³

Drei Beispiele für e-Health-Anwendungen im Gesundheitswesen werden im Folgenden kurz exemplarisch beschrieben:

Elektronische Gesundheitskarte:

Sie ist der einzige Berechtigungsnachweis, um seit dem 01. Januar 2015 Anspruch auf Leistungen der gesetzlichen Krankenversicherung erheben zu können. Auf ihr sind administrative Daten sowie Angaben zur Krankenversicherung gespeichert.¹⁴

Elektronische Patientenakte (ePA):

Durch das Terminservice- und Versorgungsgesetz wird Versicherten seit dem 01. Januar 2021 die ePA zur Verfügung gestellt. Patienten sollen dadurch stärker in den Behandlungsprozess einbezogen werden, da sie alle medizinischen Dokumente enthält und die Gesundheitsdaten jederzeit z.B. auf dem Smartphone transparent eingesehen werden können.¹⁵

E-Rezept:

Alle gesetzlich Versicherten sollen ab dem 01. Januar 2022 die

¹³ Vgl. Lux 2017, S. 3, 6-7

¹⁴ Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) 2021d (Internet)

¹⁵ Vgl. gematik GmbH (Hrsg.) 2021a (Internet)

Möglichkeit haben, mithilfe des E-Rezepts verschreibungspflichtige Medikamente in der Apotheke zu besorgen. Die Rezeptdaten erhalten Patienten dabei mit der E-Rezept-App. Dadurch soll z.B. die Arzneimitteltherapiesicherheit des Patienten gestärkt und der Vorgang bei der Arzneimittelverschreibung- und Beschaffung effizienter gestaltet werden.¹⁶

2.2 Voraussetzungen für die Umsetzung

2.2.1 Technische Voraussetzungen

Um eine Digitalisierung des Gesundheitswesens zu ermöglichen, muss vor allem die technische Voraussetzung gegeben sein. Dazu zählt maßgeblich der Ausbau der Telematikinfrastruktur (TI). Mithilfe der TI ist es möglich jene IKT flächendeckend zu etablieren und zu nutzen.¹⁷ Sie soll als Basis für einen „sektoren- und systemübergreifenden sowie sicheren Austausch von Informationen“ dienen und alle Akteure des Gesundheitswesens miteinander vernetzen. Durch eine Vernetzung aller Akteure des Gesundheitswesens kann die Kommunikation und der Informationsaustausch von medizinischen Daten schneller und effizienter abgewickelt werden sowie die Koordination zwischen allen Akteuren verbessert werden. Zugang zu diesem in sich geschlossenen Netz erhalten nur registrierte Personen bzw. Institutionen mit einem elektronischen Heilberufs- und Praxisausweis.¹⁸ Verantwortlich für den Betrieb und die kontinuierliche Weiterentwicklung der TI ist die „Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte mbH“ (gematik).¹⁹ Sie wurde am 11. Januar 2005 von den Spitzenverbänden der Leistungserbringer und Kostenträger des deutschen Gesundheitswesens gegründet mit dem generellen Ziel, die Digitalisierung des Gesundheitswesens in Deutschland sicherzustellen.²⁰

¹⁶ Vgl. gematik GmbH (Hrsg.) 2021b (Internet)

¹⁷ Vgl. Lux 2017, S. 4

¹⁸ Vgl. gematik GmbH (Hrsg.) 2021c (Internet)

¹⁹ Vgl. Kassenärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.) 2019 (Internet)

²⁰ Vgl. gematik GmbH (Hrsg.) 2021c (Internet)

Als Grundlage für den Aufbau, Betrieb und die Weiterentwicklung der TI gilt der konsequente Ausbau der Vernetzung. Dies umschließt im Speziellen auch die Gewährleistung eines schnellen und flächendeckenden Internets, um die Gesundheitsdaten möglichst schnell zwischen den Akteuren austauschen zu können. Für schnelles Internet ist dabei der Ausbau des Breitbandnetzes bedeutend. Essentiell ist, dass der Netzausbau nicht nur in Ballungsräumen und Metropolen stattfindet, sondern dies auch in ländlichen und strukturschwächeren Regionen vonstattengeht. Schließlich sollen alle Akteure des Gesundheitswesens und alle Patienten von den Vorteilen der TI profitieren. So müssten beispielweise Patienten, die vor allem in einem dünn besiedelten Raum leben, für eine Behandlung durch einen Facharzt nicht extra in eine andere Region reisen, sondern könnten von Anwendungen, wie der Telemedizin und dem Telemonitoring profitieren.²¹

2.2.2 Gesetzliche Grundlagen

Damit die Digitalisierung im Gesundheitswesen in Deutschland erfolgreich vorangetrieben werden kann, ist 2015 das „Gesetz für sichere digitale Kommunikation und Anwendungen im Gesundheitswesen“ (E-Health-Gesetz) beschlossen worden. Durch dieses Gesetzesvorhaben soll eine sichere TI implementiert werden, mit dem Ziel, medizinische Anwendungen leichter einzuführen und generell, um die Chancen der Digitalisierung zu nutzen.²² Mit dem E-Health-Gesetz wurde also ein erster Grundstein für die erfolgreiche Umsetzung eines digitalen Gesundheitswesens gesetzt, das bis heute maßgeblich für den Fortbestand- und die Weiterentwicklung der Digitalisierung im Gesundheitswesen ist.²³

Am 19. November 2019 ist dann das „Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation“ (Digitale-Versorgung-Gesetz – DVG) in Kraft getreten. Mit diesem Gesetz möchte der Gesetzgeber den Digitalisierungsprozess weiter beschleunigen und

²¹ Vgl. Techniker Krankenkasse (Hrsg.) 2021 (Internet)

²² Vgl. Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) 2021c (Internet)

²³ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 95

Innovationen vorantrieben. Um dies zu erreichen, sollen Gesundheits-Apps vom Arzt verschrieben werden können, Videosprechstunden leichter nutzbar sein, indem beispielsweise auf der Homepage darauf verwiesen wird und Aufklärungsgespräche per Videosprechstunde erfolgen können. Apotheken und Krankenhäuser müssen bis zum 1. September 2020 bzw. 1. Januar 2021 an die TI angeschlossen worden sein und Patientinnen und Patienten sollen die Möglichkeit haben ihre Daten in der elektronischen Patientenakte (ePA) zu speichern.²⁴ Zusätzlich wird in dem Gesetz postuliert, dass der Innovationsfonds bis 2024 verlängert wird, wodurch jährlich eine Fördersumme von 200 Millionen Euro abgerufen werden kann. Aufgesetzt wurde der Innovationsfonds 2016 und stellte ursprünglich jährlich 300 Millionen Euro für innovative Projekte bis 2019 zur Verfügung.²⁵

2.2.3 Chancen, Risiken und Herausforderungen

Wie eingangs erwähnt soll hier nicht ins Detail auf jeden Aspekt und Prozess, der zu der Digitalisierung im Gesundheitswesen gehört, eingegangen werden. Dies würde in der Gesamtheit den Rahmen der Arbeit überschreiten. Deshalb werden im Folgenden nur die Chancen und Risiken exemplarisch aufgezählt, die am häufigsten in der Literatur zu finden sind, um sich einen Überblick verschaffen zu können.

Zu den Chancen zählen:

- Versorgungsqualität steigern
 - o Behandlungsdauer und Wartezeiten reduzieren, Papierdokumente abschaffen (durch z.B. das E-Rezept und die ePA) und Doppeluntersuchungen vermeiden (ebenfalls durch z.B. die ePA). Allgemein kann dadurch die Patientenzufriedenheit erhöht werden.
- Schnelle, leichte und transparente Kommunikationswege und Informationsübertragung (z.B. durch die ePA)^{26, 27}

²⁴ Vgl. AOK-Bundesverband GbR (Hrsg.) 2021 (Internet)

²⁵ Vgl. GKV-Spitzenverband (Hrsg.) 2021 (Internet)

²⁶ Vgl. Holderried/Holderried/Gugler 2017, S. 3

²⁷ Vgl. Ahmadi 2021 (Internet)

- Entlastung des medizinischen Personals von administrativen Aufgaben
 - o Kosteneinsparungen
 - o Erhöhung der Mitarbeiterzufriedenheit
 - o Fachkräftemangel entgegenwirken
 - o Konzentration auf medizinische Kernkompetenzen²⁸
- Demografischer Entwicklung entgegenwirken (z.B. durch Videosprechstunden oder Service-Roboter)²⁹
- Allgemeine Kosteneinsparungen für die Volkswirtschaft von insgesamt ca. 34 Milliarden Euro möglich bei einem vollständig digitalisierten Gesundheitswesen
 - o Größtes Nutzenpotential liegt dabei in der ePA, im e-Rezept und in Videosprechstunden zwischen Arzt und Patient³⁰

Zu den Risiken gehören:

- Datenschutz
 - o Wer hat zu welchem Zweck und zu welchem Umfang Zugang zu den sensiblen Daten?
 - o Gefahr von Datenklau z.B. durch Cyberangriffe³¹
- Verlust von Patientendaten durch Ausfall oder Störung der Technik und der IT-Systeme
- Unzureichend geschultes Personal in der Anwendung und dem Umgang mit neuer Technologie und den damit einhergehenden Veränderungen³²

Zusätzlich gibt es bei der Digitalisierung im Gesundheitswesen einige Herausforderungen, die überwunden werden müssen. Die Geschwindigkeit, mit der digitale Technologien weiterentwickelt werden, hat sich in den letzten Jahren stetig erhöht, wodurch sich die

²⁸ Vgl. Holderried/Holderried/Gugler 2017, S. 3

²⁹ Vgl. Lux et al. 2017, S. 694

³⁰ Vgl. McKinsey & Company, Inc. (Hrsg.) 2018, S. 3

³¹ Vgl. Ahmadi 2021 (Internet)

³² Vgl. Strametz 2018, S. 24

Innovationszyklen immer weiter verkürzt haben.³³ Dementsprechend müssen kontinuierliche Schulungen für das Personal durchgeführt werden, um deren digitale Kompetenz sicherzustellen und um neues qualifiziertes Wissen zu erlangen, damit es effektiv arbeiten kann.^{34, 35}

Bei der Umstellung und dem Betrieb digitaler Technologien können Kosten entstehen, die vorab schwer kalkulierbar sind. Ein Beispiel hierfür sind die oben genannten Schulungen für das Personal, was durch die Schnelllebigkeit der Digitalisierung und digitaler Trends weiter verschärft wird. Aber auch in das IT-Equipment, wie Hard- und Software, welches extra beschafft werden muss, oder in geschultes Personal, welches ggf. extra eingestellt werden muss, muss investiert werden.³⁶ Die einmaligen und laufenden Kosten für die Anbindung an die TI können allerdings von den Kostenträgern teilweise erstattet werden.³⁷

Des Weiteren besteht in Deutschland bisher kein flächendeckendes, schnelles Breitbandnetz, was jedoch, wie in Abschnitt 2.2.1 erwähnt, als Grundvoraussetzung gilt. Vor allem strukturschwache Regionen sind davon betroffen, aber auch ländlich gelegene Gegenden. Aktuell sind etwa 13,8% der Haushalte in Deutschland an einen Glasfaseranschluss angeschlossen.³⁸

Eine bessere Versorgung durch die Digitalisierung im Gesundheitswesen kann sich allerdings als ein Problem für ältere Menschen erweisen. Die Nutzung digitaler Technologien in dieser Bevölkerungsgruppe ist gering, da sie ihre eigene Kompetenz im Umgang mit jener Technologie als gering einschätzen. Schließlich besitzt nicht jeder ältere Patient ein Smartphone, oder kann dieses kompetent bedienen, um beispielsweise die ePA zu nutzen. Digitale Angebote sollten daher leicht zugänglich und bedienbar sein und auch die Datenübertragung sollte vertrauenswürdig und verlässlich sein. Ebenso ist ein schneller Internetzugang, egal ob zu

³³ Vgl. Lux et al. 2017, S. 687

³⁴ Vgl. Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (Hrsg.) 2018, S. 10

³⁵ Vgl. Raven51 AG (Hrsg.) o.J. (Internet)

³⁶ Vgl. EXTRA Computer GmbH (Hrsg.) o.J. (Internet)

³⁷ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 101

³⁸ Vgl. Donath/Gill/Noffke 2021 (Internet)

Hause oder im Pflegeheim, empfohlen, sowie eine staatliche Förderung von Internet oder die Anschaffung digitaler Technik für ältere Menschen, die von der Grundsicherung oder von geringem Einkommen leben. Sonst droht, dass Senioren abgehängt und dadurch von der Teilhabe ausgeschlossen werden.³⁹ Grundsätzlich können nämlich vor allem ältere Menschen von digitalen Anwendungen profitieren, da sie durchschnittlich mehr gesundheitliche Probleme haben und häufiger den Arzt aufsuchen, als jüngere Versicherte.⁴⁰

Gesundheitsdaten sind eine spezielle Art von persönlichen Daten und müssen daher im Sinne des Datenschutzes besonders geschützt werden. Die Anforderungen an die IT-Systeme und deren Betrieb sind dementsprechend hoch und komplex. Deshalb muss darauf geachtet werden, dass durch die strengen Datenschutzbestimmungen der Nutzen nicht eingeschränkt wird.⁴¹ Maßgeblich werden die Datenschutzbestimmungen persönlicher Daten durch die Datenschutzgrundverordnung (DS-GVO) geregelt. In Abschnitt 3.2.2 wird darauf näher eingegangen, da diese auch beim Einsatz von KI eine wichtige Rolle spielt.

