



Potenziale und Anwendungsszenarien künstlicher Intelligenz in häuslichen Pflegearrangements im Kontext einer alternden Gesellschaft

Alexander Karl

Impressum

Herausgeber

Bayerisches Zentrum Pflege Digital (BZPD)

Albert-Einstein-Straße 6

87437 Kempten

www.hs-kempten.de/bzpd

Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten

Kempten University of Applied Sciences

Bahnhofstraße 61

87435 Kempten

www.hs-kempten.de

Alle Ausgaben der BZPD Working Paper Series können kostenlos heruntergeladen werden unter

www.hs-kempten.de/bzpd/publikationen

Layout: Bayerisches Zentrum Pflege Digital (BZPD)

Autor*innen

Alexander Karl

KI und Data Science

alexander.karl@hs-kempten.de

Kurzfassung

Künstliche Intelligenz (KI) ist in unserer Gesellschaft als omnipräsente Technologie angekommen. Dabei hat die KI das Potenzial, die pflegerische Versorgung in privaten Haushalten stark zu verändern und etablierte Prozesse der häuslichen Pflege älterer Menschen positiv zu beeinflussen. Im Zentrum dieser Literaturarbeit steht die Frage, welche Potenziale und Anwendungsszenarien der KI im häuslichen Pflegearrangement identifizierbar sind, um betroffene Akteure im Pflegesetting zu entlasten. Zudem wird aufgezeigt, welche Herausforderungen mit der Implementierung von KI einhergehen. Zu Beginn werden die relevanten Begrifflichkeiten (KI, maschinelles Lernen, Deep Learning) voneinander abgegrenzt und definiert. Darüber hinaus werden ausgewählte Anwendungsszenarien für die Pflege beschrieben (Sturzereignisse vorhersagen, Touren- und Einsatzplanung ambulanter Pflegedienste) und deren Potenziale kritisch beleuchtet. Es erfolgt eine Diskussion der konkreten Herausforderungen und Chancen, die bei einer Implementierung von KI-basierter Technologie entstehen. Abschließend werden Forschungsdesiderate aufgezeigt und resümiert, dass KI-Anwendungen in der häuslichen Pflege bzw. im Kontext der Versorgung älterer Menschen, welche über die im Alltag bereits etablierten Technologien hinausgehen, hierzulande noch immer Nischentechnologien sind.

Schlüsselwörter: Künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, häusliche Pflegearrangements, Pflege, Digitalisierung

Abstract

Artificial intelligence (AI) has arrived in our society as an omnipresent technology. Thereby, AI has the potential to change nursing care in private households and to positively influence established processes of home care for older people. This literature review focuses on the question which potentials and application scenarios of AI can be identified in the home care arrangement to relieve the affected actors in the care setting. In addition, the challenges associated with the implementation of AI will be highlighted. At the beginning, the relevant terms (AI, machine learning, deep learning) are defined. In addition, selected application scenarios for nursing care are described (predicting fall events, tour and deployment planning of outpatient nursing services) and their potentials are critically examined. Specific challenges and opportunities that arise when implementing AI-based technology are discussed. Finally, research desiderata are identified and it is concluded that AI applications in the context of ageing and care, which go beyond the technologies already established in everyday life, are still niche technologies in this country.

Key words: artificial intelligence, machine learning, home care arrangements, nursing, care, digitalisation

Inhalt

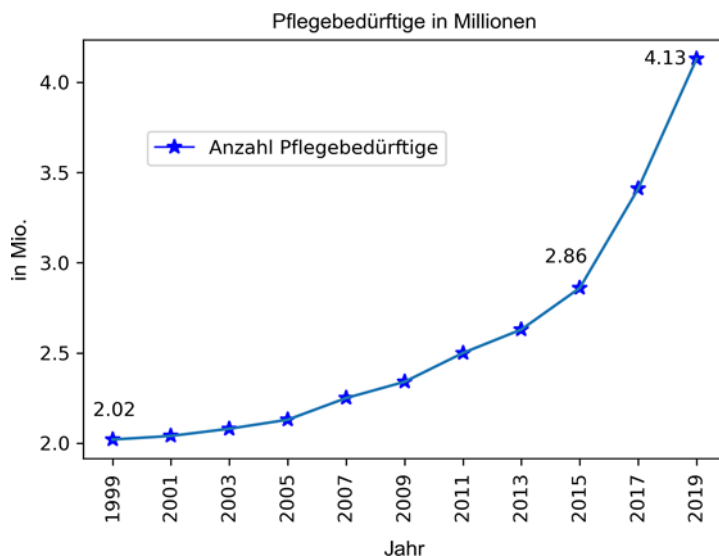
1	Einleitung	5
2	Begriffserklärungen	7
2.1	Künstliche Intelligenz.....	7
2.2	Maschinelles Lernen	7
2.3	Deep Learning und neuronale Netze.....	8
2.4	Häusliche Pflege	8
3	Ausgewählte Anwendungsszenarien	9
3.1	Sturzereignisse vorhersagen.....	9
3.2	KI-gestützte Touren- und Einsatzplanung ambulanter Pflegedienste.....	11
3.3	Diagnostik mittels neuronaler Netze	12
4	Freiwilliges Engagement im Kontext von Pflege und Digitalisierung	14
4.1	Daten und ihre Relevanz für die künstliche Intelligenz.....	14
4.2	Datenqualität.....	15
4.3	Ethische Überlegungen	16
5	Fazit	17
5.1	Limitationen.....	18
5.2	Perspektiven	18
	Literaturverzeichnis	20

1 Einleitung

Die künstliche Intelligenz (KI) ist ein Thema, das in der heutigen Zeit emotionsgeladen im Zentrum von Diskursen steht. Diese ist weitestgehend in unserer Lebenswelt angekommen und zeigt sich dabei für viele Menschen und Nutzer als „Blackbox“ (Giering et al., 2021). Das Smartphone und andere Kommunikationsmittel, wie Notebooks oder Internet, dienen in diesem Zusammenhang als Eintrittstor zu unserem privaten Bereich.

Dem steht ein weiteres Thema gegenüber, das die Gesellschaft beschäftigt und mit dem demografischen Wandel einhergeht: Bei einer immer älter werdenden Bevölkerung und einer zugleich sinkenden Geburtenrate, gerät das deutsche Pflegesystem zunehmend unter Druck. Die Abbildung 1 veranschaulicht die Entwicklung der Pflegebedürftigkeit in den Jahren von 1999 bis 2019. Hierbei ist in den ersten 16 Jahren ein moderater Anstieg der Pflegebedürftigkeit in Deutschland zu verzeichnen, welcher in den letzten vier Jahren jedoch an Dynamik gewonnen hat. Von den 4,13 Millionen pflegebedürftigen Menschen werden ca. 80 % zu Hause versorgt und 23,8 % erhalten zudem Unterstützung durch ambulante Pflegedienste (Statistisches Bundesamt, 2020, S. 19).

Abbildung 1: Anzahl der Pflegebedürftigen im Sinne SGB XI – Soziale Pflegeversicherung in Deutschland von 1999 bis 2019.



Anmerkung. Eigene Darstellung; Datenquelle: Statistisches Bundesamt, 2021b.

Die Folgen des demografischen Wandels sind offensichtlich. Zeitmangel, Überlastung und Stress sind nur einige Auswirkungen, die durch formelle und informelle Pflegekräfte wahrgenommen werden. Resultierend daraus zeigen sich im Berufsbild der professionellen Altenpflege Auswirkungen in einer steigenden Vakanz, was dazu beiträgt, die bereits

angespannte Situation darüber hinaus zu verschärfen (Isfort & Klie, 2020; Rothgang & Müller, 2021).

