

# Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen

Aufgrund der raschen Entwicklung ist künstliche Intelligenz (KI) bereits in einigen alltäglichen Anwendungen (z.B. Suchmaschinen) fixer Bestandteil geworden. Die Europäische Kommission hat zur weiteren Entwicklung von KI 2020 ein „white paper“ entworfen (Europäische Kommission, 2020). Die Auseinandersetzung damit ist höchst aktuell, da alle Bereiche der Digitalisierung von dieser Entwicklung erfasst werden.

*Text: Thomas Czypionka, Fabian Hobodites, Institut für Höhere Studien<sup>1</sup>*

## Was ist künstliche Intelligenz?

Künstliche Intelligenz ist ein sehr allgemeiner Begriff, der weitgehend als ein Prozess verstanden wird, in dem Maschinen oder Softwareprogramme menschliches Denken imitieren. Die Möglichkeiten solcher Innovationen sind in der Theorie nahezu unbegrenzt. Es gibt längst Beispiele, bei denen Softwareumsetzungen die kognitiven Leistungen von Menschen übertreffen können. Schachcomputer können beispielsweise selbst von den besten menschlichen Spielern nicht mehr geschlagen werden. Zudem werden viele Aspekte des täglichen Lebens schon von künstlicher Intelligenz geprägt. So kommt KI im Transportwesen bereits seit längerem zum Einsatz; sowohl im Flug- als auch im Zugverkehr ist künstliche Intelligenz in den Alltag eingebunden (Mintz & Brodie, 2019). Andere alltägliche Beispiele, bei denen KI-Systeme genutzt werden, sind Sprachverarbeitung, Suchmaschinen oder Bilderkennung. Für den medizinischen Bereich sind vor allem die Bildverarbeitung und computergestütztes Sehen auch jetzt schon von größerer Bedeutung.

Innerhalb des Überbegriffs der KI gibt es zahlreiche Begrifflichkeiten, die am Beispiel Deep Learning in Abbildung 1 skizziert werden. In dieser Stufengrafik werden, auf mehreren Ebenen, die in diesem Rahmen relevanten KI-Begriffe genauer erklärt.

Aufgrund der technischen Möglichkeiten hat Machine Learning (ML) im Gesundheitswesen besonders an Relevanz gewonnen. Vereinfacht gesagt beschreibt Machine Learning die Fähigkeit eines Programms, anhand von neuen Informationen dazuzulernen und auf Basis des Erlernten Entscheidungen zu treffen. Deep Learning-Algorithmen stellen innerhalb des Machine Learning eine Subgruppe dar. Beim Deep Learning werden durch künstliche neuronale Netzwerke (engl. artificial neural networks) Prozesse des menschlichen Gehirns imitiert. In unserem Gehirn reagieren Nervenzellen auf äußere Reize und verknüpfen sich neu, um Lernprozesse durchzuführen oder Muster zu erkennen (Beam & Kohane, 2016). Deep Learning-Algorithmen sind ähnlich organisiert: Innerhalb des Software-Netzwerks gibt es ein komplexes Beziehungsgeflecht aus Analysefiltern, welche den ursprünglichen Input immer weiter verarbeiten, um über verschiedene versteckte Ebenen zu einem Gesamtergebnis zu kommen (LeCun, Bengio & Hinton, 2015). Was

Deep Learning auszeichnet, ist, dass die Ebenen, in denen die künstliche Intelligenz Outputs generiert, nicht von Menschen entwickelt werden, sondern in einem Lernprozess entstehen, der durch Datenzufuhr gestützt wird (LeCun et al., 2015). Dementsprechend wichtig ist es, diesen Lernprozess bestmöglich zu konzipieren und sich möglicher Fehlerquellen bewusst zu sein.

In der Praxis können unverarbeitete Informationen, wie zum Beispiel Bilder, durch die Verwendung von Deep Learning-Algorithmen analysiert werden, was für den diagnostischen Bereich in der Medizin von großer Bedeutung ist. Die Möglichkeiten gehen jedoch weit darüber hinaus, auch wenn Anwendungsbereiche jenseits der Bildanalyse noch weniger entwickelt sind. In der Theorie kann KI in verschiedensten Bereichen der medizinischen Versorgung einen Nutzen bringen. Von der Diagnostik über die direkte Patientenversorgung bis hin zur Kontrolle von menschlichen Vitalfunktionen gibt es Bereiche, in denen künstliche Intelligenz im medizinischen Alltag zumindest unterstützend wirken kann. In späteren Kapiteln werden einige Beispiele, wie automatisierte Bildanalysen oder KI-gestützte Medikamentenentwicklung, dargestellt. Es gibt neben den vielen Stärken aber

<sup>1</sup> Frühere Ausgaben des Health System Watch sind abrufbar im Internet unter: <http://www.ihs.ac.at> oder [https://www.sozialversicherung.at/cdscontent/?contentid=10007\\_846163&portal=svportal](https://www.sozialversicherung.at/cdscontent/?contentid=10007_846163&portal=svportal).

auch Herausforderungen, die wir im Folgenden diskutieren.