2.3 Aktueller Stand in Deutschland

Weltweit befindet sich die digitale Transformation des Gesundheitswesens in der Entwicklung, jedoch geschieht dies je nach Land unterschiedlich schnell. Um den generellen Grad der Digitalisierung im Gesundheitswesen zu messen, hat die Bertelsmann Stiftung 2018 im Rahmen der #SmartHealthSystems-Studie 14 EU-Länder zusammen mit den OECD-Ländern Australien, Kanada und Israel miteinander verglichen und ein Benchmarking vollzogen. Zur Messung wurden dabei drei Dimensionen berücksichtigt:

1. Politische Aktivität (strategisches Vorgehen, gegebener Rechtsrahmen und Finanzierung)
2. Technische Implementierung und digitaler Reifegrad

³⁹ Vgl. Deutscher Ärzteverlag GmbH (Hrsg.) 2020 (Internet)

⁴⁰ Vgl. Kaufmännische Krankenkasse – KKH (Hrsg.) 2019 (Internet)

⁴¹ Vgl. Lux et al. 2017, S. 692

3. Tatsächliche Nutzung von Digital-Health-Technologien und Diensten⁴²

Insgesamt beinhalteten diese drei Dimensionen 34 Indikatoren mit 100 zu erreichenden Punkten. Das Ergebnis der Studie zeigt, dass Deutschland mit 30 Punkten und dem vorletzten Platz das Digitalisierungspotential nur unzureichend ausschöpft. Die drei Erstplatzierten Länder Estland (81,9 Punkte), Kanada (74,7 Punkte) und Dänemark (72,5 Punkte) sind dahingehend bereits deutlich fortschrittlicher. Hindernisse in Deutschland zeigen sich u.a. bei den strengen Datenschutzbestimmungen oder mangelnden finanziellen Anreizen. Des Weiteren existiert keine übergeordnete strategische Orientierung. Zwar wurden rechtliche Rahmenbedingungen und Richtlinien, wie beispielsweise 2015 durch das E-Health-Gesetz, etabliert, jedoch hätten diese Maßnahmen bereits viel früher getroffen werden müssen. Auch besteht keine zentrale politische Koordination, beispielsweise durch eine eigens bestimmte Agentur. Stattdessen werden die Kompetenzen und Entscheidungen vom Bund auf die Länder und die gemeinsame Selbstverwaltung übertragen. Ein solches Kompetenzzentrum, was der Großteil aller anderen untersuchten Staaten bereits eingerichtet haben, fehlt Deutschland.⁴³ Estland an der Spitzenposition nimmt hingegen eine Vorreiterrolle ein. Der ausschlaggebende Punkt dafür ist das estnische Gesundheitsnetzwerk, das die gesamte Krankengeschichte jeder einzelnen Person von Geburt an registriert und an das alle Einrichtungen und Akteure des Gesundheitswesens angeschlossen sind. Zudem sind das E-Rezept und die ePA seit ca. zehn Jahren verpflichtend implementiert und Videokonsultationen und Ferndiagnosen sind auch schon seit 2012 erlaubt. Bereits seit 2005 existiert das Konzept eines landesweiten integrierten sicheren Austauschs von Gesundheitsinformationen und damit deutlich früher, als in Deutschland.⁴⁴

⁴² Vgl. Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) 2018a, S.16

⁴³ Vgl. Ebd., S.225

⁴⁴ Vgl. Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) 2018b (Internet)

3 Künstliche Intelligenz (KI)

3.1 Grundlagen

3.1.1 Definition

Eine allgemeingültige Definition von KI gibt es bisweilen nicht, auch weil der Begriff „Intelligenz“ noch nicht ausreichend definiert ist. Der Duden definiert Intelligenz als eine „Fähigkeit [des Menschen], abstrakt und vernünftig zu denken und daraus zweckvolles Handeln abzuleiten“.⁴⁵ Das Softwareunternehmen SAP definiert KI dahingehend als „Überbegriff für Anwendungen, bei denen Maschinen menschenähnliche Intelligenzleistungen erbringen. [...] Die Grundidee besteht darin, durch Maschinen eine Annäherung an wichtige Funktionen des menschlichen Gehirns zu schaffen – Lernen, Urteilen und Problemlösen.“⁴⁶

Grundsätzlich wird zwischen starker- und schwacher KI unterschieden. Schwache KI soll als unterstützende Funktion für das menschliche Handeln dienen und intelligentes Verhalten mithilfe mathematischer Berechnungen simulieren. Sie kann also nur vorab klar definierte Aufgaben lösen, wie es beispielsweise in Gesundheits-Apps der Fall ist. Starke KI hingegen handelt aus eigenem Antrieb, sodass sie so umfassend wie ein Mensch denken kann und die gleichen Fertigkeiten erlernen, oder diese sogar übertreffen kann. Als Eigenschaften sind z.B. logisches Denkvermögen, Entscheidungskompetenzen und Lernfähigkeit zu nennen. Allerdings handelt es sich bei starker KI um ein eher visionäres Konzept, welches gegenwärtig noch nicht existiert und auch in naher Zukunft wahrscheinlich nicht zum Einsatz kommen wird, weil weitere Forschungsarbeit auf diesem Gebiet betrieben werden muss.⁴⁷

Ein wesentlicher Faktor für den erfolgreichen Einsatz von KI ist das Vorhandensein und die Zugriffsmöglichkeit auf Daten. Algorithmen stellen dabei die Basis von KI dar. Vereinfacht gesagt sind sie die Steuerungsbefehle der KI, indem sie einen Daten-Input in einen Daten-

⁴⁵ Vgl. Bünte 2018, S. 5

⁴⁶ Vgl. Schick 2018 (Internet)

⁴⁷ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 108f.

Output transformieren. Dadurch ist es der KI möglich, einfacher Daten zu übertragen, auszutauschen und diese mit anderen Daten zu verknüpfen. Anschließend können daraus Zusammenhänge erkannt, Regeln abgeleitet und Entscheidungen getroffen werden. Diese Fähigkeiten stehen im Vordergrund beim Einsatz von KI.^{48,49} Letztendlich ist die Wirksamkeit eines Algorithmus von der Menge, dem Inhalt und der Qualität der bereitgestellten Daten abhängig. Soll ein Algorithmus also möglichst genaue und wirksame Entscheidungen treffen, so müssen auch viele und präzise Daten vorhanden sein.⁵⁰ Hier wird somit die Wichtigkeit der Digitalisierung für das Gesundheitswesen deutlich. Sie ist demnach die Grundlage für den erfolgreichen Einsatz von KI. Die Metapher „wenn Daten das Öl des 21. Jahrhunderts sind, so ist KI der Motor, der diesen Kraftstoff nutzen kann“ verdeutlicht dies anschaulich.⁵¹ Dass Daten eine wichtige Rolle für KI einnehmen, wird in den folgenden beiden Kapiteln verdeutlicht.

3.1.2 Machine Learning

Machine Learning (ML), zu Deutsch „maschinelles Lernen“, ist ein Teilbereich von KI. Basierend auf der Grundidee menschlicher Lernprozesse, soll die KI ebenfalls selbstständig lernen. Dies geschieht, indem ein Algorithmus zunächst mit Grunddaten trainiert und mit einer Problemstellung konfrontiert wird, die dann erfolgreich bearbeitet wird. Soll dann eine neue Aufgabe bearbeitet werden, werden die alten Daten mit den neuen Datensätzen vom Algorithmus verknüpft und für die Bearbeitung der neuen Aufgabe genutzt. Der Algorithmus kann dann Zusammenhänge und Muster in den bereits bestehenden Datensätzen erkennen, auf dessen Grundlage er dann eigenständig Lösungen findet, Vorhersagen trifft oder Entscheidungen fällt. Die Mustererkennung in Datensätzen spielt daher eine zentrale Rolle beim ML. Durch Erfahrungswerte findet somit bei der KI ein fortwährender Lernprozess

⁴⁸ Vgl. Manzeschke/Brink 2020, S. 1105

⁴⁹ Vgl. Ballestrem et al. 2020, S. 2

⁵⁰ Vgl. Gausling 2020, S. 13-15

⁵¹ Vgl. Harren et al. 2018, S. 1042

statt, wodurch die KI in der Lage ist, kontinuierlich bessere und angepasste Ergebnisse zu erzielen.⁵²

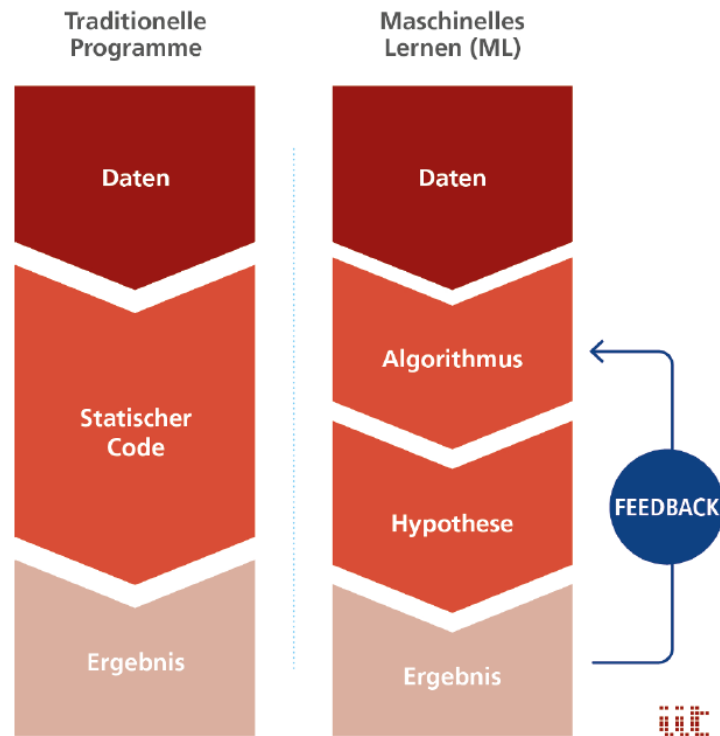


Abb. 1: Unterschied zwischen traditionellen Programmen und ML⁵³

Abbildung 1 zeigt den Unterschied zwischen traditionellen Programmen und ML. Während das traditionelle System statisch aufgebaut ist und nicht eigenständig lernen kann, wird beim ML deutlich, dass der Algorithmus selbstständig vom Feedback dazulernt. Dadurch findet ein fortwährender Lernprozess statt, wodurch immer bessere Entscheidungen und Ergebnisse erzielt werden können.⁵⁴ Das Prinzip von ML kann anhand eines einfachen Beispiels deutlicher gemacht werden. Soll ein Algorithmus einen Hund von anderen Tieren oder Gegenständen auf Bildern erkennen und unterscheiden können, werden im Softwarecode nicht die typischen Merkmale eines Hundes formuliert. Vielmehr wird er mithilfe vieler verschiedener Hundefotos so trainiert, dass er selbstständig erkennt, wie ein Hund typischerweise aussieht. Dem Algorithmus werden also genügend Bilder von Hunden gezeigt,

⁵² Vgl. Buxmann/Schmidt 2021b, S. 9

⁵³ Vgl. Kirste/Schürholz 2019, S. 25

⁵⁴ Vgl. Ebd., S. 24f.

sodass er in der Lage ist, diese auf Bildern zu identifizieren und so von anderen Tieren oder Gegenständen zu unterscheiden. Für den Menschen ist es einfach zu erkennen, ob in Abbildung 2 ein Chihuahua oder ein Muffin zu erkennen ist. Allerdings ist es nicht trivial zu erklären, warum das eine Bild in genau diese Kategorie fällt.⁵⁵



Abb. 2: Chihuahua oder Muffin?⁵⁶

Ein generelles Problem von KI, und damit auch von ML, ist allerdings, dass sie keine bewusstseinsfähigen Lebewesen sind und daher (noch) nicht in der Lage sind, Kreativität, Vernunft, Emotionalität oder Empathie zu entwickeln. Ihnen fehlt also grundsätzlich die emotionale und soziale Kompetenz.⁵⁷ Anwendungsfelder speziell für ML ergeben sich daher vor allem in leichten, repetitiven Aufgaben und in Aufgaben, wo Menschen schnell Fehler machen können. Beispielsweise würde die KI in der Qualitätskontrolle bereits kleinste Veränderungen erkennen und dessen Auswirkungen einschätzen können. Interessant für das Gesundheitswesen ist ML beispielsweise für das Aufgabengebiet der Datensicherheit. ML ermöglicht es, leicht Bestechungsversuche zu

⁵⁵ Vgl. Buxmann/Schmidt 2021b, S. 9

⁵⁶ Vgl. Ebd., S. 10

⁵⁷ Vgl. Apt/Priesack 2019, S. 222

erkennen, Anomalien in Transaktionen und Prozessen zu identifizieren oder effektiv vor Hacking zu schützen.⁵⁸

3.1.3 Deep Learning

Deep Learning (DL) ist ein Teilbereich des ML. Die Grundidee hinter DL besteht darin, dass biologisch neuronale Netze nachgebildet werden. Informationen im menschlichen Gehirn werden über Synapsen und Neuronen verarbeitet, was beim DL simuliert wird. Dies geschieht mithilfe künstlicher neuronaler Netze (KNN). Diese KNN sind im Vergleich zum ML mehrschichtig, also tiefer, angeordnet, daher auch der Begriff „Deep“ (Deutsch: „tief“).⁵⁹

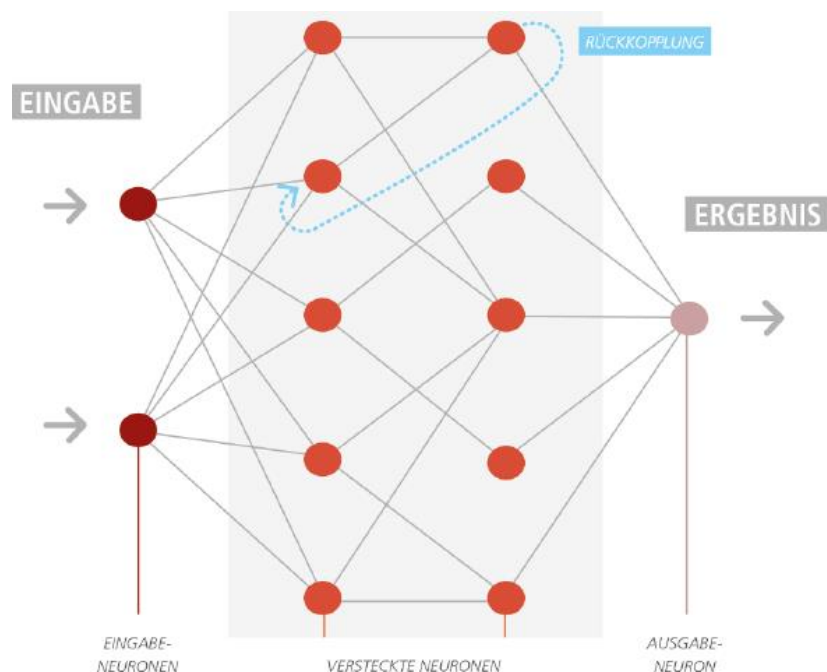


Abb. 3: Funktionsweise von KNN (vereinfacht)⁶⁰

Auf Abbildung 3 ist vereinfacht dargestellt, wie ein KNN funktioniert. Es wird deutlich, dass dabei zwischen drei Neuronen-Typen unterschieden wird. Die Eingabe-Neuronen (oder input-units) erhalten die Eingabeinformationen, die dann an die versteckten Neuronen (oder hidden-units) weitergeleitet werden, um dort verarbeitet zu werden und eine Schlussfolgerung zu ziehen. Dieser innere Bereich des KNN kann