In diesem Zusammenhang wird die KI oft als Heilsbringer und Hoffnungsträger angesehen. Sie soll zum einen auf vielfältige Art und Weise zur Attraktivitätssteigerung in der professionellen Pflege beitragen, zum anderen die Pflegebedürftigen in ihren alltäglichen Aufgaben unterstützen, um die Selbstständigkeit zu erhalten. Diese Notwendigkeit besteht insbesondere, da ältere Pflegebedürftige zunehmend alleine zu Hause leben und pflegende Angehörige mit steigender Tendenz in Erwerbsverhältnissen eingebunden sind (Unabhängiger Beirat für die Vereinbarkeit von Pflege und Beruf, 2019, S. 21 ff.).

Im Zentrum dieser Arbeit steht folgende Forschungsfrage: Welche Potenziale und Anwendungsszenarien der künstlichen Intelligenz lassen sich im häuslichen Pflegearrangement identifizieren, um die betroffenen Akteure im Pflegesetting zu entlasten? Daraus lassen sich weitere, untergeordnete Fragestellungen ableiten:

- Wie können digitale Technologien der künstlichen Intelligenz bei direkten oder administrativen Tätigkeiten der Pflege unterstützen, assistieren und behilflich sein?
- Welche Herausforderungen gehen mit der Implementierung von KI einher?

In dieser Literaturlarbeit soll der Fokus auf ausgewählten Anwendungsszenarien künstlicher Intelligenz liegen, die das Potenzial besitzen, Beteiligte des Pflegeprozesses zu entlasten. Diese werden im Kontext der häuslichen Pflege kritisch beleuchtet. Um einen Überblick über das zu untersuchende Forschungsthema zu gewinnen, wird nach einschlägiger Literatur in Bibliothekskatalogen, relevanten Datenbanken und aktuellen Fachzeitschriften recherchiert. Ziel dieser Recherche ist es, verknüpfende Befunde innerhalb der Themen Pflege, Alter und künstliche Intelligenz zu identifizieren.

Im nachfolgenden Kapitel 2 werden für das Thema relevante Begrifflichkeiten voneinander abgegrenzt und definiert. In Kapitel 3 werden ausgewählte Anwendungsszenarien beschrieben und ihre Potenziale kritisch beleuchtet. In Kapitel 4 werden konkrete Herausforderungen und Chancen, die bei einer Implementierung von KI-basierter Technologie entstehen, untersucht. Im Schlusskapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst, Perspektiven KI-basierter Technologien aufgezeigt und zukünftiger Forschungsbedarf wird angedeutet.

2 Begriffserklärungen

In den folgenden Unterkapiteln werden die Begrifflichkeiten der künstlichen Intelligenz, des maschinellen Lernens, des Deep Learnings und der häuslichen Pflege erläutert und teils voneinander abgegrenzt.

2.1 Künstliche Intelligenz

Der Begriff der künstlichen Intelligenz (KI) wird in der Literatur oft nur unzureichend erklärt. Eine Definition, die großen Spielraum für Interpretationen birgt, aber dennoch geeignet ist, sich dem Begriff der KI zu nähern, liefert Rich (1983, zitiert nach Ertel, 2016, S. 2). Diese betont: „Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.“ Diese Definition beschreibt die elementare Aufgabe der KI. Handlungen, Problemlösungsstrategien oder Entscheidungsprozesse, die bis vor Kurzem noch Menschen vorbehalten waren, sollen in Zukunft durch Computer auf Grundlage eines soliden Datenpools generiert werden. Im Idealfall sollen die Aktionen, die durch den Computer errechnet werden, von höherer Qualität und Sicherheit geprägt sein, als würden die Vorgänge durch einen Menschen ausgeführt. Des Weiteren kann konstatiert werden, dass die KI als eine Art Oberbegriff zu verstehen ist, unter dessen Dach weitere Methoden und Algorithmen¹ vereint werden (Kersting et al., 2019). Hierzu zählen unter anderem die Methoden des maschinellen Lernens und des Deep Learnings, welche in den folgenden Kapiteln näher erläutert werden.

2.2 Maschinelles Lernen

Ertel (2016, S. 191) beschreibt die analytischen Ansätze des maschinellen Lernens als eine essenzielle Teildisziplin der KI. Um einer künstlichen Intelligenz die Fähigkeit zu verschaffen, Entscheidungen oder Vorhersagen zu treffen, bedient sie sich der Methoden des maschinellen Lernens. Alpaydin (2019, S. 3 f.) definiert diesen Begriff folgendermaßen: „Maschinelles Lernen heißt, Computer so zu programmieren, dass ein bestimmtes Leistungskriterium anhand von Beispieldaten oder Erfahrungswerten aus der Vergangenheit optimiert wird“. In dieser Definition kommt zum Ausdruck, dass zweckgebundene und vorverarbeitete Datensätze einen zentralen Baustein für die Modellerstellung im maschinellen Lernen darstellen. In diesem Fall lernt der Algorithmus unter Verwendung mathematischer Modelle Muster, die in den historischen Datensätzen verborgen sind. Die programmierten Modelle besitzen dabei im Falle von Vorhersagemodellen einen prädiktiven Charakter. Alternativ weisen sie einen deskriptiven Charakter auf, um Informationen (Muster) aus einem Datensatz zu extrahieren. Grundsätzlich werden die Algorithmen des maschinellen Lernens in drei Lerntypen unterschieden (Ng & Soo, 2018, S. 7 ff.; Patel & Langenau, 2020, S. 5). Bei der

¹ Algorithmen sind Rechenvorschriften oder Handlungsanweisungen zur Berechnung von konkret beschriebenen Problemen, die durch Programmierung einem festen Schema folgen.

überwachten Lernmethode werden Datensätze herangezogen, die mit einer konkreten Klassenbezeichnung² gekennzeichnet sind. Das zugrunde liegende mathematische Modell bezieht sich auf die Kennzeichnung der jeweiligen Stichprobe und ist damit in der Lage, für zukünftige Eingabedaten eine Vorhersage zu generieren. Die Methoden des überwachten Lernens kommen in der Regel bei Regressions- oder Klassifikationsproblemen zum Einsatz.

Die Methoden des unüberwachten Lernens weisen keine konkrete Klassenbezeichnung auf. Diese sind nicht auf klassifizierte Datensätze angewiesen, da sie die einzelnen Merkmalsträger anhand ihrer Merkmalseigenschaften in Gruppen einteilen oder in anderen Anwendungsfällen zur Dimensionsreduktion eingesetzt werden (Wennker, 2020, S. 15 f.). Die dritte Lernmethode ist das verstärkte Lernen (Reinforcement-Learning) und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht vertiefend behandelt (Nandy & Biswas, 2017).