### Stärken & Schwächen künstlicher Intelligenz

In der Literatur findet man in Bezug auf künstliche Intelligenz ein breites Spektrum an positiven Darstellungen. KI und im Spezielleren Machine Learning-Systeme sind in der Lage, Millionen von Daten in einer viel kürzeren Zeit zu verarbeiten, als es Menschen je möglich wäre. Mit der Weiterentwicklung der künstlichen neuronalen Netzwerke werden KI-Systeme stets leistungsfähiger. Innovationen im Hardware-Bereich begünstigen diese Entwicklung (Liyanage et al., 2019). Computerleistung sowie Cloudspeicher erfahren seit langer Zeit ein exponentielles Wachstum, was den KI-Bereich beflügelt hat (Yu, Beam & Kohane, 2018). Deep Learning-Algorithmen werden durch diese Innovationen immer mächtiger. Der Vorteil des Deep Learnings ist, dass Programme selbst Muster erkennen und somit die Analysen ohne menschliches Eingreifen optimieren können. Prozesse, die ohnehin schneller durchgeführt werden, können auf diese Weise noch genauer werden. Durch Deep Learning wurde es möglich, Probleme zu lösen, die selbst im Bereich der (schwächeren) künstlichen Intelligenz über viele Jahre nicht gelöst werden konnten (LeCun et al., 2015).

Bei neuen Technologien ist es sehr einladend, die möglichen Chancen in den Vordergrund zu stellen. Im Medizinbereich verspricht künstliche Intelligenz die Verbesserung verschiedenster Behandlungsbereiche. Ein derartig positiver Blickwinkel kann jedoch auch dazu führen, dass wichtige Schritte im Bereich der Ausgestaltung in den Hintergrund geraten. In der Literatur wird in diesem Kontext an einer Stelle von „self-evident advanced technology“ (dt. selbstverständlich fortgeschrittene Technologie) gesprochen (Vollmer et al., 2018). Dieses Phänomen beschreibt, dass

besagte Technologie, einzig, weil sie eine Innovation darstellt, schon eine intrinsische Rechtfertigung hat. Dabei ist zu beachten, dass nicht jede Anwendung von künstlicher Intelligenz automatisch zu einem klinischen Nutzen oder einer Qualitätssteigerung für Patient\*innen führt. In der Literatur wurden mittlerweile auch einige Schwächen aufgezeigt.

Ein solcher Aspekt ist die Tatsache, dass auch KI-Systeme inhärente Befangenheiten aufweisen können (Liyanage et al., 2019; Noorbakhsh-Sabet, Zand, Zhang & Abedi, 2019). Technologie, die die Fähigkeiten hat, selbst zu lernen, kann einen Bias herausbilden, wenn die Datengrundlage diesen Umstand begünstigt. Das kann in der Folge zu Ungenauigkeiten

führen und KI-Applikationen in speziellen Bereichen sogar unbrauchbar machen. Oftmals hängt diese Schwäche mit den Daten zusammen, anhand derer eine künstliche Intelligenz lernt. Ein Bias, der Teil der Daten ist, kann von der KI nicht als solcher erkannt werden und wird erlernt. Wenn eine KI beispielsweise in einem Krankenhaussetting lernt, kann es sein, dass diese KI in einem anderen Setting nicht anwendbar ist. Eine Lösung für solche Probleme wäre ein standardisiertes Vorgehen in der Kalibrierungsphase (Noorbakhsh-Sabet et al., 2019).

Die Qualität der vorhandenen Daten ist ebenfalls wichtig, denn Krankheitsbilder können von individuellen Charakteristika wie kulturellem

## Zusammenfassung verschiedener KI-Begriffe

Abbildung 1

### Künstliche Intelligenz (KI):

- **Schwache KI:** Ahmt Expert\*innen nach und hat eine klare Input-Output-Struktur, z.B. Insulinpumpe
- **Starke KI:** Beschreibt KI im eigentlichen Sinn und ist zu eigenständigem Lernen fähig, z.B. Machine Learning

### Machine Learning (ML):

Beschreibt eine Reihe von Methoden, die Datenmuster erkennen können (Murphy, 2012)

- **Supervised ML:** Der gewünschte Output wird in einer Trainingsphase von Menschen definiert
- **Unsupervised ML:** Ungekennzeichnete Daten werden verwendet, um Muster selbst zu erkennen

### Deep Learning:

Ist eine Art von Machine Learning. Inputs werden in unterschiedlichen Ebenen evaluiert. Die Vorgänge innerhalb der Ebenen sind nicht transparent, z.B. wird ein Bild vervielfacht und läuft durch verschiedene Analysefilter. Dieser Prozess kann sich bis zum finalen Output mehrmals wiederholen (Mintz & Brodie, 2019).