⁵⁸ Vgl. Schick 2018 (Internet)

⁵⁹ Vgl. Buxmann/Schmidt 2021b, S. 14

⁶⁰ Vgl. Kirste/Schürholz 2019, S. 30

in mehreren Schichten angeordnet sein. Aufgrund der vereinfachten Darstellung sind hier lediglich zwei Schichten abgebildet. Am Ende entstehen dann Ausgangsdaten, welche als Ausgabe-Neuronen (oder output-units) bezeichnet werden und das Ergebnis der Berechnungen der versteckten Neuronen darstellt.⁶¹

DL ist wie ML ein lernender Algorithmus. Dies geschieht ebenfalls, indem das Erlernete ständig mit neuen Inhalten verknüpft wird und das System dadurch erneut lernt.⁶² Technisch gesehen ist DL daher auch immer ML, da es als ein Teilbereich dessen gesehen wird, jedoch sind die Fähigkeiten und Eigenschaften unterschiedlich. Während ML auf einfacher Hardware bereits funktioniert, benötigen DL-Anwendungen leistungsstarke Computer, vor allem solche mit starken Grafikprozessoren. Das liegt daran, dass mithilfe von DL-Algorithmen größere Datenmengen (Big Data) verarbeitet werden können, wodurch viel Rechenzeit benötigt wird. Grafikprozessoren können diesen Vorgang beschleunigen. ML hingegen wäre mit solchen Datenmengen überfordert.⁶³

Ein weiterer und bedeutsamer Unterschied besteht darin, dass der Mensch beim ML in den Entscheidungsprozess eingreifen muss.⁶⁴ Bei Big Data ist es häufig so, dass die Daten unstrukturiert vorliegen. Das bedeutet, dass die vorab eingegebenen Daten, mit denen die KI trainiert und die verarbeitet werden sollen, nicht vorbereitet bzw. nicht selektiert sind. Diese Analyse und Vorbereitung von Daten muss beim ML durch den Menschen geschehen. Daher kann die Entscheidung, die ein Algorithmus beim ML trifft, teilweise vom Menschen mit beeinflusst werden.⁶⁵ DL ist hingegen in der Lage, unstrukturierte Daten selbstständig in numerische Werte umzuwandeln. Auf das Beispiel des Hundebildes bezogen, können z.B. die Farbwerte der Pixel des Bildes die Informationen sein, die auf der linken Seite in das KNN einfließen.

⁶¹ Vgl. Buxmann/Schmidt 2021b, S. 14

⁶² Vgl. Ronsdorf 2020a (Internet)

⁶³ Vgl. Wuttke o.J. (Internet)

⁶⁴ Vgl. Ronsdorf 2020b (Internet)

⁶⁵ Vgl. Wuttke o.J. (Internet)

Diese werden daraufhin umgerechnet, sodass auf der Output-Seite ein Ausgabewert entsteht, der darüber entscheidet, ob ein Hund abgebildet ist oder nicht. Die Entscheidung kann bei einem solchen einfachen Beispiel nach einem simplen Klassifikationsmuster, wie 1=wahr und 0=falsch geschehen.⁶⁶ Auf das Gesundheitswesen bezogen können beispielsweise in der ePA unstrukturierte Daten vorliegen. Dort können sich Bilder, handschriftliche Notizen, digitale Texte oder Rezepte befinden, die alle in unterschiedlichen Formaten abgespeichert sind. Mithilfe von DL können diese verschiedenen Datentypen dann vereinheitlicht und somit nutzbar gemacht werden.⁶⁷

3.2 Bedeutsame Aspekte bei der Betrachtung von KI

3.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Generell unterliegt der Einsatz von KI keinem extra dafür geschaffenen Rechtsrahmen, sodass sich die Nutzung auf die allgemeingültigen gesetzlichen Regelungen stützt. Dies kann beispielsweise Urheberrecht, Haftungsrecht oder Datenschutzrecht sein, welche am relevantesten und am häufigsten in der Literatur zu finden sind.⁶⁸ Wie in der Einleitung erwähnt, ist das Thema Datenschutz sehr umfassend. Daher wird im nachfolgendem Kapitel gesondert darauf eingegangen.

Bezogen auf das Urheberrecht kann es im Einzelfall bereits bei der Datenerhebung zu Konflikten kommen.⁶⁹ Es ist beispielsweise üblich, dass die Trainingsdaten mittels Data-Mining erhoben werden. Dabei werden die erhobenen Daten meistens automatisch abgespeichert oder kopiert, was gem. § 16 UrhG unzulässig ist.⁷⁰ Sollte es zu Urheberrechtsverletzungen kommen, haftet im Zweifel die Person, der ein Verursachungsbeitrag nachgewiesen werden kann, da die KI nicht selbstständig Urheberrechte schaffen oder Rechte Dritter verletzen kann und auf menschliche Hilfe angewiesen ist.⁷¹ Rechtlich umstritten sind

⁶⁶ Vgl. Kirste/Schürholz 2019, S. 31

⁶⁷ Vgl. Cypionka/Kraus/Six 2019, S. 127

⁶⁸ Vgl. Ballestrem et al. 2020, S. 4

⁶⁹ Vgl. Ebd., S. 6

⁷⁰ Vgl. Ballestrem 2020, S. 56, 59

⁷¹ Vgl. Ebd., S. 57

maschinengenerierte Daten, weil es für sie keine extra geschaffenen gesetzlichen Regelungen gibt und somit auch wieder die üblichen Vorschriften und Gesetze gelten. Diese Maschinendaten entstehen, wenn ein KI-System Daten generiert, verarbeitet und/oder speichert und keine personenbezogenen Daten darstellen.⁷²

Ebenfalls umstritten sind haftungsrelevante Fragen bzw. Fragen der Verantwortung im Falle von Schäden, die durch die KI entstehen. Besonders das Black-Box-Problem (siehe Kapitel 5.2) erschwert hierbei die Zurechenbarkeit zu einer Person.⁷³ Das Problem dabei besteht in den selbstlernenden Systemen, da sich die KI dadurch weiterentwickelt und sie sich nicht mehr in dem Zustand befindet, in dem sie vom Hersteller an den Kunden übergeben wurde. Daher ist es schwierig zu klären, wo der erste Anhaltspunkt des Fehlers liegt. Dies kann bereits bei der Programmierung und somit durch den Hersteller, durch Trainingsdaten und somit durch die Nutzung des Betreibers, oder durch andere Umwelteinflüsse geschehen sein. Die Frage nach dem Haftungsrisiko ist daher auch nicht immer eindeutig.⁷⁴ Da nur juristische oder natürliche Personen als rechtsfähige Personen anerkannt sind und dementsprechend belangt werden können,⁷⁵ kann zum derzeitigen Stand nur der Kunde oder der Hersteller das Haftungsrisiko tragen.⁷⁶ Daher überlegt die EU-Kommission KI als eigenständiges Rechtssubjekt („E-Person“) anzuerkennen, um die KI für ihre Handlungen und Entscheidungen verantwortlich zu machen. Allerdings gibt es auch hierbei Probleme, da eine KI beispielsweise kein eigenes Vermögen aufbauen kann, um Schadensersatzansprüche zu begleichen, oder ethische Probleme, da eine KI nicht darauf bedacht ist, ihre Existenz zu sichern und für sie daher kein Anreiz besteht, keine willkürlichen Entscheidungen zu treffen, wodurch der Hersteller oder der Kunde sich seiner Verantwortung entziehen und die KI für das Handeln

⁷² Vgl. Ballestrem et al. 2020, S. 5

⁷³ Vgl. Beck 2019, S. 9

⁷⁴ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 122

⁷⁵ Vgl. Fischer 2020, S. 82

⁷⁶ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 122

verantwortlich machen könnte.⁷⁷ Jedoch erscheint die Einführung einer E-Person zukünftig bei einer starken KI sinnvoll, da diese aufgrund des hohen Grades an Autonomie eigene Entscheidungen trifft und ihre Handlungen nur mit geringerer Wahrscheinlichkeit vorherzusehen sind und daher die Schuldzurechnung nicht bedingungslos erfolgen kann.⁷⁸

3.2.2 Datenschutz

Wie bereits erwähnt müssen der KI bestenfalls große Datenmengen zur Verfügung stehen. Fraglich ist jedoch, wie mit dieser Menge an Daten umgegangen werden soll. Da im Gesundheitswesen oftmals sehr sensible Daten erhoben werden, muss darauf geachtet werden, dass die informationelle Selbstbestimmung, das bedeutet, dass dem Einzelnen ein Recht darauf gegeben wird, selbst über die Preisgabe und Verwendung seiner Daten zu bestimmen, nicht verletzt wird.⁷⁹ Da es für diese Daten derzeit keine einheitlichen EU-übergreifenden verbindlichen Regeln gibt und bei der Datenübertragung in Nicht-EU-Länder, wie in die USA oder nach China, rechtliche Probleme entstehen können, wird im Folgenden nur der räumliche Bereich Deutschland und die EU betrachtet.⁸⁰

Für diesen wurde im Mai 2018 in Form der DS-GVO eine einheitliche Grundlage für die Verarbeitung personenbezogener Daten geschaffen, um Grundrechte und Grundfreiheiten zu gewährleisten.⁸¹ Personenbezogene Daten liegen gem. Art. 4 Nr. 1 DS-GVO dann vor, wenn eine natürliche Person durch die zur Verfügung stehenden Informationen identifiziert werden kann.⁸² Eine besondere Kategorie personenbezogener Daten sind Gesundheitsdaten. Sie sind besonders schutzbedürftig, da sie sich gem. Art. 4 Nr. 15 DS-GVO „auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person, einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen beziehen“ und aus ihnen Informationen über den Gesundheitszustand

⁷⁷ Vgl. Pieper/Gehrmann 2019, S. 125f.

⁷⁸ Vgl. Fischer 2020, S. 80

⁷⁹ Vgl. Conrad 2017, S. 742

⁸⁰ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 119

⁸¹ Vgl. Ebd., S. 134

⁸² Vgl. Ballestrem et al. 2020, S. 5

von Patienten hervorgeht. Gesundheitsdaten können dementsprechend beispielsweise Daten sein, die in der elektronischen- oder der papierförmigen Krankenakte hinterlegt sind (z.B. Name, Alter, Adresse), Informationen, die zwischen Ärzten oder zwischen dem Arzt und dem Patienten ausgetauscht werden (z.B. welche Medikamente eingenommen werden müssen, Vorerkrankungen), oder auch Daten, die durch Gesundheits-Apps aufgezeichnet werden (z.B. Standortdaten, Suchverläufe).^{83, 84} Sollten Gesundheitsdaten eines Betroffenen durch eine KI in der EU ganz oder teilweise automatisiert verarbeitet werden, unterliegen sie damit den Maßstäben der DSGVO.⁸⁵ Der Begriff „verarbeiten“ ist dabei sehr weit gefasst. Damit ist jeder Vorgang gemeint, der dazu führt, dass die Daten erhoben, erfasst, organisiert, geordnet, gespeichert, angepasst, verändert, ausgelesen, abgefragt, verwendet, verbreitet, verändert bereitgestellt, verknüpft, gelöscht oder vernichtet werden.⁸⁶ Die Datenverarbeitung personenbezogener Gesundheitsdaten stellt allerdings nur dann eine Rechtfertigungsgrundlage dar, wenn der Betroffene die Verarbeitung für einen festgelegten Zweck einwilligt oder eine der in Art. 9 Abs. 1 DS-GVO formulierten Ausnahmefälle eintritt. Ansonsten ist die Datenverarbeitung für nichtig zu erklären.⁸⁷

Allerdings entsteht hierbei ein Spannungsverhältnis, bei dem zwischen dem möglichen Datenmissbrauchsrisiko und der Datenverarbeitung abgewogen werden muss. Einerseits schützt die DS-GVO den Patienten vor Hackerangriffen und sie verhindert die Weitergabe der Daten an Unternehmen, um Missbrauch mit den Daten zu vermeiden. Zum anderen führt dies gleichzeitig zu negativen Wettbewerbschancen und zu Nachteilen für die Bürger, weil letztendlich die hohen Sicherheitsmaßnahmen die Möglichkeiten beeinträchtigen, durch die Verarbeitung großer Datenmengen die Forschung voranzutreiben und damit auch die Qualität der medizinischen Versorgung und somit die

⁸³ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 62

⁸⁴ Vgl. Conrad 2017, S. 742f.