2.3 Deep Learning und neuronale Netze

Eine Methode, die sich an den Eigenschaften des menschlichen Gehirns orientiert und dessen Fähigkeiten, Informationen weiterzugeben und zu verarbeiten, ähnelt, sind künstliche neuronale Netze (KNN) (Trask, 2019, S. 25 f.). Diese Art von Algorithmus wird dem Deep Learning zugeordnet, welches wiederum den maschinellen Lernverfahren angehört. Aufgebaut ist das KNN aus verschiedenen Schichten – der Eingabeschicht, der Ausgabeschicht und den verborgenen Schichten (Deru & Ndiaye, 2020). Darüber hinaus charakterisiert sich die Architektur des KNN über die Anzahl der Neuronen. Diese Neuronen sind miteinander verbunden und können Informationen in Form von elektrischen Potenzialen aufnehmen, verarbeiten und weiterleiten. In Abhängigkeit von den gelernten Szenarien können diese Verbindungen zwischen den Neuronen verschieden stark ausgebildet sein. Die Ausprägung jeder einzelnen Verbindung wird auch Gewichtung genannt. Neuronale Netze werden vorwiegend eingesetzt, um komplexe Berechnungen durchzuführen. Des Weiteren können KNN für die Bilderkennung, das Verarbeiten von natürlicher Sprache in Textform oder die Spracherkennung in auditiver Form verwendet werden (Trask, 2019, S. 25 f.).

2.4 Häusliche Pflege

Das häusliche Pflegesetting ist eine der häufigsten Pflegeformen in Deutschland. In einem Pflegearrangement dieser Art sind verschiedene Akteure mit der Versorgung eines Menschen mit erhöhtem Hilfebedarf vertraut. Im Zentrum der häuslichen Pflege steht die oder der Pflegebedürftige selbst. Die Gesamtheit der Pflegenden kann im Allgemeinen in

² Unter einer Klassenbezeichnung kann eine konkrete Eigenschaft verstanden werden, die unter bestimmten Merkmalseigenschaften gegeben ist. Beispielsweise könnte bei der Befundung eines Tumors die Klassenbezeichnung darin bestehen, zu kennzeichnen, ob dieser gut- oder bösartig ist. In diesem Beispiel wäre es eine binäre Klassifikation, jedoch lassen sich die Methoden des maschinellen Lernens auch auf multivariate Klassenbezeichnungen anwenden.

informelle und professionelle Helfer*innen untergliedert werden. Zu der Gruppe der informellen Helfer*innen zählen die Hauptpflegeperson, pflegende Angehörige (Ehepartner:in, Kinder, Enkelkinder, Geschwister) sowie Freunde und Freundinnen oder auch engere Bekannte aus der Nachbarschaft (Hielscher, 2017, S. 44). Diese außergewöhnlichen Anstrengungen, die in einem solchen Pflegearrangement zu leisten sind, können bei allen Beteiligten zu physischen und psychischen Belastungen führen. Depressionen, allgemeine Erschöpfung oder die Schwächung des Immunsystems sind nur einzelne Erkrankungen, die bei pflegenden Angehörigen auftreten können (Wilz & Pfeiffer, 2019, S. 11). Lösungsansätze und Anwendungsszenarien, wie sie im folgenden Kapitel erörtert werden, können bei pflegenden Angehörigen und bei professionellen Pflegekräften zweckdienlich zum Einsatz kommen.

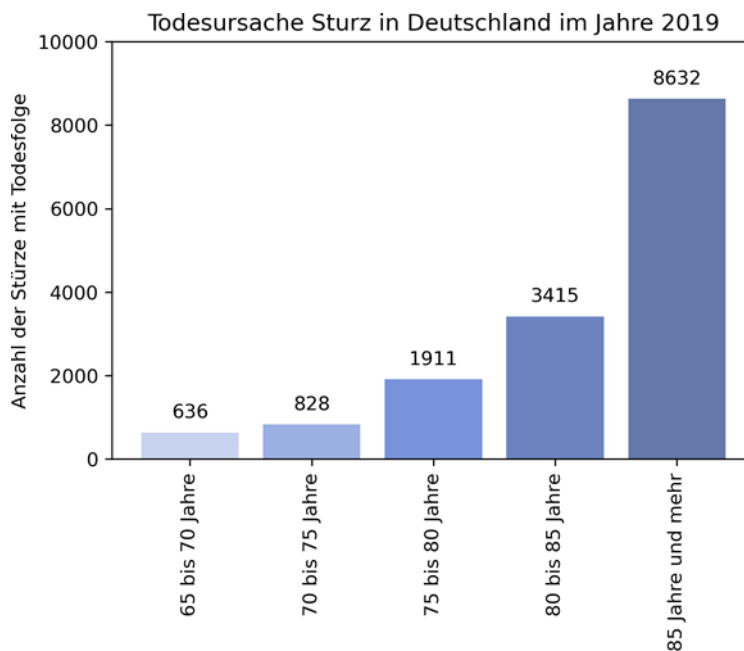
3 Ausgewählte Anwendungsszenarien

Die folgenden Szenarien fokussieren sich auf Potenziale in der häuslichen Versorgung älterer, pflegebedürftiger Menschen. Um die Bandbreite der möglichen Anwendungen von KI abzubilden, wurden Beispiele aus verschiedenen Bereichen gewählt. Im ersten Unterkapitel wird die Prognosemöglichkeit eines Sturzereignisses beleuchtet. Das nachfolgende zweite Unterkapitel beschäftigt sich mit der Touren- und Einsatzplanung von Pflegefachkräften der ambulanten Dienste und das letzte Unterkapitel befasst sich mit neuronalen Netzen, welche die Fähigkeit besitzen, Auffälligkeiten in einem bildgebenden Verfahren zu identifizieren.

3.1 Sturzereignisse vorhersagen

Die schwindende Selbstständigkeit im täglichen Leben älterer Menschen, die durch den natürlichen Alterungsprozess bedingt ist, führt in vielen Fällen in die Pflegebedürftigkeit. Stürze können in diesem Zusammenhang fatale Folgen nach sich ziehen. Zum einen kann diese Pflegebedürftigkeit viel Leid aufseiten der pflegebedürftigen Person verursachen, zum anderen zusätzliche Ressourcen der involvierten Pflegehelfer*innen binden. In Abbildung 2 ist die Todesursache Sturz im Jahre 2019 für Deutschland nach Altersgruppen aufgegliedert.

Abbildung 2: Häufigkeit der Todesursache Sturz nach Alter



Anmerkung. Eigene Darstellung; Datenquelle: Statistisches Bundesamt, 2021a; [Gestorbene: Deutschland, Jahre, Todesursachen, Altersgruppen 23211-0003].

Als Auffälligkeit lässt sich betonen, dass das Risiko, durch einen Sturz zu sterben, mit zunehmendem Alter steigt. Daraus könnte abgeleitet werden, dass mit zunehmendem Alter auch das Sturzrisiko steigt.

Führt ein Sturz nicht zum Tod, geht er in vielen Fällen jedoch mit erheblichen Einschränkungen im Alltag einher, die sich meist durch physische Beeinträchtigungen zeigen. In diesem Kontext gewinnen Systeme zur Einschätzung des Sturzrisikos zunehmend an Bedeutung. Verfahren und Methoden des maschinellen Lernens können dabei eine unterstützende Rolle einnehmen, indem sie Sturzrisiken individuell für eine bestimmte Lebenslage berechnen, um präventive Maßnahmen einleiten zu können und somit die Selbstständigkeit möglichst lange zu erhalten. Aktuell gibt es verschiedene Ansätze, um das Sturzrisiko von Menschen zu ermitteln. Eine Möglichkeit ist die Einschätzung durch eine Pflegefachkraft, die mithilfe der Daten aus der Pflegedokumentation das potenzielle Sturzrisiko personenbezogen und individuell ermittelt. Dieses präventive Assessment wird im Rahmen der Pflegedokumentation bei der ambulanten Versorgung von Pflegebedürftigen durchgeführt (Bettig & Knuth, 2021, S. 96 ff.). Eine weitere Möglichkeit, das Sturzrisiko älterer Menschen zu ermitteln, kann durch ein handelsübliches Smartphone in Verbindung mit einer speziell entwickelten Applikation realisiert werden.

Das Start-up *Lindera* hat es sich zur Aufgabe gemacht, den Prozess der Risikobeurteilung digital abzubilden. Dabei orientiert sich die Sturzrisikoanalyse an den Parametern, die bei der Anamnese im Rahmen der Pflegedokumentation erhoben werden.

Für Anwender*innen ist der Klassifikationsprozess des Sturzrisikos relativ trivial gestaltet: ein 30-sekündiges Video des gehenden Klienten oder der Klientin aufnehmen, einen psychosozialen Test beantworten und nach 15 – 20 Minuten den Bericht über das individuelle Sturzrisiko auf dem Smartphone erhalten. Das damit verfolgte Ziel ist die Einleitung präventiver Maßnahmen, durch die Einfluss auf die ausschlaggebenden Faktoren genommen wird, die ein Sturzereignis begünstigen. Positive Effekte sollen auch auf das Gesundheitssystem wirken, wenn dadurch Einsparungen von Kosten für Folgebehandlungen erzielt werden können (Bade, 2018, S. 107 ff.).

Die Beurteilung des Gangbildes lässt sich technologisch mit den Methoden und Modellen der KI realisieren. Dazu wird in einem ersten Schritt das aufgenommene Video auf die geforderte Qualität geprüft (Lindera GmbH, 2021). Sollte das Video die geforderten Qualitätskriterien nicht erfüllen, werden die Nutzer*innen aufgefordert, den Vorgang zu wiederholen. Bei erfolgreicher Aufnahme wird das Video an einen hochperformanten Server übermittelt und dort in einzelne Bildsequenzen segmentiert, um in einem weiteren Schritt die Einzelbilder in ihre Pixel zu zerlegen. Dies ist notwendig, um das neuronale Netz mit verwertbaren Eingangsparametern zu speisen. Das Ziel dieser Berechnung ist die Erstellung eines 3D-Modells vom Skelett des Klienten oder der Klientin. Im folgenden Schritt werden auf Basis der Ergebnisse der Gangbildanalyse verschiedene Parameter, wie Schrittlänge, -zeit, -höhe, Geschwindigkeit sowie die Kadenz ermittelt, um die Ergebnisse der Analyse im letzten Schritt in einem Bericht zusammenzufassen. Das kamerabasierte Verfahren der Gangbildanalyse, das in der Applikation von *Lindera* implementiert wurde, konnte in einer Vergleichsstudie mit der Charité Berlin evaluiert werden (Azhand et al., 2021). Als Vergleichssystem wurde das Produkt *GAITRide*³ des Unternehmens *CIR Systems* herangezogen, welches ein etabliertes Verfahren zur Gangbildanalyse nutzt. Ziel dieser Studie war es, mithilfe einer Kamera, wie sie in handelsüblichen Smartphones verwendet wird, eine rein algorithmische Auswertung der Gangparameter zu realisieren, um diese mit den Ergebnissen des Referenzsystems zu vergleichen. Die Resultate der Gangbildanalyse mit dem Smartphone lagen mit einem vergleichsweise niedrigem Messfehler gegenüber dem *GAITRide*-System innerhalb des klinischen Toleranzbereichs. Wie sich die Akzeptanz und die daraus folgende Marktdurchdringung dieser mobilen Lösung entwickeln, ist noch nicht abzusehen.

3.2 KI-gestützte Touren- und Einsatzplanung ambulanter Pflegedienste

Ein weiteres Einsatzszenario von KI findet sich in der Touren- und Einsatzplanung ambulanter Pflegedienste. Dass dieser Planungsvorgang komplex und vielen unkalkulierbaren Faktoren ausgesetzt ist, zeigt eine Analyse von Lezock und Klewer (2014). Dabei wurden drei ambulante Pflegetouren über einen Zeitraum von 16 Wochen

³ Siehe <https://www.gaitrite.com/> [abgerufen am 29.04.2022].

dokumentierend begleitet. In dieser nicht repräsentativen Betrachtung der drei Touren kam zum Vorschein, dass nur 18 – 25 % der Pflegebedürftigen pünktlich durch den Pflegedienst versorgt wurden. Der Einsatz IT-gestützter Software zur Personaleinsatzplanung hat nicht nur den Effekt, dass die Einsatz- und Fahrtzeiten transparent werden, vielmehr wird auch die Grundlage zum Einsatz von Methoden der KI geschaffen, da eine digital gestützte Datenerhebung gewährleistet werden kann (Daum, 2017).

Die Berücksichtigung vielfältiger Faktoren und Bedarfe, wie Versorgungswünsche der Pflegebedürftigen, Qualifikation der Mitarbeitenden oder auch das sich ständig verändernde Verkehrsaufkommen, erfordern hohe kognitive Fähigkeiten und planerische Kompetenz (Wolf-Ostermann et al., 2021, S. 25). Dies spricht für eine gewisse Komplexität der Touren- und Einsatzplanung. KI kann in diesem Kontext eine stark individualisierte Touren- und Einsatzplanung fördern, indem sie die Bedarfe der Pflegebedürftigen und die nötigen Qualifikationen von Pflegefachkräften passgenau zusammenführt.

Das Fraunhofer Institut SCAI hat zu diesem Themenkomplex ein Spin-off-Projekt ins Leben gerufen, um der Problematik der administrativ geprägten Einsatz- und Tourenplanung in der ambulanten Pflege durch eine algorithmisch unterstützte Software planerisch zu begegnen. Die Software ist so konzipiert, dass stationäre, aber auch temporär wechselnde Faktoren bei der Planungsaufgabe berücksichtigt werden⁴. Des Weiteren greift die Software echtzeitbasiert in den Prozess ein, wenn sich beispielsweise der Verkehrsfluss innerhalb der geplanten Route ändert oder ein Fahrzeug des ambulanten Dienstes ausfällt. Um die Planung der Touren und des Personaleinsatzes auf Grundlage von Software zu realisieren, werden verschiedene maschinelle Lernverfahren und Methoden der künstlichen Intelligenz miteinander verknüpft, da der eindimensionale Einsatz klassischer Algorithmen nicht zielführend ist.

Mit dieser Innovation im Bereich der ambulanten Pflege könnten sich mehrere positive Effekte erzielen lassen. Die Planung von Touren und Personal wird nahezu vollständig durch die softwarebasierte KI ausgeführt, was wiederum den zeitlichen Aufwand für die Pflegedienstleitung minimiert. Zudem könnte eine gründliche Planung, in der viele Faktoren Berücksichtigung finden, zeitliche Kapazitäten für Pflegefachkräfte schaffen, da die künstliche Intelligenz echtzeitorientierte Optimierungen in den Tourenplan integrieren kann. Eine Beurteilung der Auswirkungen auf den Arbeitsalltag der Pflegefachkraft und eine damit verbundene Erleichterung können aktuell allerdings noch nicht nachgewiesen werden, da noch keine belastbaren Studien zu dieser Thematik vorliegen.