⁸⁵ Vgl. Ballestrem et al. 2020, S. 5

⁸⁶ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 62

⁸⁷ Vgl. Gausling 2020, S. 31

Gesundheit des Einzelnen zu verbessern. Dies ist zumindest in der EU so, in China und den USA beispielsweise wird die datenbasierte Forschung stärker vorangetrieben, was allerdings nicht mit den europäischen Werten und Prinzipien vereinbar ist.⁸⁸

3.2.3 Ethik

Durch den zunehmenden Einfluss von KI auf den Alltag der Menschen und häufigeren Berichterstattungen in den Medien, ist die Debatte um KI mittlerweile aus einem akademisch-philosophischen, ein gesellschaftliches Thema geworden. Vor allem vor dem Hintergrund, dass Innovationen immer schneller entwickelt und auf den Markt gebracht werden.⁸⁹ Außerdem sind beim Einsatz von KI menschliche Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten direkt mit involviert. Daher geht es nicht nur um technologischen Fortschritt, sondern es muss sich auch mit dem Bereich der Ethik beim Einsatz von KI kritisch auseinandergesetzt werden.⁹⁰

Eine relevante Disziplin, die sich daraus etabliert hat, ist die Maschinenethik. Wie in Abschnitt 3.1.2 erwähnt, ist KI kein bewusstseinsfähiges Lebewesen und kann daher weder die Konsequenzen und den Sinn ihres Handelns verstehen, noch ist sich KI bewusst, was es gerade eigentlich macht. Sie kann daher eventuelle Problematiken hinter bestimmten Handlungen nicht begreifen. Das Forschungsgebiet der Maschinenethik setzt dort an. Sie untersucht den Einsatz von und den Umgang mit KI sowie die Handlungen und Entscheidungen, die daran geknüpft sind.⁹¹ Ihr Ziel ist es Maschinen zu entwickeln, die moralische Entscheidungen treffen und verantwortungsvoll umsetzen können.⁹²

Eine relevante ethische Fragestellung, die sich in dem Kontext ergibt, ist die Frage nach der Verantwortung bzw. Haftung, wenn die KI negative

⁸⁸ Vgl. Wagner/Jost 2020, S. 101f.

⁸⁹ Vgl. Stubbe/Wessels/Zinke 2019, S. 239

⁹⁰ Vgl. Seng 2019, S. 195

⁹¹ Vgl. Ebd.

⁹² Vgl. Misselhorn 2018 (Internet)

Folgen, wie etwa Schäden, verursacht.⁹³ Beispielsweise bei der Frage, wie häufig und eindringlich ein Pflegesystem an die Medikamenteneinnahme sowie an das Essen und Trinken eines Pflegepatienten erinnern soll. Die KI muss dabei zwischen der Selbstbestimmung des Patienten und den gesundheitlichen Risiken, die durch die Nichteinnahme des Medikamentes entstehen können, abwägen. Vor dem Hintergrund immer intelligenter werdender Systeme kann nicht einfach der Entwickler des Systems verantwortlich gemacht werden, weil nicht mehr vorhergesagt werden kann, in welchen Situationen das System welche Entscheidungen trifft.⁹⁴ Über die diesbezüglich rechtliche Problematik wurde bereits in Kapitel 3.2.1 aufgeklärt.

Ein weiterer ethischer Gesichtspunkt ist die Sorge von Menschen, dass sie durch das Fortschreiten der KI-Systeme in immer mehr Lebensbereichen ersetzt werden und sie dadurch beispielsweise ihre Arbeitsstelle verlieren.⁹⁵ Dies ist aber aus heutigem Wissensstand unbegründet, da die KI lediglich den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen kann und nicht abzusehen ist, dass in naher Zukunft die Befürchtungen wahr werden. Vielmehr könnte sie neue Chancen ermöglichen, indem Synergieeffekte zwischen Mensch und KI geschaffen werden, wodurch sich beispielsweise medizinisches Personal mehr auf Patienten konzentrieren können. Sollte es dennoch zu Jobverlusten kommen, sollten die Menschen abgefangen werden und ihnen bei der Neuorientierung und Umschulungen Unterstützung geboten werden.⁹⁶ Im Zuge dessen existiert auch die Befürchtung vieler Menschen, dass die KI zu intelligent und damit zu mächtig werden könnte. Aber auch diese Sorgen sind unbegründet, da KI-Algorithmen darauf bedacht sind, anhand der zur Verfügung stehenden Daten vorab klar definierte Aufgaben zu erfüllen. Daher sind sie auch nicht in der Lage ihr Anwendungsgebiet selbstständig zu erweitern. Erfolgsversprechende

⁹³ Vgl. Stubbe/Wessels/Zinke 2019, S. 240

⁹⁴ Vgl. Misselhorn 2018 (Internet)

⁹⁵ Vgl. Beck 2019, S.6

⁹⁶ Vgl. Czipionka/Hobodites 2021, S. 97 (Internet)

Ansätze, die eine Superintelligenz mit eigenem Bewusstsein, im Sinne einer starken KI, erschaffen könnte, existieren bisher nicht.⁹⁷

4 Chancen

4.1 Diagnostik

In der Diagnostik liegt die Chance darin, dass die KI auf Datenbanken zugreifen kann, die bis zu Millionen Bild- und Textdokumente, sowie neue Erkenntnisse aus der Forschung, beispielsweise aus klinischen Studien, enthalten. Zusätzlich kann die gesamte Krankenakte des Patienten und die der Familienangehörigen ausgewertet, Therapie-Empfehlungen vergangener Diagnosen berücksichtigt und die Symptomatik mit anderen Patienten verglichen werden.⁹⁸ Ein bekanntes Beispiel dafür ist das Computerprogramm „Watson“ des IT- und Beratungsunternehmens IBM. Berühmt wurde die KI durch das Jeopardy-Duell im Jahr 2011, indem es innerhalb von 3 Sekunden über 200 Millionen Textseiten verarbeitete und so überlegen gegen die menschliche Konkurrenz gewann. Watson kann aber auch als schwache KI den Arzt bei der Diagnose und anschließend bei der Therapie unterstützen, indem er auf Datenbanken Zugriff erhält und ihm dadurch die oben genannten Informationen zur Bearbeitung zur Verfügung stehen. Am Ende kann Watson eine Auswahl möglicher Diagnosen erstellen und die Wahrscheinlichkeiten für dessen Eintreten bewerten. Ohne die Unterstützung von Watson könnte der Arzt im Rahmen seiner Anamnese nur auf die Informationen der jeweiligen Patientenakte und auf die Familiengeschichte, sowie auf seine eigene Erfahrung und Expertise zurückgreifen. Watson hingegen kann eine viel umfangreichere Anamnese erstellen, da er auf ein größeres Spektrum an Informationen zurückgreifen kann. Die Patienteninformationen müssen dabei in digitaler Form vorliegen, wie es beispielsweise in der ePA der Fall ist. Allerdings können sich die meisten Patienten nicht exakt daran erinnern, welche Befunde oder Blutwerte in der Vergangenheit vorlagen, oder wann welche Symptomatik bei ihnen oder bei ihren Familienangehörigen auftraten, insbesondere wenn mehrere

⁹⁷ Vgl. Buxmann/Schmidt 2021a, S. 217

⁹⁸ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 186

Generationen dazwischenliegen. Das erschwert und verlängert eine zielgerichtete Diagnose.⁹⁹ Wichtig ist dabei, dass die Datenbanken ständig erweitert und mit aktuellen Erkenntnissen, Ergebnissen und Entwicklungen aus Forschung, Diagnose und Therapie angepasst werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die KI weiter trainiert wird und somit dazulernen kann, um schnellere und mit höherer Wahrscheinlichkeit richtige Diagnosen zu erstellen.¹⁰⁰

Durch den unterstützenden Einsatz von KI können also Diagnosen genauer und schneller erstellt werden, um mehr Zeit für die Behandlung der Patienten zu gewinnen.¹⁰¹ Insbesondere bei der Diagnose von sehr seltenen Erkrankungen kann eine KI wie Watson dabei hilfreich sein. Bis eine sehr seltene Krankheit diagnostiziert wird, vergehen oft mehrere Jahre und dies ist meist auch mit einem hohen Ressourcenverbrauch verbunden. Hinzu kommen die Strapazen und der Stress für die Patienten von den vielen Besuchen bei unterschiedlichen Ärzten. KI kann durch den Zugriff auf die Datenbanken in kurzer Zeit auf die nötigen Informationen zugreifen und erhält somit die nötige Expertise. Die genannten negativen Aspekte bei der Untersuchung und bei der Anamnese durch nur einen Arzt können dadurch reduziert werden.¹⁰² So auch 2016 bei einer Frau in Japan. Damals hat Watson bei der Patientin eine seltene Form von Leukämie diagnostiziert, indem er innerhalb von 10 Minuten die Daten und Gene der Patientin mit denen von 20 Millionen anderer Krebspatienten verglich. Zusätzlich flossen Informationen über die Familiengeschichte, den Medikamentenplan und über Symptome mit in die Analyse ein.¹⁰³

Wie dieses Beispiel zeigt, liegt besonderes Potential von KI im Bereich der Onkologie. Damit verbunden ist der Bereich der Radiologie, auf den daher im nächsten Kapitel explizit eingegangen wird.

⁹⁹ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 115

¹⁰⁰ Vgl. Winkler et al. 2019, S. 110

¹⁰¹ Vgl. Wennker 2020, S. 65

¹⁰² Vgl. Cypionka/Hobodites 2021, S.100 (Internet)

¹⁰³ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 115

4.2 Radiologie

Ein Bereich, bei dem KI heutzutage bereits häufig Anwendung findet und eine wichtige Rolle einnimmt, ist die Radiologie. Das liegt vor allem daran, dass mittlerweile ultra-hochauflösende Bilder, die ein entsprechend hohes Datenvolumen benötigen, aufgenommen werden können. Alle drei Jahre verdoppelt sich schätzungsweise dieses Datenvolumen. Entsprechend wird es immer schwieriger die Daten auszuwerten und dadurch den Nutzen aus den Informationen auszulesen. Aber auch Diagnosefehler sind und werden auch zukünftig, aufgrund der hohen geistigen Anstrengung eines Radiologen ein Problem darstellen. Verschärft wird diese Problematik durch eine stetig ansteigende Anzahl an auszuwertenden Aufnahmen, bzw. einer gestiegenen Nachfrage nach bildgebenden Verfahren, während jedoch die Anzahl an qualifizierten Radiologen nicht in gleichem Maße zunimmt. So stieg in Deutschland die Anzahl praktizierender Radiologen zwischen 2007 und 2017 um 29% an, die Anzahl der in Anspruch genommenen radiologischen Leistungen im gleichen Zeitraum stieg hingegen um 126% an.¹⁰⁴

DL setzt hier an und kann dabei helfen, die genannten Herausforderungen zu überwinden, indem die KI dem Radiologen beim Auswerten und Interpretieren von beispielsweise Röntgenbildern oder CT-Scans unterstützt. Dies geschieht in Form des „4-Augen-Prinzips“. Da die Bilddaten aus mehreren tausend Einzelaufnahmen bestehen können und die Arbeit eines Radiologen viel Konzentration erfordert, kann es schnell zu Flüchtigkeitsfehlern kommen.¹⁰⁵ Zusätzlich müssen Radiologen durch die erwähnte Diskrepanz zwischen der Anzahl verfügbarer Radiologen und der zunehmenden Anzahl an auszuwertenden diagnostischen Aufnahmen schneller arbeiten, wodurch der Druck erhöht wird und ebenfalls häufiger Fehler entstehen.¹⁰⁶ Deshalb wird das Bildmaterial zunächst von dem Radiologen ausgewertet. Im Anschluss prüft dann die KI ebenfalls die Bilddateien

¹⁰⁴ Vgl. Winter 2020, S. 707f.

¹⁰⁵ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 164

¹⁰⁶ Vgl. Winter 2020, S. 708

und sichtet, welche Bildausschnitte der Radiologe genauer betrachten sollte. Der KI ist es schließlich möglich, Auffälligkeiten und Details in relevanten Einzelaufnahmen mittels Mustererkennung zu identifizieren, die das menschliche Auge nicht erkennen kann.¹⁰⁷ Unter Zuhilfenahme von KI kann somit die Fehlerrate des Radiologen reduziert werden. Sowohl falsch-negative-Befunde, also solche, die übersehen oder falsch interpretiert worden sind, als auch falsch-positive-Befunde, also jene, die erkannt wurden, bei denen allerdings kein Befund vorliegt, können erkannt und dadurch reduziert werden.¹⁰⁸ Außerdem können auch Nebenbefunde in den dargestellten Körperabschnitten identifiziert werden, die zunächst nicht im Zusammenhang mit der eigentlichen Untersuchung standen. Durch die Unterstützung einer KI wird somit einerseits die Sicherheit des Patienten erhöht und andererseits ist es auch aus haftungsrechtlicher Sicht für den Radiologen relevant, da ihm das Nichterkennen von Nebenbefunden juristisch angerechnet und zugerechnet werden kann.¹⁰⁹

Dabei wird ein weiterer Vorteil selbstlernender Systeme deutlich. Der Algorithmus kann automatisch, neben den eigentlichen Bildaufnahmen, auch alle zusätzlichen Informationen, beispielsweise ob und welche Medikamente geholfen haben, ob genetische Mutationen entstanden sind oder Daten über den Verlauf einer Therapie, extrahieren. Daraufhin erkennt das System ein Muster und kann dann die Daten mit denen der gesamten Datenbank vergleichen und diese bei der nächsten Analyse mit einfließen lassen.¹¹⁰ Das Resultat ist auf der einen Seite eine kontinuierliche Optimierung der Sensitivität und Spezifität der Ergebnisse und auf der anderen Seite kann der klinische Arbeitsablauf optimiert werden. Indem die KI die angefallenen Bilddaten nach Auffälligkeiten automatisch auswertet, können Patienten, bei denen ein akuter

¹⁰⁷ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 164

¹⁰⁸ Vgl. Winter 2020, S. 709

¹⁰⁹ Vgl. Jorzig/Saranghi 2020, S. 112

¹¹⁰ Vgl. Ebd., S. 112f.