3.3 Diagnostik mittels neuronaler Netze

Durchdringende Erfolge erzielt die künstliche Intelligenz nicht nur in der Industrie, sondern auch das Gesundheitssystem profitiert von den neusten Fortschritten im Bereich des

⁴ Siehe <https://cps-hub-nrw.de/news/2018-10-04-software-adiutaplan> [abgerufen am 29.04.2022].

maschinellen Lernens. Insbesondere das effiziente Trainieren von neuronalen Netzen erlangte mit dem gegenwärtigen technologischen Fortschritt in der Leistungsfähigkeit von Computern einen Aufschwung. Dadurch konnte die Zeit, die für das Trainieren neuronaler Netze vonnöten war, auf ein sinnvolles Maß reduziert werden. Eine weitere Hürde, die den Einsatz von neuronalen Netzen erschwerte, bestand in der Verarbeitung und Speicherung großer Datenmengen. Neuronale Netze sind auf große Trainingsdatenmengen angewiesen, um komplexe Berechnungen durchzuführen und Prognosen von hoher Qualität erzeugen zu können (Auer et al., 2019, S. 37 ff.).

Zukünftig wird das Gesundheitssystem durch eine Vielzahl von algorithmischen Verfahren in der Anamnese, Diagnose- und Therapiefindung unterstützt (Plattform Lernende Systeme, 2019, S. 20 ff.). Neuronale Netze sind heutzutage imstande, in der allgemeinen Pathologie vielfältige Bildmaterialien (beispielsweise Röntgen- oder CT-Bilder) der Radiologie auszuwerten und Diagnosen zu stellen. Befördert wird dieses Verfahren durch eine zunehmende Vernetzung von Gesundheitsdaten verschiedener Art und die Identifikation von gleichgelagerten Mustern, die bei anderen Klient*innen vorherrschen.

Bei der Diagnostik von Erkrankungen des Thorax können Deep-Learning-Algorithmen aktuell Ergebnisse auf Expert*innenniveau erzielen. In einer Referenzstudie von Rajpurkar et al. (2018) wurden 420 Röntgenbilder durch eine Validierungsgruppe, der neun erfahrene Radiologinnen und Radiologen angehörten, diagnostizierend begutachtet. Die Diagnosen auf den Röntgenbildern nahmen 14 verschiedene Ausprägungen an. Die Zeit, die für die Interpretation der 420 Röntgenbilder vonnöten war, betrug bei der Expert*innengruppe 240 Minuten. Dabei durften die Radiolog*innen auf frühere Untersuchungs- oder Anamneseberichte der Klient*innen nicht zurückgreifen. Das neuronale Netz hingegen berechnete die Interpretationen der Röntgenbilder innerhalb von 1,5 Minuten. Abschließend konnte auf diesem Datensatz nachgewiesen werden, dass der verwendete Algorithmus bei zehn Pathologien gleichwertige, bei einer Pathologie bessere und bei drei Pathologien schlechtere Ergebnisse als die neun Radiologinnen und Radiologen im Mittel erzielte.

In einer anderen Vergleichsstudie von Rezvantlab et al. (2018) wurde ein neuronales Netz mit 10.135 Hautbildern trainiert. Auch hier wurden die Bilder durch ausgebildete Dermatolog*innen begutachtet und mit den Resultaten der neuronalen Netze verglichen. In den Lichtbildaufnahmen sollten acht in der Gesellschaft häufig vorkommende Hautkrankheiten diagnostiziert werden. Hierbei konnten die algorithmischen Methoden die Dermatolog*innen beim Diagnostizieren übertreffen.

Diese Studien zeigen, dass das Potenzial besteht, diagnostische Analysen in vielerlei Hinsicht durch die Methoden der KI zu unterstützen. Diese Effekte könnten sich positiv auf die Klient*innen in häuslichen Pflegesettings auswirken. Lange Wartezeiten, die in medizinischen Kliniken oft wegen einer hohen Terminalastung entstehen, könnten

durch optimierte Diagnoseverfahren minimiert werden. Infolgedessen wären zeitnahe Behandlungen und Therapieempfehlungen möglich, die sich wiederum positiv auf die Lebensqualität der Klient*innen auswirken könnten. Denn es gilt: Je länger eine Krankheit unbehandelt bleibt, desto länger und schwieriger gestaltet sich der Heilungsprozess.

4 Herausforderungen und Chancen

Die dargestellten Szenarien haben gezeigt, dass sich die künstliche Intelligenz zunehmend in der Gesellschaft etabliert. Diese Technologie bietet jedoch nicht nur vielfältige Potenziale und positive Effekte, sondern bringt auch Herausforderungen, Hemmnisse und Barrieren mit sich. In den folgenden Unterkapiteln werden ausgewählte Chancen und Risiken thematisiert.

4.1 Daten und ihre Relevanz für die künstliche Intelligenz

Ein Thema, das von vielen Institutionen oft unterschätzt wird, ist die Verfügbarkeit, Speicherung und das Handling von Daten. Ein gezieltes Datenmanagement ist unabdingbar, um algorithmische Vorhersagemodelle von hoher Güte zu entwickeln. Daten sind der Treibstoff, um die Innovationskraft der KI voranzutreiben. Sie müssen digital erhoben, archiviert und in aufbereiteter Weise in einem Datenmanagementsystem zur Verfügung gestellt werden (Auer et al., 2019, S. 40).

Im Gesundheitswesen, insbesondere in der häuslichen Pflege, sind diese Daten oft nicht oder nur in unzureichender Quantität verfügbar, da die Dokumentation von Daten der Klient*innen häufig in papiergebundener Form vollzogen wird (Merda et al., 2017, S. 12). Auch fehlende Sensordaten von seltenen Ereignissen, wie Sturzgeschehen in der eigenen Häuslichkeit, stellen ein Hindernis für eine erfolgreiche Implementierung von KI dar (Khan & Hoey, 2017). Digitalisierte Datenbestände sind im Gesundheitswesen häufig nur pointiert, meist unstrukturiert und in isolierten, nicht verknüpften Systemen vorhanden (McGrow, 2019). Zudem zeigt eine Studie von Merda et al. (2017, S. 12), dass die notwendige Durchdringung elektronischer Verfahren zur Dokumentation im Gesundheitswesen von vielfältigen Barrieren bestimmt ist. Mit einer Inbetriebnahme digitaler Systeme wird vermutet, dass der Aufbau von Parallelstrukturen gefördert wird, da die Gefahr besteht, an etablierten handschriftlichen Dokumentationsverfahren festhalten zu wollen. Des Weiteren stehen viele ambulante Versorgungsdienste vor der großen Aufgabe, dass sie sich in der Vielfalt digitaler Lösungsansätze der Softwareindustrie zurechtfinden müssen.

Auf der anderen Seite wird durch die Implementierung elektronischer Dokumentationssysteme die Möglichkeit geschaffen, Daten der Klient*innen in digitaler Form zu erheben. Dabei können Kosten kontrolliert, die Qualität der Pflege verbessert und die Wirksamkeit und Sicherheit von Behandlungen erhöht werden (Srinivasan & Arunasalam, 2013). Abgesehen davon wird der Grundstein für die Methoden des maschinellen Lernens gelegt, da die Möglichkeit der digitalen Datenerhebung geschaffen

wird. Dies erlaubt wiederum, verborgene Muster in sensiblen Daten der Klient*innen aufzudecken, um daraus präventive und vorbeugende Maßnahmen abzuleiten.

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass viele Institutionen, wie beispielsweise ambulante Versorger, noch nicht ausreichend in digitale Transformationsprozesse eingebunden sind, um die dringend nötigen Daten für die Entwicklung und Bereitstellung von Systemen der künstlichen Intelligenz zu gewährleisten. Sind die Datendokumentation und -erhebung adäquat digitalisiert, wäre ein wichtiger nächster Schritt, die Daten in entsprechender Qualität in einem Datenmanagementsystem zu verwalten. Dieser Themenkomplex wird im Folgekapitel kritisch beleuchtet.

4.2 Datenqualität

Um sich der Datenqualität annähern zu können, ist ein Blick auf die vier Vs⁵ der Daten nötig. Das erste V steht für *Volume* (Volumen). Aktuell wird erwartet, dass sich das Datenvolumen auf der Erde alle zwei Jahre verdoppelt, was wiederum den Bedarf an Speicherkapazität steigen lässt. Mit dem heutigen technologischen Fortschritt und der damit verbundenen Weiterentwicklung von Speicherkapazitäten ist zu erwarten, dass diese Problematik nicht zu großen Herausforderungen führt. Das zweite V steht für *Velocity* (Geschwindigkeit). Ein immer größer werdendes Datenaufkommen benötigt leistungsfähige Prozessoren, um den Zugriff, die Verarbeitung und die Analyse mithilfe von Algorithmen zu bewerkstelligen. Das dritte V steht für *Variety* (Vielfalt). Das immense Datenaufkommen liegt in vielfältiger Form vor: von strukturierten Daten, die in Tabellenform dargestellt sind, bis zu unstrukturierten Daten, die unsortiert, in Gestalt von Bildern, Texten und Audiodateien aus verschiedenen Quellen abrufbar sind. Bevor die Daten jedoch für das Trainieren von Modellen der KI genutzt werden, sollten sie in ein strukturiertes Format übertragen werden. Dieser Schritt zählt zur Datenvorverarbeitung und ist arbeitsintensiv. Das vierte V steht für *Veracity* (Richtigkeit). Das Vertrauen in die Korrektheit der Daten ist hierbei stets zu hinterfragen, da es nicht selten vorkommt, dass Datensätze durch Unschärfen belastet sind (Knorre, 2020).

Vor allem die Messung von Daten mittels Sensoren, die von einer gewissen Fehleranfälligkeit betroffen sind, kann Ungenauigkeiten in den Messwerten erzeugen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass der Erhebung und Dokumentation von persönlichen Gesundheitsdaten über neuartige Wearables mit Vorsicht zu begegnen ist (Piwek et al., 2016, S. 3). Die Sensoren der Wearables müssen in regelmäßigen Abständen neu kalibriert werden. Daraus lässt sich folgern, dass in den Datensätzen mit Unschärfe zu rechnen ist, da die Messwerte mit zunehmender Einsatzzeit den zulässigen Toleranzbereich verlassen. Im schlimmsten Fall können die Daten, welche über die Sensoren der Wearables erfasst werden, falsch sein. Aus diesem Grund sind bei einer

⁵ In der Literatur findet man oft den Verweis auf die fünf Vs der Daten (Aust, 2021, S. 11). Für eine kritische Betrachtung der Datenqualität ist der Bezug auf die vier Vs ausreichend.

sensorgestützten Datenerfassung von Vitalwerten kontinuierliche Plausibilitätsprüfungen durchzuführen.

Die Beschaffenheit und Qualität von gespeicherten Daten haben erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse, die durch die Algorithmen berechnet werden. Datenbestände von hoher Qualität zu erzeugen und zu verwalten, ist eine Basisaufgabe jeder Institution, wenn KI zum Einsatz kommen soll. Je höher die Datenqualität, desto höher ist die Qualität der Ergebnisse maschineller Lernverfahren und algorithmisch erzeugter Prognosen (Rfll Rat für Informationsinfrastrukturen, 2019). Um einen gewissen Standard in der Datenqualität gewährleisten zu können, genießt ein konsequentes Datenmanagement entlang der vier Vs einen hohen Stellenwert. Ein weiterer Aspekt, der in der Gesellschaft diskutiert wird, betrifft die moralischen und ethischen Dimensionen, die mit der Integration von KI-Systemen einhergehen.

4.3 Ethische Überlegungen

Moralische und ethische Debatten treten immer dann auf, wenn Innovationen in der Gesellschaft Einzug halten und gleichzeitig Fragen, Verunsicherungen oder sogar Ängste auftreten. Eine kritische Auseinandersetzung mit diesen Technologien und eine öffentlich geführte Debatte über die Einflussfaktoren der KI sind zwingend erforderlich. In diesem Zusammenhang stellen sich die Fragen nach der Funktion und der Nachvollziehbarkeit von Entscheidungsprozessen autonomer Systeme. Beruht die medizinische Diagnose auf dem Expert*innenwissen eines Arztes bzw. einer Ärztin oder hat diese Diagnose eine Maschine errechnet? Wie ist die Maschine zu dieser Entscheidung gekommen? Hätte der Arzt oder die Ärztin eine andere Therapieempfehlung gegeben, als sie die Maschine vorschlägt? Das sind nur einige Fragestellungen, die sich mit dem Einzug der KI befassen und Einfluss auf verschiedene gesellschaftliche Lebensbereiche nehmen. Die Auswirkungen und Folgen von KI-basierten Systemen im Gesundheitswesen sind aktuell nur unzureichend erforscht und können nur bedingt beschrieben werden (Plattform Lernende Systeme, 2019, S. 33).

Gonzalez Fabre et al. (2021) betont, dass bei Systemen, die Entscheidungen unterstützen, leiten oder direkt treffen, die potenzielle Gefahr besteht, den Ort der Kontrolle vom Menschen auf das autonome System zu übertragen. Dabei werden Befugnisse und Handlungsempfehlungen, die zuvor unter der Kontrolle des Menschen zu verorten waren, in Bereiche der maschinellen Welt übertragen, wo sie nur schwer bis gar nicht kontrollierbar sind. Des Weiteren verweist er auf die Komplexität der Architektur von intelligenten Systemen, die zur Entscheidungsfindung dienen. Oft bestehen diese Systeme aus einer Kombination von facettenreichen Algorithmen, die eine Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen zusätzlich erschweren und damit die Beurteilung des moralischen Handelns nahezu unmöglich machen.

Vertrauen, Transparenz und Gerechtigkeit sind relevante Begrifflichkeiten, die bei einer erfolgreichen Implementierung und Etablierung KI-basierter Systeme eine zentrale

Rolle einnehmen (Scheuer, 2020, S. 58 ff.). Dazu hat die Europäische Kommission in diesem Jahr einen ersten Vorschlag für einen Rechtsrahmen zur Entwicklung KI-gestützter Technologien erarbeitet und vorgelegt (EU-Kommission, 2021). Darin werden insbesondere Maßnahmen vorgeschlagen, die eine ethisch korrekte, transparente und unter menschlicher Kontrolle stattfindende Entstehung solcher Systeme regeln sollen. Auch die Enquete-Kommission (2020) weist in ihrem Bericht darauf hin, dass KI-Systeme, die direkt oder indirekt Entscheidungen des Menschen beeinflussen, so konzipiert sein müssen, dass sie unseren Grundrechten vollkommen entsprechen oder danach handeln.

Zudem ist es von immanenter Bedeutung, dass eine fortschreitende Etablierung KI-gestützter Technologien den moralischen Wertvorstellungen unserer Gesellschaft entspricht. Eine aus eurozentrischer Perspektive vernachlässigte Begleitung dieser Innovationsprozesse der KI kann zu unkontrollierter Ausbreitung führen, deren Ausmaß aktuell in China deutlich zu sehen ist. Szenarien, in denen Menschen anhand von Überwachungskameras identifiziert und nach einem Social-Scoring-System⁶ klassifiziert werden, sind keine Utopie mehr. Solche Szenarien in einer europäisch geprägten Gesellschaft zu verhindern, erfordert eine kontinuierliche Auseinandersetzung, die vor allem unter ethischen und moralischen Gesichtspunkten kritisch geführt werden muss.