Behandlungsbedarf besteht, schneller identifiziert und entsprechend priorisiert werden.¹¹¹

4.3 KI in der Pharmaindustrie

Um ein neues Arzneimittel auf den Markt zu bringen vergehen durchschnittlich zehn bis zwölf Jahre, da zunächst erst ein Wirkstoff gefunden, dieser sich in den klinischen Studien als wirksam, sicher und unbedenklich erweisen und anschließend von den Zulassungsbehörden zugelassen werden muss. Zudem müssen aktuell durchschnittlich 10.000 Substanzen überhaupt erst erforscht werden, von denen es dann eine bis zur Zulassung schafft. Aus diesen Gründen entstehen bei dem Prozess der Arzneimittelentwicklung durchschnittliche Kosten von aktuell 1-2,6 Milliarden US\$, bis ein Wirkstoff in Form eines Medikamentes abschließend auf den Markt gebracht wird.¹¹² Für Pharmaunternehmen ist es daher aus Kostensicht lukrativ, die Zeit für Forschung und Entwicklung (F&E) sowie dessen Aufwendungen zu minimieren, um das Arzneimittel schneller auf den Markt zu bringen. KI kann dabei unterstützen, dies erfolgreich umzusetzen.¹¹³

In der pharmazeutischen F&E werden große Mengen an Daten sowohl benötigt, als auch generiert, wie beispielsweise aus Beobachtungsstudien. Diese sind zumeist komplex und mindestens schwach strukturiert, weil unterschiedliche Datentypen, wie z.B. biometrische Daten, Texte oder Grafiken genutzt werden. DL ist hierbei in der Lage, diese Daten zu strukturieren, um sie anschließend auszuwerten und verwendbar zu machen.¹¹⁴ Im Zuge des F&E-Prozesses ist es außerdem nützlich, wissenschaftliche Publikationen aus Fachzeitschriften heranzuziehen, um die aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnisse mit einfließen zu lassen. So kann bereits in den ersten Schritten der F&E-Prozess beschleunigt werden, da ein Mensch nicht in der Lage wäre, die Menge an Informationen aus den Publikationen zu bewältigen. Zusätzlich ermöglicht es den Austausch und Recherche über

¹¹¹ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 164f.

¹¹² Vgl. Wennker 2020, S. 68-71

¹¹³ Vgl. Schweizer/Hüning 2020, S. 37

¹¹⁴ Vgl. Ebd.

den jeweiligen Fachbereich hinaus, sodass Impulse für neue Ideen entstehen können. Algorithmen sind in der Lage, das Wissen aus den Publikationen zu analysieren und zu sortieren, sodass die entsprechend benötigten Informationen passend gefiltert den Forschern zur Verfügung gestellt werden können.¹¹⁵ Ein Muster, nach dem die KI beispielsweise suchen könnte, wäre „Rolle von *Gen X* bei *Krankheit Y*“, woraufhin anschließend Zusammenhänge zu der aktuellen Fragestellung hergestellt werden.¹¹⁶

Durch die Analyse von Big Data wird zudem die Produktivität, Effizienz und Zielgenauigkeit in der F&E erhöht. Einerseits können dadurch, wie oben beschrieben, schon im frühen F&E-Prozess nicht erfolgsversprechende Projekte ermittelt werden, die dann folglich nicht mehr verfolgt werden sollten.¹¹⁷ Andererseits kann die Suche nach neuen Molekülen, die als Wirkstoff in Frage kommen könnten, umfassender und schneller betrieben werden. Normalerweise geschieht die Suche nach passenden Molekülen durch Forscher in großen Molekülbibliotheken.¹¹⁸ KI ermöglicht es, die Stoffeigenschaften und Strukturen mehrerer zehntausend Moleküle gleichzeitig zu untersuchen.¹¹⁹ Ein Beispiel für eine solche Bibliothek ist der „Cancer Genomics Hub“. Diese Datenbank enthält große Datenmengen von Krebsgenomen, die von Wissenschaftlern analysiert werden können, um gezielt die komplexen molekularen Strukturen von Krebsgenomen zu charakterisieren. Weltweit kann auf diese Datenbank zugegriffen werden. Dadurch können erfolgsversprechende Moleküle mithilfe von KI schneller, umfassender und mit geringerem Aufwand identifiziert und im Anschluss noch verändert werden, um unerwünschte Nebenwirkungen zu reduzieren und um ein besseres Verständnis von Wechselwirkungen zu erhalten.¹²⁰

¹¹⁵ Vgl. Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (Hrsg.) o.J. (Internet)

¹¹⁶ Vgl. Wennker 2020, S. 72f.

¹¹⁷ Vgl. Schweizer/Hüning 2020, S. 37

¹¹⁸ Vgl. Merck KGaA (Hrsg.) o.J. (Internet)

¹¹⁹ Vgl. Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (Hrsg.) o.J. (Internet)

¹²⁰ Vgl. Huber/Dachtler/Edinger 2017, S. 250

Des Weiteren können mithilfe von KI klinische Studien optimiert werden. Es gilt dabei, dass je besser die Auswahl an Probanden ist, desto erfolgsversprechender ist auch die Studie. Somit spielt der Rekrutierungsprozess eine maßgebliche Rolle, der mithilfe von KI verbessert werden kann. Indem die KI unterschiedliche Datenquellen, wie beispielsweise die ePA, medizinische Datenbanken oder medizinische Bildgebungen analysiert, kann die Heterogenität der Probandenauswahl verringert werden und so können beispielsweise nur Probanden ausgewählt werden, die entsprechend krankheitsbezogene Biomarker aufweisen.^{121, 122} Dadurch können Probanden ermittelt werden, die mit größerer Wahrscheinlichkeit auf das Arzneimittel reagieren und somit eine höhere Erfolgswahrscheinlichkeit bei denjenigen zu erwarten ist. Zusätzlich führt dies zu einem beschleunigten Rekrutierungsprozess und die Ausfallquote der Probanden verringert sich, was insgesamt gesehen, die Kosten der Arzneimittelentwicklung reduziert.¹²³

4.4 Robotik

Der Begriff Roboter bezeichnet eine technische Apparatur, die dem Menschen schwere und ermüdende Arbeit abnehmen soll. Vorteile gegenüber menschlicher Arbeitskraft sind Kraft, Präzision, Schnelligkeit, Ausdauer und Emotionslosigkeit.¹²⁴ Sie können als einfache Verrichtungsroboter eingesetzt oder aber mit KI versehen werden.¹²⁵ Werden Roboter mit KI ausgestattet, erhalten sie dadurch zusätzlich Intelligenz als Eigenschaft, was noch weitere Anwendungsfelder für Roboter ermöglicht.¹²⁶ Solche intelligenten Roboter sind in der Lage, sich autonom der Umwelt und ihrer zu erledigenden Aufgabe so anzupassen, dass der Programmablauf entsprechend optimal verrichtet werden kann. Dazu werden sie mit unterschiedlichen, in der Regel akustischen und

¹²¹ Vgl. Czipionka/Hobodites 2021, S.100 (Internet)

¹²² Vgl. Biundo et al. 2020, S. 24f. (Internet)

¹²³ Vgl. Ebd.

¹²⁴ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 44, 47

¹²⁵ Vgl. Jorzig/Saranghi 2020, S. 145

¹²⁶ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 47

optischen Sensoren ausgestattet.¹²⁷ Ein Beispiel dafür sind humanoide Roboter, die aufgrund ihres Gesichts, der künstlichen Arme und Beine, oder einer Plattform mit Rädern, menschenähnlich aussehen und sich selbstständig fortbewegen können.¹²⁸ Dadurch sollen sie dem Menschen nicht fremd erscheinen und so vertrauter wirken. Aufgrund dessen ergeben sich besonders vielversprechende Möglichkeiten bei der Interaktion mit Menschen, etwa im Bereich der Pflege.¹²⁹

Bei der Pflege stellt der Aspekt der Zuwendung eine große Rolle dar. Der humanoide Roboter „Pepper“ kann beispielsweise anhand der Stimme des Gesprächspartners menschliche Emotionen deuten und daraufhin aktiv mit ihnen kommunizieren, um ihnen positiv zuzureden oder sie anhand von netten Kommentaren zu unterstützen. Weiterhin kann er Witze erzählen, Pantomime spielen, singen, tanzen oder die Senioren zu körperlichen Übungen motivieren. Es ist zwar nicht sicher, ob intelligente Roboter, wie Pepper, diese Zuwendung komplett leisten können, da ihnen die Kreativität und Empathie fehlt, die ein menschlicher Betreuer, Pfleger oder Angehöriger mit sich bringt. Allerdings stellen sie eine sehr gute Unterstützung dar, vor allem, weil sie nicht abgelenkt oder müde werden können.^{130, 131} Letztendlich sollen und können Pflegeroboter menschliche Pfleger nicht absolut ersetzen. Sie können lediglich Freiräume für die Pfleger schaffen, sodass sie sich auf wichtigere Aufgaben konzentrieren können.¹³² Neben den genannten emotionalen und sozial-interaktiven Aufgaben können Pflegeroboter durch ihre Sensoren Medikamente und Nahrungsmittel reichen oder die Pflegeperson an dessen Einnahme erinnern. Sie können auch Gegenstände, die auf den Boden gefallen sind aufheben oder die

¹²⁷ Vgl. Jörg 2018, S. 98

¹²⁸ Vgl. Kreuzer/Sirrenberg 2019, S. 47

¹²⁹ Vgl. Jörg 2018, S. 99f.

¹³⁰ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 151f.

¹³¹ Vgl. Jörg 2018, S. 99f.

¹³² Vgl. Ebd., S. 103

Pflegeperson daran erinnern, wo diese abgelegt wurden, den Notdienst alarmieren und beim Aufrichten oder Hinsetzen helfen.^{133, 134}

4.5 Health-Apps und Wearables

2019 wurden im App Store ca. 105.000 Apps in der Kategorie „medical“ und etwa 210.000 Apps in der Kategorie „health & fitness“ angeboten. Durch die Corona-Pandemie hat sich das Angebot für solche „Health-Apps“ noch weiter gesteigert und wird vermutlich auch in Zukunft noch weiter anwachsen. Medical-Apps dienen kranken Nutzern oder deren Angehörigen, die Unterstützung bei einer Erkrankung benötigen. Sie können beispielsweise Aufgaben, wie das Messen und Auswerten von Vitalparametern übernehmen. Gesundheits- und Fitness-Apps hingegen sind für gesunde Nutzer bestimmt, die beispielsweise durch Fitnessübungen, Meditation oder Gewichtsreduktion ihre jeweilige Lebenssituation verbessern wollen.^{135, 136} Mittlerweile werden auch immer häufiger Wearables, wie z.B. Smartwatches, für gesundheitsbezogene Maßnahmen genutzt. Dazu gehört beispielsweise ebenfalls die Bestimmung von Vitalparametern oder das Schlaftracking.¹³⁷ Smartwatches bieten zudem gegenüber herkömmlichen Assistenzsystemen- und Geräten die Vorteile, dass sie ortsunabhängig und zu jeder Zeit getragen werden können, preisgünstig und gesellschaftlich weitestgehend akzeptiert sind, sodass eine Stigmatisierung ausgeschlossen ist.¹³⁸

Nun können Health-Apps und Wearables auch KI basiert sein. Im Vordergrund steht dabei die Software, die Datensätze analysiert, dort Muster erkennt und sich daraufhin selbst weiterentwickelt.¹³⁹ Ein vielversprechendes Einsatzgebiet ist das Erkennen von Stürzen, was besonders für ältere Menschen von Nutzen sein kann. Sowohl durch persönliche Faktoren, wie beispielsweise verminderte

¹³³ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 152

¹³⁴ Vgl. Jörg 2018, S. 102

¹³⁵ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 116

¹³⁶ Vgl. Mumm et al. 2021, S.1

¹³⁷ Vgl. Ebd.

¹³⁸ Vgl. Waldhör 2020, S. 350, 364

¹³⁹ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 117

Reaktionsgeschwindigkeit, Sehschwäche oder nachlassende Muskelkraft, als auch Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise unbekannte Umgebungen oder Unebenheiten, führen Stürze bei Personen in dieser Altersgruppe oft zu Krankenhausaufenthalten, langen und teuren Genesungsprozessen und häufig auch zum Tod. Smartwatches können ältere Menschen dahingehend unterstützen, ein sichereres und selbstbestimmteres Leben zu ermöglichen. Um einen Sturz korrekt zu erkennen, wird eine Smartwatch mit Beschleunigungs-, Gyrometer- und Magnetometerdaten trainiert. Diese Trainingsdaten werden dabei durch simulierte Stürze jüngerer Personen erzeugt. In bestimmten Zeitintervallen werden diese Datentypen dann im realen Einsatzumfeld aufgezeichnet. Im Falle eines Sturzes analysiert ein ML-Algorithmus diese Daten. Sollte dieser daraufhin einen Sturz erkannt haben, wird automatisch ein Notruf abgesetzt, insofern der Nutzer nicht in einer bestimmten Zeit den Notruf verhindert.¹⁴⁰

Des Weiteren zeigen sich bei der Erfassung und Analyse von Vitalparametern Chancen. Durch den kombinierten Einsatz einer Smartwatch, die ein Elektrokardiogramm per App installiert hat und KI-Algorithmen, können Vitaldaten erfasst werden und so beispielsweise Vorhofflimmern und Herzrhythmusstörungen erkannt werden, was typische Anzeichen einer Herzinsuffizienz oder eines Herzversagens sind. Für Diabetes-Patienten bietet sich die Chance dahingehend, dass eine ständige Glukose-Überwachung stattfinden kann. Tag- und Nacht kann so der Zuckergehalt im Blut nachvollzogen werden, sodass auch Vorhersagen über Höhen- und Tiefenstände gemacht werden können. Die Vitalparameter können außerdem automatisch an Pflegekräfte übermittelt werden. Dadurch müssen diese nicht im direkten Kontakt zu den Patienten stehen, was beispielsweise besonders bei älteren Personen, die zuhause gepflegt werden, vorteilhaft ist. Im Falle einer Verschlechterung kann die Pflegekraft dann sofort eingreifen.¹⁴¹ Wearables zur Überwachung von Vitalwerten finden außerdem Einsatz

¹⁴⁰ Vgl. Waldhör 2020, S. 348-358

¹⁴¹ Vgl. Biundo et al. 2020, S. 17f. (Internet)

nach der Entlassung aus einem Krankenhaus. Durch das Monitoring von Werten wie beispielsweise Körpertemperatur, Blutdruck, Atemfrequenz oder Sauerstofflevel kann die medizinische Nachsorge verbessert und die Anzahl an Wiedereinweisungen reduziert werden.¹⁴²

Fitness- und Gesundheitsapps sensibilisieren zudem für einen aktiveren und bewussteren Lebensstil und können ein höheres Bewusstsein für die eigene Gesundheit schaffen. Apps und Wearables unterstützen dabei die Vitaldaten aufzuzeichnen und auszuwerten, um so das Selbstmonitoring zu erleichtern.¹⁴³ In der Regel sind dies personalisierte Apps, die anhand der aufgezeichneten Daten individuell auf den jeweiligen Anwender zugeschnitten werden. So können Ernährungsapps das Essverhalten analysieren und daraufhin Empfehlungen für einen gesünderen Lebensstil geben, Rückschlüsse ziehen, ob beispielsweise Entzündungen auf das Essverhalten zurückzuführen sind, oder individuelle Ernährungspläne erstellen, um beispielsweise bei Übergewicht zur Gewichtsreduktion zu helfen.¹⁴⁴ KI-Algorithmen können außerdem personalisierte Trainingsempfehlungen vorschlagen. So können z.B. Fitness-Apps beim Laufen Geschwindigkeit, Strecke und verbrauchte Kalorien aufzeichnen. In Kombination mit Daten zum Gewicht, Alter, Geschlecht und Ernährungsmustern können diese Datenströme ausgewertet und daraufhin personalisierte Optimierungsvorschläge für das Training ausgesprochen werden.¹⁴⁵

5 Risiken

5.1 Fehlerhafte Daten

Bei so vielversprechenden Technologien wie KI, bei deren Nutzung die Chancen und die damit einhergehenden möglichen Verbesserungen und Vereinfachungen stark in den Vordergrund gestellt werden, müssen auch immer die Risiken beachtet werden. Schließlich hat nicht jede KI-Anwendung automatisch einen Nutzen, nur weil sie eine Innovation

¹⁴² Vgl. Czypionka/Hobodites 2021, S. 101 (Internet)

¹⁴³ Vgl. Bräunel/Häber 2019, S. 315

¹⁴⁴ Vgl. Biundo et al. 2020, S. 28 (Internet)

¹⁴⁵ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 191

darstellt. Ein Risiko, das sich dabei ergibt, sind die Daten mit denen die KI trainiert wird, da auf deren Eigenschaften, Menge und Qualität geachtet werden muss.¹⁴⁶

Zunächst müssen die Trainingsdaten aus Gründen des Datenschutzes anonymisiert und in digitaler Form vorliegen. Wichtig ist dabei, dass sie aus unterschiedlichen (verlässlichen) Quellen stammen, sodass eine ausgewogene Datengrundlage besteht. Sollte dies nicht der Fall sein, kann es sonst zu einem Bias in den Datensätzen kommen, wodurch Ungenauigkeiten in dem Ergebnis entstehen oder dieses sogar unbrauchbar wird. Sollte ein Bias in den Trainingsdaten entstehen, kann die KI diesen logischerweise nicht selbst erkennen, da das System nur anhand der zur Verfügung stehenden Informationen gelernt hat. Wenn beispielsweise eine KI in einem Krankenhausumfeld lernt, dann kann es sein, dass die KI für einen anderen Bereich nicht geeignet ist.^{147, 148}

Außerdem muss darauf geachtet werden, dass beim Training von KI-Algorithmen große Mengen an Trainingsdaten benutzt werden. Je mehr Trainingsdaten vorliegen, desto höher ist die Genauigkeit, mit der Ergebnisse erzielt werden können. Zu einem Problem kann dies allerdings bei seltenen Erkrankungen führen. In diesen Fällen liegen nicht so große Mengen an Patientendaten vor, weshalb Personen mit einer seltenen Erkrankung nicht im gleichen Maße davon profitieren können, wie Personen, die beispielsweise an einer Volkskrankheit leiden.¹⁴⁹ Generell stellt aktuell die Beschaffung von Trainingsdaten eine Herausforderung dar. Besonders im Bereich der bildgebenden Diagnostik gibt es verhältnismäßig nur wenig Datensätze, die zum Training von KI-Systemen genutzt werden können.¹⁵⁰ In Deutschland ist zudem eine konsolidierte Datenbasis, die aus verschiedenen Quellen die Krankenakten der Patienten zusammenführt, nicht vorhanden. Das liegt vor allem daran, dass einerseits eine dezentrale Gesundheitsversorgung

¹⁴⁶ Vgl. Cypionka/Hobodites 2021, S. 95 (Internet)

¹⁴⁷ Vgl. Ebd.

¹⁴⁸ Vgl. Kreuzer/Sirrenberg 2019, S. 11

¹⁴⁹ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 168f.

¹⁵⁰ Vgl. Wennker 2020, S. 68

in Deutschland vorherrscht und die ePA, mit vollständiger Dokumentation über Diagnosen, Therapien und erreichten Therapieerfolgen, noch nicht flächendeckend etabliert ist und genutzt wird. Eine interdisziplinäre Übermittlung von Ergebnissen zwischen Ärzten macht dies nur schwer möglich.

Des Weiteren muss die KI bedeutende medizinische Begriffe und verschiedene Arten von gängigen Formulierungen in Untersuchungsbefunden und Arztbriefen lernen und je nach Situation diese richtig bewerten können. Nicht ganz klare Aussagen wie: „...konnte nicht ausgeschlossen werden“ ist für die KI nicht möglich zu interpretieren. Hinzu kommen übliche ärztliche Abkürzungen sowie diverse wichtige Richtlinien und bewährte Therapieoptionen, die von der KI erlernt werden müssen. Heutige KI-Systeme müssen daher noch fortlaufend mit wesentlichen Daten gefüttert und die Ergebnisse ausführlich ausgewertet und analysiert werden, damit Fehler möglichst ausgeschlossen werden. Die KI soll schließlich das gleiche Können aufweisen wie gute Ärzte, oder dieses sogar übertreffen, sodass am Ende eine diagnostikersetzende KI, statt einer diagnostikunterstützenden Anwendung, wie es momentan der Fall ist, existiert. Daher können Stand heute die besten Ergebnisse erzielt werden, wenn Menschen mit KI-Systemen zusammenarbeiten, um gegenseitige Schwächen auszugleichen.¹⁵¹

Ein weiteres Risiko ist die Ermittlung von Falschbefunden durch die KI. Dies kann passieren, indem unterschiedliche Rahmenbedingungen und Behandlungsstandards in verschiedenen Staaten oder Regionen vorherrschen und das System diese nicht differenzieren kann. Das können beispielsweise sprachliche Unterschiede, fremde Satz- und Sonderzeichen, ethnische Besonderheiten oder durch fremde Religionen beeinflusste Daten sein. Dadurch kann es zu Therapie- und Behandlungsoptionen kommen, die völlig gegensätzlich sind oder nicht zu der eigentlichen ethischen Vorstellung des Patienten passen.

¹⁵¹ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 187

Beispielsweise könnte eine KI Palliativmedizin als Behandlungsform empfehlen, da es anhand der Trainingsdaten diese erlernt hat, obwohl es in dem Land keine Palliativmedizin gibt.¹⁵² Zudem können Krankheitsbilder von individuellen Eigenschaften des Patienten abhängig sein. Dazu zählt z.B. kultureller Hintergrund, Lebensstil oder sozioökonomische Gegebenheiten. Werden diese Umstände nicht berücksichtigt, werden die Ergebnisse einer KI fehlerhaft und somit unbrauchbar sein.¹⁵³ Im Zuge dessen kam es auch bei Watson zu Fehlbefunden, da er nicht in der Lage war, die genannten Aspekte zu berücksichtigen bzw. diese zu differenzieren. Deshalb wird Watson auch kaum bis gar nicht mehr in der Medizin eingesetzt.¹⁵⁴ Das Beispiel des Abbruchs des Projektes Watson zeigt daher, dass die Erwartungen an die Technologie hoch sind, der flächendeckende Einsatz allerdings noch schwierig und noch nicht zu bewältigen ist.^{155, 156}

5.2 Black-Box-Problem

Nicht nur fehlerhafte Datensätze sollten beim Einsatz von KI vermieden werden, sondern auch Intransparenz darüber, welche Prozesse zu der Entscheidungsfindung der KI geführt haben. Der Vorteil von selbstlernenden Algorithmen ist schließlich, dass sie selbstständig Muster erkennen und daraufhin Entscheidungen treffen. Für die Nutzer bzw. für die Betroffenen stellt sich jedoch oftmals die Frage, warum der Algorithmus so, oder so entschieden hat.¹⁵⁷ Es kann daher zum „Black-Box-Problem“ kommen. Damit ist gemeint, dass die Gründe, wie ein bestimmtes Ergebnis zustande gekommen ist, aufgrund fehlender Transparenz nicht nachvollziehbar sind. Insbesondere bei DL-Anwendungen tritt dieses Phänomen auf, da diese Systeme hinsichtlich ihrer vielen Analyseebenen sehr komplex aufgebaut sind. Beim Black-Box-Problem kann es daher zu ungewollten Folgen, im schlimmsten Fall zu Schäden an Patienten kommen, wenn beispielsweise eine falsche

¹⁵² Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 116, 119

¹⁵³ Vgl. Cypionka/Hobodites 2021, S. 96 (Internet)

¹⁵⁴ Vgl. Jorzig/Sarangi 2020, S. 116

¹⁵⁵ Vgl. Ebd.

¹⁵⁶ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 169

¹⁵⁷ Vgl. Kreutzer/Sirrenberg 2019, S. 12

Diagnose aufgrund dessen gestellt wird. Außerdem spielen negative psychologische Aspekte eine Rolle, wenn weder für Ärzte, noch für Patienten ersichtlich wird, warum diese spezifische Diagnose gestellt wurde.¹⁵⁸ Durch diese Intransparenz wird es dann kompliziert bei diesen Personengruppen Akzeptanz zu gewinnen und es fällt ihnen schwer, trotzdem den Ergebnissen zu vertrauen.¹⁵⁹ Allerdings spielt für eine erfolgreiche Umsetzung von KI im Gesundheitswesen Vertrauen eine wichtige Rolle. Bei zu wenig Akzeptanz und Vertrauen sind Menschen weniger bereit ihre Daten zur Verfügung zu stellen, wodurch der Nutzen von KI geschmälert wird.¹⁶⁰ Gleichzeitig muss aber auch gewährleistet werden, dass Daten im Nachhinein nicht verändert werden können, beispielsweise durch eine Blockchain. Sollte beispielsweise ein Wearable einen Sturz nicht erkannt haben und deshalb keinen Notruf abgesetzt haben, können bei Folgeschäden rechtliche Auseinandersetzungen die Konsequenz sein.¹⁶¹

Um die Transparenz von KI-Algorithmen zu erhöhen, existiert bereits das Forschungsgebiet „Explainable AI“ (Deutsch: „erklärbare KI“). Es beschäftigt sich damit, das Black-Box-Problem zu vermeiden und eine KI zu erschaffen, die ihre Entscheidungen erklären kann und den Prozess dahin nachvollziehbar macht.¹⁶²

5.3 Datenmissbrauch

Sollten KI-Algorithmen mit falschen Daten trainiert werden und Intransparenz über den Weg der Entscheidungsfindung vorherrschen, kann dieser KI-Algorithmus missbraucht werden und beispielsweise diskriminierende, sexistische oder rassistische Entscheidungen treffen. Zum einen kann dies geschehen, indem ein Mensch das KI-System mit entsprechend voreingenommenen Daten, wie etwa Emotionen, Ängsten, Vorurteilen oder Werten trainiert, was sich wiederum in den Ergebnissen

¹⁵⁸ Vgl. Krumm/Dwertmann 2019, S. 169f.

¹⁵⁹ Vgl. Kreuzer/Sirrenberg 2019, S. 13

¹⁶⁰ Vgl. Cypionka/Hobodites 2021, S. 96f. (Internet)

¹⁶¹ Vgl. Waldhör 2020, S. 364

¹⁶² Vgl. Buxmann/Schmidt 2021a, S. 219

widerspiegelt.¹⁶³ Werden diese Fehler bewusst platziert, ist die Rede von sogenannten „data poisoning attacks“, wodurch die KI falsche Sachverhalte lernt. Andersherum kann bei „adversarial attacks“ der Kontext von bereits bestehenden Daten manipuliert werden, sodass das Ergebnis verfälscht wird. Durch die beiden Angriffsarten werden dann Resultate im Sinne des Angreifers von der KI erzielt.¹⁶⁴ Die KI kann daraufhin ihren Objektivitätserwartungen nicht gerecht werden. Allerdings kann es auch passieren, indem ein Mensch nicht absichtlich aktiv in den Datenerhebungsprozess eingreift. So können auch andere Datensätze, wie etwa wissenschaftliche Studien, Internetbeiträge oder Wörterbücher rassistische oder beleidigende Äußerungen oder Hassreden beinhalten, die dann den KI-output manipulieren. So ist dies auch geschehen bei Watson. Nachdem er das online-Lexikon „Wikipedia“ und das online-Wörterbuch „Urban Dictionary“ analysierte und daraufhin häufiger unangemessene Sprache verwendet hat, hat IBM einen „Swear-Filter“ eingerichtet, um das Problem zu beheben.

6 Schlussbetrachtung

Unter Zuhilfenahme wissenschaftlicher Literatur wurde zunächst ein Überblick über das Themengebiet der Digitalisierung im Gesundheitswesen geschaffen, um daran anschließend die Chancen und Risiken, die sich durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz für das Gesundheitswesen ergeben, herauszuarbeiten. Dabei wurde deutlich, dass die digitale Transformation im Gesundheitswesen immer weiter voranschreitet und neue Möglichkeiten schafft. Dementsprechend musste auch der Gesetzgeber reagieren und hat mit dem 2015 erlassenen E-Health-Gesetz den ersten und bisher bedeutsamsten Schritt in Richtung eines digitalisierten Gesundheitswesens gewagt, um alle Akteure des Gesundheitswesens sicher miteinander zu vernetzen. Maßgebliches Instrument stellt hierbei die Telematikinfrastruktur dar. Dies war auch notwendig, da Deutschland im Vergleich mit anderen EU-Staaten die digitale Transformation zu lange hinausgezögert hat. Dieser

¹⁶³ Vgl. Langer/Weyerer 2020, S. 224f.