5 Fazit

Diese Literaturarbeit hat gezeigt, dass es erfolgversprechende Ansätze dafür gibt, pflegebedürftige Personen sowie deren involvierte professionelle und informelle Helferkreise entlasten zu können. KI kann in diesen Lebensbereichen, und auch übergeordnet im Gesundheits- und Pflegesystem, einen positiven Einfluss auf die Versorgung älterer Pflegebedürftiger haben. In Zukunft können Pflegefachkräfte durch Methoden der künstlichen Intelligenz bei administrativen Planungsvorgängen unterstützt werden. Arbeiten, die von geringer Attraktivität geprägt und zudem fehleranfällig sind, übernimmt eine KI-basierte Software oder Maschine. Diagnosen können durch neuronale Netze in einem Bruchteil der üblichen Zeit gestellt werden, um die langen Wartezeiten der Klienten und Klientinnen zu verkürzen, und somit den Weg zu einem schnelleren Therapiebeginn ebnen. Risikoanalysen werden durch eine Kombination aus algorithmischen Verfahren und klassischen Methoden dazu beitragen, hohe Folgekosten zu minimieren, die das Gesundheitssystem belasten. Allerdings stehen dem innovativen Einzug der KI auch große Herausforderungen gegenüber. KI kann ohne eine solide Datenbasis, die zudem von hoher Qualität geprägt sein sollte, nicht auf analoge Szenarien abgebildet werden. Unsere Gesellschaft steht vor der richtungsweisenden Frage, wie sich Anwendungen der KI sinnvoll in unser Leben integrieren lassen, ohne die ethischen und moralischen Dimensionen, die invasive Technologien mit sich bringen, zu vernachlässigen.

⁶ Siehe <https://www.wired.co.uk/article/china-social-credit-system-explained>.

Die Deprofessionalisierung von Fachkräften und der Verlust von menschlichem Expert*innenwissen können Effekte einer zunehmend maschinellen Entscheidungsgewalt hervorrufen. Abseits dessen sollte der Mensch in Entscheidungsprozessen, die von hohem gesellschaftlichem Wert geprägt sind und direkten Einfluss auf die Unversehrtheit des Menschen haben, die Zügel stets in den Händen halten und die Maschine als unterstützendes System ansehen. Der Mensch sollte sich gegenüber neuen Technologien nicht verschließen, sondern vielmehr ein Tandem mit der Maschine bilden, um somit die Effizienz und die Qualität bestimmter Prozesse steigern zu können.

5.1 Limitationen

Die humanoide Robotik zur Unterstützung älterer Menschen in der eigenen Häuslichkeit wurde in dieser Literaturarbeit ausgeschlossen. In diesem Forschungsbereich der KI existieren in der deutschen und internationalen wissenschaftlichen Literatur vielzählige Veröffentlichungen und Publikationen. Allerdings ist ein praktikabler und flächendeckender Einsatz der humanoiden Robotik in Deutschland in den nächsten Jahren nicht abzusehen (Deutscher Ethikrat, 2020).

Des Weiteren wurde nur ein Auszug der Herausforderungen aufgezeigt, die mit einer forcierten Implementierung von Methoden der KI einhergehen. Weitere Barrieren, die in diesem Zusammenhang kontextbezogen betrachtet werden sollten, sind die statistische Diskriminierung (Bias) sowie die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der algorithmischen Verfahren (Explainable AI).

5.2 Perspektiven

Ansätze der KI sind in der häuslichen Pflege, im Kontext der Versorgung älterer Menschen, noch eine Nischentechnologie. Zwar gibt es unzählige Ansätze und Verwendungsmöglichkeiten in alltäglichen Lebensbereichen der Unterhaltungs- oder Marketingbranche, die über das Smartphone bewusst oder unbewusst vom Menschen konsumiert werden. Allerdings ist die Versorgung und Pflege älterer Menschen davon weitestgehend isoliert. Insbesondere die Akzeptanz, der Nutzen oder die Wirkung von KI-gestützten Applikationen für die Unterstützung älterer Menschen sind noch überwiegend unerforschte Bereiche, in denen das Potenzial offenliegt.

In naher Zukunft wird sich die Forschung in diesem Bereich jedoch intensivieren, da die Möglichkeiten der KI längst den Zugang in die private Häuslichkeit geschafft haben. Im Pflegesystem wird die zunehmende Digitalisierung der Infrastruktur sowie der mobilen Dienstleistungen im ambulanten Sektor den Grundstein und Zugang für die KI legen. Verborgene Muster in digitalisierten Gesundheitsdaten der Klient*innen werden durch algorithmische Verfahren aufgedeckt, um präventive Maßnahmen einzuleiten. Vorgehensweisen, die mithilfe von neuronalen Netzen Bildanalysen durchführen und Diagnosevorschläge innerhalb weniger Sekunden errechnen können, werden in

absehbarer Zeit zu unserem Alltag gehören. Diese neuen Technologien bleiben dabei nicht nur den Expert:innen vorbehalten, sondern werden unter Zuhilfenahme des Smartphones auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Literaturverzeichnis

- Alpaydin, E. (2019). *Maschinelles Lernen* (2. Aufl.). De Gruyter Oldenbourg.
- Auer, C., Hollenstein, N. & Reumann, M. (2019). Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen. In R. Haring (Hrsg.), *Gesundheit digital* (S. 33–46). Springer Berlin, Heidelberg.
- Aust, H. (2021). *Das Zeitalter der Daten: Was Sie über Grundlagen, Algorithmen und Anwendungen wissen sollten*. Springer Berlin, Heidelberg.
- Azhand, A., Rabe, S., Müller, S., Sattler, I. & Heimann-Steinert, A. (2021). Algorithm based on one monocular video delivers highly valid and reliable gait parameters. *Scientific reports*, 11(1), 14065.
- Bade, T. (Hrsg.). (2018). *Digitale Transformation in der Pflege: Innovationen, Start-ups und Perspektiven*. Vincentz Network.
- Bettig, U. & Knuth, K. (2021). Prozessdarstellung als Grundlage für die gesundheitsökonomische Betrachtung. In U. Bettig, M. Frommelt, H. Maucher, R. Schmidt & G. Thiele (Hrsg.), *Digitalisierung in der Pflege* (S. 91–111). medhochzwei Verlag.
- Daum, M. (2017). *Digitalisierung und Technisierung: Aktuelle Trends und ihre Folgewirkungen auf Arbeitsorganisation, Beschäftigung und Qualifizierung* (DAA-Stiftung Bildung und Beruf, Hrsg.). https://www.daa-stiftung.de/fileadmin/user_upload/digitalisierung_und_technisierung_der_pflege_2.pdf [abgerufen am 29.04.2022]
- Deru, M. & Ndiaye, A. (2020). *Deep Learning mit TensorFlow, Keras und TensorFlow.js* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl.). Rheinwerk Computing.
- Deutscher Ethikrat (Hrsg.). (2020). *Robotik für gute Pflege: Stellungnahme*. <https://www.ethikrat.org/fileadmin/Publikationen/Stellungnahmen/deutsch/stellungnahme-robotik-fuer-gute-pflege.pdf> [abgerufen am 29.04.2022]
- Enquete-Kommission (Hrsg.). (2020). *Unterrichtung der Enquete-Kommission Künstliche Intelligenz: Gesellschaftliche Verantwortung und wirtschaftliche, soziale und ökologische Potenziale*. Drucksache 19/23700. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/237/1923700.pdf> [abgerufen am 29.04.2022]
- Ertel, W. (2016). *Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung* (4., überarbeitete Aufl.). Springer Vieweg.