¹⁶⁴ Vgl. Schütze/Schlieter 2019, S. 1092

Rückstand muss nun erst aufgeholt werden, um nicht noch weiter den Anschluss zu verlieren. Im Zuge eines digitalisierten Gesundheitswesens ergeben sich neue Chancen, die genutzt, aber auch Risiken und Herausforderungen, die möglichst minimiert oder eliminiert werden sollten. Auf der einen Seite kann die Versorgungs- und Behandlungsqualität der Patienten gesteigert werden, Daten können schneller und sicherer zwischen verschiedenen Gesundheitsakteuren ausgetauscht werden und insgesamt können bis zu 34 Milliarden Euro jährlich an Kosten eingespart werden. Auf der anderen Seite kann es zu Datendiebstählen durch Hacking oder zu Systemausfällen und dadurch zu Datenverlusten kommen, Mitarbeiter müssen neue Kompetenzen durch Schulungen erlangen und in Deutschland existiert derzeit kein flächendeckend schnelles Internet.

Ein digitalisiertes Gesundheitswesen ist essenziell für den erfolgreichen Einsatz von KI im Gesundheitswesen. Ohne Daten wäre sie schließlich nicht in der Lage vernünftig zu arbeiten. Der Nutzen einer KI besteht dabei in selbstlernenden Algorithmen. Das bedeutet, dass eine KI keine simplen „Wenn-Dann-Befehle“ ausführt, sondern zunächst anhand von Trainingsdaten für ein bestimmtes Aufgabengebiet trainiert wird. Im weiteren Betrieb wird die KI stetig weiter mit Daten gefüttert, wodurch sie Rückschlüsse auf vorherige Daten und Ergebnisse ziehen kann und somit ein fortwährender Lernprozess stattfindet. Wichtig ist dabei, dass die Daten in ausreichender Menge und Qualität vorhanden sind, damit die KI bestmögliche Ergebnisse erzielen kann. Heutzutage kommt KI nur in Form von schwacher KI zum Einsatz, um den Anwender zu unterstützen. Starke KI hingegen könnte selbstständig Arbeit erkennen, sich dafür Wissen aneignen und entsprechende Entscheidungen treffen. Dies ist aber ein noch visionäres Konzept. Bei KI wird grundsätzlich zwischen ML und DL unterschieden. ML ist die einfachere Version selbstlernender Systeme. Der Algorithmus erkennt dabei Muster und Gesetzmäßigkeiten in Datensätzen und lernt durch Rückkopplung vom Ergebnis dazu. DL hingegen funktioniert durch den Einsatz künstlicher neuronaler Netze, die ähnlich wie das menschliche Gehirn aufgebaut

sind. Das KNN besteht aus mehreren Schichten künstlicher Neuronen, die die Eingabedaten von Schicht zu Schicht verarbeiten und Rückschlüsse auf vorangegangene Daten ziehen, wodurch das System auf Basis eigener Datenverarbeitung selbst lernt. Aufgrund der Mehrschichtigkeit heißt dieser Lernprozess „*Deep Learning*“. Der große Vorteil liegt darin, dass, je nach Menge an Neuronen und Schichten, wesentlich größere Datenmengen (Big Data) verarbeitet werden können, als beim ML und als es ein Mensch könnte.

Für den Einsatz von KI gibt es keinen extra dafür geschaffenen Rechtsrahmen, sodass die allgemeinen gesetzlichen Regelungen gelten. Wesentliche Rechtsgrundlagen stellen das Urheberrecht, Haftungsrecht und Datenschutzrecht dar. Urheberrecht ist von Bedeutung, da dieses durch die Nutzung von fremden Daten, insbesondere bei Trainingsdaten, verletzt werden könnte. Aus haftungsrechtlicher Perspektive sind Schäden, die durch die KI verursacht worden sind, relevant, da so die Verantwortungsfrage geklärt werden kann. Es kann entweder der Hersteller oder der Anwender in Betracht kommen, allerdings erschweren selbstlernende Algorithmen die Haftungsfrage, da sich dadurch das Produkt in der Nutzungszeit so stark weiterentwickeln kann, dass es ein quasi neues Produkt darstellt, welches der Hersteller so nicht verkaufen würde. Die EU-Kommission will daher die KI als eigenes Rechtssubjekt anerkennen, was allerdings ebenfalls sehr kritisch betrachtet wird. Um die Verarbeitung personenbezogener Daten zu regeln und die digitale Selbstbestimmung und Grundfreiheiten zu gewährleisten, ist 2018 die DS-GVO EU-weit in Kraft getreten. Dadurch können beispielsweise personenbezogene Daten nur durch das aktive Einwilligen des Betroffenen erhoben werden. Vor allem für Gesundheitsdaten ist dies von Bedeutung, da hierbei teils sehr sensible Daten erfasst werden und dementsprechend besonders schutzbedürftig sind und diese somit nicht ohne weiteres weitergegeben werden können. Ebenfalls eine wichtige Rolle spielen ethische Aspekte, weil zunehmend mehr Menschen von KI betroffen sind und es somit ein gesellschaftliches Thema geworden ist. Dabei muss, ähnlich zum Haftungsrecht, die Frage

nach der Verantwortung bei Schäden geklärt werden und Ängste vor Jobverlusten und vor zu intelligenten Systemen müssen berücksichtigt werden.

Aus dem Einsatz von KI im Gesundheitswesen ergeben sich eine Vielzahl an Chancen in unterschiedlichen Bereichen. Zum einen kann KI bei der Diagnose- und Therapiefindung unterstützen. Dadurch, dass sie auf Datenbanken mit Millionen Daten über Krankheitsverläufe, Symptome und auf die Krankheitsgeschichte anderer Familienmitglieder zugreifen kann, kann schneller und mit größerer Sicherheit eine bestimmte Krankheit diagnostiziert werden. Besonders bei seltenen Erkrankungen ist dies für den Patienten, aber auch für den Arzt hilfreich. Auch in der bildgebenden Diagnostik, also der Radiologie, unterstützt KI den Arzt. So werden Bilddateien sowohl vom Arzt, als auch von der KI untersucht, um falsch-negative- und falsch-positive-Befunde zu erkennen. Die KI sichert dahingehend den Arzt ab und erhöht die Sicherheit des Patienten. Eine weitere Chance besteht in der Pharmaindustrie, da KI die großen Datenmengen, die in der F&E benötigt werden und anfallen, schneller bearbeiten kann. So hilft KI, relevante Informationen aus klinischen Studien herauszufiltern, passende Moleküle für ein neues Medikament aus Moleküldatenbanken zu finden und klinische Studien durch einen verbesserten Rekrutierungsprozess zu optimieren. Intelligente Roboter bieten durch ihre interaktiven Fähigkeiten mit Menschen besonders im Bereich der Pflege Unterstützung. Sie können Pflegepersonen zuhören und daraufhin beispielsweise passende aufbauende Kommentare geben, Witze erzählen oder singen, um sie emotional zu unterstützen. Zudem können Roboter durch ihr Gedächtnis an die Medikamenteneinnahme erinnern oder daran, wo bestimmte Gegenstände abgelegt wurden. Außerdem können sie durch ihre akustischen und optischen Sensoren im Alltag helfen und so beispielsweise Gegenstände aufheben oder der Person beim Hinsetzen und Aufrichten helfen. KI findet mittlerweile auch auf Smartphones und auf Wearables in Form von Apps Einsatz. Für ältere Personen von Relevanz sind Wearables, die Stürze erkennen und

daraufhin einen Notruf absetzen, da Stürze in dieser Altersgruppe oftmals schwerwiegender sind, als bei Jüngeren. Zusätzlich bietet das Aufzeichnen von Vitalparametern Chancen. Dadurch können beispielsweise Herzkrankheiten erkannt oder der Zuckergehalt von Diabetespatienten überwacht, sowie z.B. der Sauerstoffgehalt oder der Blutdruck nach einer Krankenhausentlassung beobachtet werden. Fitness-Apps können anhand der Vitalparameter individuelle Essenspläne erstellen oder das Trainingsverhalten optimieren, um zu einem bewussteren Lebensstil beizutragen.

Den Chancen stehen allerdings auch Risiken gegenüber, die beachtet werden müssen. Zunächst müssen die Trainingsdaten in ausreichender Menge und Qualität vorhanden sein, was in manchen medizinischen Bereichen, generell aber in Deutschland, aufgrund der langsam verlaufenden Digitalisierung, ein Hindernis ist. Diese müssen zusätzlich eindeutig sein, dürfen also keine schwammigen Formulierungen enthalten und es müssen die gleichen Rahmenbedingungen, also beispielsweise gleicher kultureller Hintergrund, beachtet werden, da es ansonsten zu fehlerhaften Ergebnissen kommen kann. Des Weiteren herrscht noch Intransparenz darüber, warum und wie eine KI ein bestimmtes Ergebnis erzielt hat. Im Falle eines Schadens kann dann nicht ermittelt werden, wie und warum dieser entstanden ist und ebenso führt es zu Akzeptanzverlust unter Patienten und Ärzten, da die Erklärbarkeit fehlt und somit auch das Vertrauen schwindet. Diese Probleme führen dazu, dass die Daten für eine KI missbraucht werden können, sodass eine KI beispielsweise rassistische oder sexistische Ergebnisse erzielt. Dies kann passieren, indem jemand aktiv seine Werte, Neigungen, Ängste o.ä. eingibt, oder indem die KI aus externen Quellen derartige Informationen aufnimmt, wie beispielsweise aus dem Internet.

KI gilt als Schlüsseltechnologie im Gesundheitswesen, an die viele Hoffnungen und Erwartungen geknüpft sind. In den letzten Jahren hat der Bereich aufgrund der hohen Entwicklungsdynamik viel Aufmerksamkeit genossen und viele Fortschritte wurden erzielt, weshalb

mit weiteren Innovationen und steigenden Investitionen zu rechnen ist. Allerdings darf sie nicht als Wundermittel gesehen werden, da sie sich weiter in der Entwicklung befindet und aufgrund ihrer Komplexität viel Zeit benötigt. Es steht jedoch fest, dass KI zu einer besseren medizinischen Versorgung beitragen kann. Aber ebenso gleichzeitig müssen sich die Rahmenbedingungen und politischen Gegebenheiten mitentwickeln, damit diese mit dem Stand der Technik mithalten und das Innovationspotential nicht ausgebremst wird. Staatliche Organe können dabei die Qualität und Sicherheit für die Nutzer gewährleisten, wodurch Vertrauen und Akzeptanz erhalten bleibt oder steigt. So können die Risiken möglichst minimiert oder bestenfalls eliminiert und die Chancen ausgebaut und besser genutzt werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Ahmadi, T./Schmitz, P. (2021): Risiken und Nebenwirkungen der Digitalisierung im Gesundheitswesen, <https://www.security-insider.de/risiken-und-nebenwirkungen-der-digitalisierung-im-gesundheitswesen-a-994894/>, Stand: 27.01.2021. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Aktionsbündnis Patientensicherheit e.V. (Hrsg.) (2018): Digitalisierung und Patientensicherheit – Handlungsempfehlungen für das Risikomanagement in der Patientenversorgung, Berlin

AOK-Bundesverband (Hrsg.) (2021): Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation, https://www.aok-bv.de/hintergrund/gesetze/index_22127.html. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Apt, W./Priesack, K. (2019): KI und Arbeit – Chance und Risiko zugleich, in: Wittpahl, V. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie | Anwendung | Gesellschaft, Berlin, Heidelberg, S. 221-238

Baierlein, J. (2017): Grad der Digitalisierung im Gesundheitswesen im Branchenvergleich – Hinderungsgründe und Chancen, in: Pfannstiel, M. A./Da-Cruz, P./Mehlich, H. (Hrsg.): Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen II - Impulse für das Management, Wiesbaden, S. 1-12

Ballestrem, J. (2020): Rechtliche Grenzen der Datenerhebung, in: Ballestrem, J./Bär, U./Gausling, T./Hack, S./von Oelffen, S. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz - Rechtsgrundlagen und Strategien in der Praxis, Wiesbaden, S. 55-64

Ballestrem, J./Bär, U./Gausling, T./Hack, S./von Oelffen, S. (2020): Grundlagen: Rechtliche Einordnung der Thematik Künstliche Intelligenz/Maschinelles Lernen, in: Ballestrem, J./Bär, U./Gausling, T./Hack, S./von Oelffen, S. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz - Rechtsgrundlagen und Strategien in der Praxis, Wiesbaden, S. 1-10

Beck, S. (2019): Künstliche Intelligenz – ethische und rechtliche Herausforderungen, in: Mainzer, K. (Hrsg.): Philosophisches Handbuch Künstliche Intelligenz, Wiesbaden, S. 1-28

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) (2018a): #SmartHealthSystems – Digitalisierungsstrategien im internationalen Vergleich, Gütersloh

Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) (2018b): Estland: Spitzenreiter für Digital Health, <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/der-digitale-patient/projektthemen/smarthealthsystems/estland>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Biundo, E./Pease, A./Segers, K./de Groote, M./d'Argent, T./de Schaetzen, E. (2020): The socio-economic impact of AI in healthcare, https://www.medtecheurope.org/wp-content/uploads/2020/10/mte-ai_impact-in-healthcare_oct2020_report.pdf, Stand: Oktober 2020. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bogdan, B. (2018): Med Revolution - Neue Technologien am Puls der Patienten, Berlin

Bräunel, B./Häber, A. (2019): Wearables – Zukunftstechnologie für die geriatrische Pflege?, in: Pfannstiel, M. A./Da-Cruz, P./Mehlich, H. (Hrsg.): Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VI - Impulse für die Forschung, Wiesbaden, S. 311-332

Bundeskartellamt (Hrsg.) (2017): Big Data und Wettbewerb, https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/DE/Schriftenreihe_Digitales/Schriftenreihe_Digitales_1.pdf?__blob=publicationFile&v=3, Stand: Oktober 2017. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2021): Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Schlüssel zur Welt von morgen., <https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) (2021d): Die elektronische Gesundheitskarte,
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/krankenversicherung/egk.html>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) (2021a): E-Health – Digitalisierung im Gesundheitswesen,
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/e-health-initiative.html>.
Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bundesministerium für Gesundheit (Hrsg.) (2021c): E-Health-Gesetz,
<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/e/e-health-gesetz.html>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) (2020): Ältere Menschen und Digitalisierung, Erkenntnisse und Empfehlungen des Achten Altersberichtes,
<https://www.bmfsfj.de/resource/blob/159704/3dab099fb5eb39d9fba72f6810676387/achter-altersbericht-aeltere-menschen-und-digitalisierung-data.pdf>, Stand: Juni 2020. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Bünte, C. (2018): Künstliche Intelligenz - die Zukunft des Marketings: Ein praktischer Leitfaden für Marketing-Manager, Berlin, Wiesbaden

Buxmann, P./Schmidt, H. (2021a): Ethische Aspekte der Künstlichen Intelligenz, in: Buxmann, P./Schmidt, H. (2021): Künstliche Intelligenz – mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, 2. Auflage, Berlin, S. 215-230

Buxmann, P./Schmidt, H. (2021b): Grundlagen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens, in: Buxmann, P./Schmidt, H. (2021): Künstliche Intelligenz – mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg, 2. Auflage, Berlin, S. 3-26

Conrad, C. S. (2017): Künstliche Intelligenz – Die Risiken für den Datenschutz, in: Datenschutz und Datensicherheit - DuD, Nr. 41, S. 740-744

Czypionka, T./Hobodites, F. (2021): Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen,
<https://www.sozialversicherung.at/cdscontent/load?contentid=10008.747411&version=1621499482>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Czypionka, T./Kraus, M./Six, E. (2019): Digitalisierung im Gesundheitswesen, in: Vienna Healthcare Lectures 2019, Nr. 3, S. 125-134

Bundesärztekammer (Hrsg.) (2020): Gesundheitstechnologien müssen leicht zugänglich und bedienbar sein,
<https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/115555/Gesundheitstechnologien-muessen-leicht-zugaenglich-und-bedienebar-sein>, Stand: 12.08.2020.
Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Donath, D./Gill, C./Noffke, O. (2021): Glasfaserausbau in Deutschland - Ziele kaum noch zu erreichen,
<https://www.tagesschau.de/investigativ/kontraste/breitbandausbau-103.html>, Stand: 26.02.2021. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

EXTRA Computer GmbH (Hrsg.) (o.J.): Digitalisierung im Gesundheitswesen – wo geht die Reise hin?,
<https://www.exone.de/ratgeber/digitalisierung-im-gesundheitswesen/>.
Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Fischer, H. J. (2020): Juristische Aspekte der KI, in: Buchkremer, R./Heupel, T./Koch, O. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in Wirtschaft & Gesellschaft - Auswirkungen, Herausforderungen & Handlungsempfehlungen, Wiesbaden, S. 77-90

Gausling, T. (2020): KI und DS-GVO im Spannungsverhältnis, in: Ballestrem, J./Bär, U./Gausling, T./Hack, S./von Oelffen, S. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Rechtsgrundlagen und Strategien in der Praxis, Wiesbaden, S. 11-54

gematik GmbH (Hrsg.) (2021c): Die Telematikinfrastruktur - auf dem Weg nach vorn, <https://www.gematik.de/telematikinfrastruktur/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

gematik GmbH (Hrsg.) (2021a): ePA - Persönliche Daten, persönliche Entscheidungen, <https://www.gematik.de/anwendungen/e-patientenakte/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

gematik GmbH (Hrsg.) (2021b): E-Rezept - Der schnelle Weg zum richtigen Medikament, <https://www.gematik.de/anwendungen/e-rezept/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

GKV-Spitzenverband (Hrsg.) (2021): Innovationsfonds, https://www.gkv-spitzenverband.de/krankenversicherung/forschung_modellvorhaben/innovationsfonds/s_innovationsfonds.jsp, Stand: 02.02.2021. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Holderried, M./Holderried, F./Gugler, B. (2017): Aus der Praxis für die Praxis: Potenziale und Herausforderungen auf dem Weg zur Digitalisierung interprofessioneller stationärer Gesundheitsdienstleitungen, in: Pfannstiel, M. A./Krammer, S./Swoboda, W. (Hrsg.): Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen III - Impulse für die Pflegepraxis, Wiesbaden, S. 1-14

Harren, K./Dittrich, F./Reinecke, F./Jäger, M. (2018): Digitalisierung und künstliche Intelligenz in Orthopädie und Unfallchirurgie, in: Der Orthopäde, Nr. 47, S. 1039-1054

Huber, G./Dachtler, M./Edinger, D. (2017): Digitalisierung in der Pharmaindustrie, in: Pfannstiel, M. A./Da-Cruz, P./Mehlich, H. (Hrsg.): Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen II - Impulse für das Management, Wiesbaden, S. 241-256

Jörg, J. (2018): Digitalisierung in der Medizin - Wie Gesundheits-Apps, Telemedizin, künstliche Intelligenz und Robotik das Gesundheitswesen revolutionieren, Berlin

Jorzig, A./Sarangi, F. (2020): Digitalisierung im Gesundheitswesen - Ein kompakter Streifzug durch Recht, Technik und Ethik, Berlin

Kassenärztliche Bundesvereinigung (Hrsg.) (2019):
Telematikinfrastruktur - Informationen zum Anschluss der Praxis, zur
technischen Ausstattung und zur Finanzierung, Stand: Februar 2019.
https://www.kbv.de/media/sp/PraxisWissen_Telematikinfrastruktur.pdf.
Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Kaufmännische Krankenkasse – KKH (Hrsg.) (2019): Generation 75
plus am häufigsten im Wartezimmer,
<https://www.kkh.de/presse/pressemeldungen/generation-75-plus-am-haeufigsten-im-wartezimmer>, Stand: 12.02.2019. Zuletzt geprüft am:
18.01.2022

Kirste, M./Schürholz, M. (2019): Einleitung: Entwicklungswege zur KI,
in: Wittpahl, V. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie |
Anwendung | Gesellschaft, Berlin, Heidelberg, S. 21-35

Wagner, F./Jost, T. (2020): Big Data, Data Analytics und Smart
Services rund um Wohnen, Gesundheit und Mobilität: Bürgerschreck
und Hoffnungsträger in privaten Lebenswelten, in: Knorre, S./Müller-
Peters, H./Wagner, F. (Hrsg.): Die Big-Data-Debatte - Chancen und
Risiken der digital vernetzten Gesellschaft, Wiesbaden, S. 63-136

Kreutzer, R. T./Sirrenberg, M. (2019): Künstliche Intelligenz verstehen -
Grundlagen – Use-Cases – unternehmenseigene KI-Journey,
Wiesbaden

Krumm, S./Dwertmann, A. (2019): Perspektiven der KI in der Medizin,
in: Wittpahl, V. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie |
Anwendung | Gesellschaft, Berlin, Heidelberg, S. 161-175

Langer, P. F./Weyerer, J. C. (2020): Diskriminierungen und
Verzerrungen durch Künstliche Intelligenz. Entstehung und Wirkung im
gesellschaftlichen Kontext, in: Oswald, M./Borucki, I. (Hrsg.):
Demokratiethorie im Zeitalter der Frühdigitalisierung, Wiesbaden, S.
219-240

Lux, T. (2017): E-Health - Begriff und Abgrenzung, in: Müller-Mielitz,
S./Lux, T. (Hrsg.): E-Health-Ökonomie, Wiesbaden, S. 3-22

Lux, T./Breil, B./Dörries, M./Gensorowsky, D./Greiner, W./Pfeiffer, D./Rebitschek, F. G./Gigerenzer, G./Wagner, G. G. (2017): Digitalisierung im Gesundheitswesen – zwischen Datenschutz und moderner Medizinversorgung, in: Wirtschaftsdienst, Band. 97, S. 687-703

Manzeschke, A./Brink, A. (2020): Ethik der Digitalisierung im Gesundheitswesen, in: Frenz, W. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft, Berlin, S. 1101-1120

McKinsey & Company, Inc. (Hrsg.) (2018): Digitalisierung im Gesundheitswesen: die Chancen für Deutschland, https://www.mckinsey.de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2018/2018-09-25-digitalisierung%20im%20gesundheitswesen/langfassung%20digitalisierung%20im%20gesundheitswesen__neu.pdf, Stand: Oktober 2018. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Merck KGaA (Hrsg.) (o.J.): KI in der Medizin: Arzneimittelforschung, <https://www.merckgroup.com/de/research/science-space/envisioning-tomorrow/precision-medicine/generativeai.html>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Misselhorn, C. (2018): Maschinenethik und "Artificial Morality": Können und sollen Maschinen moralisch handeln?, <https://www.bpb.de/apuz/263684/koennen-und-sollen-maschinen-moralisch-handeln?p=all>, Stand: 02.02.2018. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Mumm, J. N./Rodler, S./Mumm, M. L./Bauer, R. M./Stief, C. G. (2021): Digitale Innovation in der Medizin – die COVID-19-Pandemie als Akzelerator von „digital health“, in: Journal für Urologie und Urogynäkologie/Österreich, Nr. 28, S.1-5

Pieper, F. U./Gehrmann, M. (2019): Künstliche Intelligenz - Wer haftet?, in: Legal Revolutionary 2019, S. 123-128

- Ronsdorf, J. (2020a): Microsoft erklärt: Was ist Deep Learning? Definition & Funktionen von DL, <https://news.microsoft.com/de-de/microsoft-erklaert-was-ist-deep-learning-definition-funktionen-von-dl/>, Stand: 09.04.2020. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022
- Ronsdorf, J. (2020b): Microsoft erklärt: Was ist Machine Learning? Definition & Funktion von ML, <https://news.microsoft.com/de-de/microsoft-erklaert-was-ist-machine-learning-definition-funktionen-von-ml/>, Stand: 24.03.2020. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022
- Schick, U. (2018): Was ist künstliche Intelligenz?, <https://news.sap.com/germany/2018/03/was-ist-kuenstliche-intelligenz/>, Stand: 20.03.2018. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022
- Schreyögg, J. (2020): Corona-Krise trifft auf Strukturprobleme im Gesundheitswesen, in: Wirtschaftsdienst, Nr. 100, S. 226-227
- Schütze, B./Schlieter, H. (2019): Künstliche Intelligenz - Ein nützliches Werkzeug für den Radiologen?, in: Der Radiologe, Nr. 59, S. 1091-1096
- Schweizer, L./Hüning, C. J. (2020): Potenziale und Trends der Digitalisierung in der Pharmaindustrie im Kontext von E-Health, in: Pfannstiel, M. A./Da-Cruz, P./Rederer, E. (Hrsg.): Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VII - Impulse für die Pharmaindustrie, Wiesbaden, S. 33-52
- Seng, L. (2019): Maschinenethik und Künstliche Intelligenz, in: Bendel, O. (Hrsg.): Handbuch Maschinenethik, Wiesbaden, S. 185-206
- Statista GmbH (Hrsg.) (2022): Verteilung der deutschen KI-Start-ups nach Branchen im Jahr 2020, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1197327/umfrage/verteilung-der-deutschen-ki-startups-nach-branchen/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022
- Strametz, R. (2018): Patientensicherheit 4.0, in: Heilberufe Nr. 70, S. 24-26

Stubbe, J./Wessels, J./Zinke, G. (2019): Neue Intelligenz, neue Ethik?,
in: Wittpahl, V. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz – Technologie |
Anwendung | Gesellschaft, Berlin, Heidelberg, S. 239-254

Techniker Krankenkasse (Hrsg.) (2021): Rahmenbedingungen und
Infrastruktur schaffen, [https://www.tk.de/presse/themen/digitale-
gesundheit/rahmenbedingungen-infrastruktur-schaffen-2096426](https://www.tk.de/presse/themen/digitale-gesundheit/rahmenbedingungen-infrastruktur-schaffen-2096426), Stand:
28.04.2021. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

PricewaterhouseCoopers GmbH (Hrsg.) (o.J.): Digitalisierung im
Gesundheitswesen, [https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-
pharma/digitalisierung-im-gesundheitswesen.html](https://www.pwc.de/de/gesundheitswesen-und-pharma/digitalisierung-im-gesundheitswesen.html). Zuletzt geprüft am:
18.01.2022

Raven51 AG (Hrsg.) (o.J.): Schulungen,
<https://raven51.de/wiki/schulungen/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (Hrsg.) (o.J.): Big
Data, KI und Pharmaforschung – Digital zu neuen Medikamenten?,
[https://www.vfa.de/de/wirtschaft-politik/pharma-digital/zukunft-und-
debatte/big-data-und-ki-fuer-die-pharmaindustrie](https://www.vfa.de/de/wirtschaft-politik/pharma-digital/zukunft-und-debatte/big-data-und-ki-fuer-die-pharmaindustrie). Zuletzt geprüft am:
18.01.2022

Waldhör, K. (2020): Maschinelles Lernen und Smartwatches zur
Unterstützung eines selbstbestimmten Lebens älterer Personen, in:
Buchkremer, R./Heupel, T./Koch, O. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in
Wirtschaft & Gesellschaft - Auswirkungen, Herausforderungen &
Handlungsempfehlungen, Wiesbaden, S.347-367

Wennker, P. (2020): Künstliche Intelligenz in der Praxis - Anwendung in
Unternehmen und Branchen: KI wettbewerbs- und zukunftsorientiert
einsetzen, Wiesbaden

Winkler, J. K./Sies, K./Fink, C./Toberer, F./Enk, A./Haenssle, H. A.
(2019): Digitalisierte Bildverarbeitung: künstliche Intelligenz im
diagnostischen Einsatz, in: Forum, Nr. 35, S. 109-116

Winter, J. (2020): Innovativer Einsatz künstlicher Intelligenz bei bildgebenden Verfahren im klinischen Alltag, in: Pfannstiel, M. A./Kassel, K./Rasche, C. (Hrsg.): Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen - Technologien, Produkte und Dienstleistungen voranbringen, Wiesbaden, S. 701-714

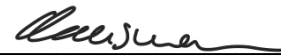
Wuttke, L. (o.J.): Machine Learning vs. Deep Learning: Wo ist der Unterschied?, <https://datasolut.com/machine-learning-vs-deep-learning/>. Zuletzt geprüft am: 18.01.2022

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.

Melle, 19.01.2022

Ort, Datum



Unterschrift