- EU-Kommission. (2021). Künstliche Intelligenz – Exzellenz und Vertrauen. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_de [abgerufen am 29.04.2022]
- Giering, O., Fedorets, A., Adriaans, J. & Kirchner, S. (2021). Künstliche Intelligenz in Deutschland: Erwerbstätige wissen oft nicht, dass sie mit KI-basierten Systemen arbeiten. DIW Wochenbericht 48. DIW - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- Gonzalez Fabre, R., Camacho Ibáñez, J. & Tejedor Escobar, P. (2021). Moral control and ownership in AI systems. *AI & SOCIETY*, 36(1), 289–303.
- Isfort, M. & Klie, T. (2020). Monitoring Pflegepersonalbedarf Bayern 2020 (Vereinigung der Pflegenden in Bayern, Hrsg.). https://www.vdgb-bayern.de/wp-content/uploads/2021/10/210929_Pflegemonitoring_Bayern.pdf [abgerufen am 29.04.2022]
- Kersting, K., Lampert, C. & Rothkopf, C. (2019). Wie Maschinen lernen: Künstliche Intelligenz verständlich erklärt. Springer.
- Khan, S. S. & Hoey, J. (2017). Review of fall detection techniques: A data availability perspective. *Medical engineering & physics*, 39, 12–22.
- Knorre, S. (2020). Big Data im öffentlichen Diskurs: Hindernisse und Lösungsangebote für eine Verständigung über den Umgang mit Massendaten. In S. Knorre, H. Müller-Peters & F. Wagner (Hrsg.), *Die Big-Data-Debatte* (S. 1–62). Springer Gabler Open.
- Lezock, M. & Klewer, J. (2014). Analyse der Touren- und Einsatzplanung eines ambulanten Pflegedienstes. *HeilberufeScience*, 5(1), 31–35.
- Lindera GmbH. (2021). Unsere KI: 3D-Motion Tracking für Gesundheits- und Fitnessanwendungen. <https://www.lindera.de/technologie/unsere-ki/> [abgerufen am 29.04.2022]
- McGrow, K. (2019). Artificial intelligence: Essentials for nursing. *Nursing*, 49(9), 46–49.
- Merda, M., Schmidt, K. & Kähler, B. (2017). Pflege 4.0 – Einsatz moderner Technologien aus der Sicht professionell Pflegenden. Forschungsbericht (Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hrsg.). <https://www.bgw-online.de/resource/blob/20346/e735030f6178101cf2ea9fa14e1bc063/bgw09-14-002-pflege-4-0-einsatz-moderner-technologien-data.pdf> [abgerufen am 29.04.2022]

- Nandy, A. & Biswas, M. (2017). Reinforcement Learning: With Open AI, TensorFlow and Keras Using Python. Apress L. P.
- Ng, A. & Soo, K. (2018). Data Science - was ist das eigentlich?! Algorithmen des maschinellen Lernens verständlich erklärt. Springer.
- Patel, A. A. & Langenau, F. (2020). Praxisbuch Unsupervised Learning: Machine-Learning-Anwendungen für ungelabelte Daten mit Python programmieren. O'Reilly; Proquest.
- Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S. & Joinson, A. (2016). The Rise of Consumer Health Wearables: Promises and Barriers. *PLoS medicine*, 13(2), e1001953.
- Plattform Lernende Systeme (Hrsg.). (2019). Lernende Systeme im Gesundheitswesen – Bericht der Arbeitsgruppe Gesundheit, Medizintechnik Pflege. https://www.plattform-lernende-systeme.de/files/Downloads/Publikationen/Zusammenfassungen/AG6_B_Kurzfassung_final_203030.pdf [abgerufen am 29.04.2022]
- Rajpurkar, P., Irvin, J., Ball, R. L., Zhu, K., Yang, B., Mehta, H., Duan, T., Ding, D., Bagul, A., Langlotz, C. P., Patel, B. N., Yeom, K. W., Shpanskaya, K., Blankenberg, F. G., Seekins, J., Amrhein, T. J., Mong, D. A., Halabi, S. S., Zucker, E. J. & Lungren, M. P. (2018). Deep learning for chest radiograph diagnosis: A retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists. *PLoS medicine*, 15(11), e1002686.
- Rezvantalab, A., Safigholi, H. & Karimijeshni, S. (2018). Dermatologist Level Dermoscopy Skin Cancer Classification Using Different Deep Learning Convolutional Neural Networks Algorithms.
- Rfll – Rat für Informationsinfrastrukturen (Hrsg.). (2019). Herausforderung Datenqualität: Empfehlungen zur Zukunftsfähigkeit von Forschung im digitalen Wandel (2. Aufl.).
- Rothgang, H. & Müller, R. (2021). BARMER Pflegereport 2021: Wirkungen der Pflegereform und Zukunftstrends. Schriftenreihe zur Gesundheitsanalyse – Band 32. (bifg Barmer Institut für Gesundheitssystemforschung, Hrsg.).
- Scheuer, D. (2020). Akzeptanz Von Künstlicher Intelligenz: Grundlagen Intelligenter KI-Assistenten und Deren Vertrauensvolle Nutzung. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Srinivasan, U. & Arunasalam, B. (2013). Leveraging Big Data Analytics to Reduce Healthcare Costs. *IT Professional*, 15(6), 21–28.

- Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2020). Pflegestatistik: Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung - Deutschlandergebnisse.
- Statistisches Bundesamt. (2021a). Gestorbene: Deutschland, Jahre, Todesursachen, Altersgruppen. 23211-0003. [abgerufen am 01.02.2022 via <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>]
- Statistisches Bundesamt. (2021b). Pflegebedürftige nach Versorgungsart, Geschlecht und Pflegegrade. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Pflege/Tabellen/pflegebeduerftige-pflegestufe.html;jsessionid=F59EBC0F81AF3450BB3F0C3EF7CC0755.live742> [abgerufen am 29.04.2022]
- Trask, A. W. (2019). Neuronale Netze und Deep Learning kapiere: Der einfache Einstieg mit Beispielen in Python. mitp.
- Unabhängiger Beirat für die Vereinbarkeit von Pflege und Beruf. (2019). Erster Bericht des unabhängigen Beirats für die Vereinbarkeit von Pflege und Beruf. <https://www.bmfsfj.de/resource/blob/138138/1aac7b66ce0541ce2e48cb12fb962ee/f/erster-bericht-des-unabhaengigen-beirats-fuer-die-vereinbarkeit-von-pflege-und-beruf-data.pdf> [abgerufen am 29.04.2022]
- Wennker, P. (2020). Künstliche Intelligenz in der Praxis. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Wilz, G. & Pfeiffer, K. (2019). Pflegende Angehörige (Bd. 73). Hogrefe.
- Wolf-Ostermann, K., Fürstenau, D., Theune, S., Bergmann, L., Biessmann, F., Domhoff, D., Schulte-Althoff, M. & Seibert, K. (2021). Konzept zur Einbettung von KI-Systemen in der Pflege: Sondierungsprojekt zu KI in der Pflege (SoKIP).