Quelle: IHS-Darstellung

Hintergrund, Lebensstil und sozio-ökonomischen Umständen abhängig sein (Lee & Yoon, 2021). Wenn diese Spezifika in der Datenbasis nicht enthalten sind, kann eine KI diese auch nicht berücksichtigen und wird in der Praxis fehlerhafte Ergebnisse liefern. Nur in wenigen klinischen Studien im Gesundheitswesen werden diese Aspekte der künstlichen Intelligenz umfassend reflektiert (Nagendran et al., 2020). Sollte KI im Gesundheitswesen flächendeckend angewendet werden, ist es wichtig, solche Fehlerquellen in Bezug auf die Datenqualität zu berücksichtigen.

### Black Box-Problem

Künstliche Intelligenz kann im Vergleich zu Menschen sehr komplexe Analysen in viel geringerer Zeit verwirklichen. Gepaart mit den technologischen Eigenschaften von neuronalen Netzwerken stellt sich jedoch die Frage, inwieweit die Ergebnisse oder Outputs überhaupt interpretierbar sind. Einer der wichtigsten Vorteile von Deep Learning-Algorithmen ist, dass Programme selbst dazulernen und Informationen in einer Vielzahl von versteckten Analyseebenen bearbeiten können. So können Muster erkannt werden, die von Menschen übersehen werden. Kritiker von KI-Systemen im Medizinbereich sehen hier eines der Schlüsselprobleme. Das sogenannte „Black Box-Problem“ beschreibt das Phänomen, dass der Weg, wie sich neuronale Netze bilden, per definitionem nicht vorgegeben und damit nachvollziehbar ist. Somit gerät auch die Verarbeitung eines Inputs zu einem Output zu einer Black Box, es bleibt unklar, wie das Ergebnis im Einzelnen zustande gekommen ist (Liyanage et al., 2019). In der Medizin ist es aufgrund der heiklen Natur des Gegenstands somit schwierig, unter solchen Umständen Entscheidungen für oder gegen diagnostische oder therapeutische Verfahren zu treffen. Besonders herausfordernd ist es, wenn Deep Learning-Algorithmen mit Daten trainiert werden, die nicht in Form von Bildern oder Abbildungen existieren. In diesen Fällen ist es noch schwerer, die Outputs selbst auf ihre Korrektheit zu überprüfen (Yu et al., 2018). Relevant ist das Black Box-Phänomen vor allem, weil sowohl das Vertrauen der Ärzt\*innen als auch das der Patient\*innen wichtige Faktoren für die Umsetzung von künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen sind (Mehta & Devarakonda, 2018).



### Ethische und technische Herausforderungen

Neben den technischen Stärken und Schwächen von künstlicher Intelligenz gibt es auch allgemeine Hürden und Herausforderungen, die gerade in der Praxis wichtig sind. Viele dieser Hürden hängen mit ethischen Aspekten zusammen. Eine der wichtigsten Fragen, die im Medizinbereich besonders relevant ist, ist die der Verantwortung. Werden wichtige Entscheidungen im Gesundheitswesen auf Basis von Softwareapplikationen und KI getroffen, steht zur Debatte,

wer im Falle von Fehlentscheidungen verantwortlich gemacht werden kann. Dieser Aspekt ist auch innerhalb von Expertenkreisen nicht unumstritten. In einem Panel in den USA gab es vor allem Uneinigkeit darüber, ob das Prinzip des erlernten Vermittlers auch für KI gilt (Liyanage et al., 2019). Nach diesem Prinzip liegt die Verantwortung bei der Person, die Technologie in Kombination mit ihrem professionellen Wissen verwendet (Sullivan & Schweikart, 2019). In der Praxis muss dieser Aspekt rechtlich geregelt werden, um künstliche Intelligenz umfassend anwenden zu können.

Eine weitere Herausforderung hängt mit dem allgemeinen Phänomen der Technologisierung von Berufsfeldern zusammen. Diese Debatte ist nicht auf das Gesundheitswesen beschränkt, hat aber auch hier Relevanz. Gerade in der Radiologie hat künstliche Intelligenz das Potential, schnellere und genauere Diagnosen zu stellen. Das wirft die Frage auf, ob eine weitreichende Nutzung von künstlicher Intelligenz in die-



Der Einsatz von KI im medizinischen Bereich erfolgt vor allem in der Bildanalyse, weil sich Abbildungen sehr gut für die Analyse mittels Deep Learning-Technologien eignen.

sem Bereich zu Jobverlusten führen könnte. Eine solche Überlegung kann dazu führen, dass vor allem betroffene Menschen skeptisch sind, wenn von KI gesprochen wird. In der Literatur gibt es jedoch auch positivere Ausblicke, die nahelegen, dass diese Innovationen sogar zusätzliche

Es können beispielsweise Synergien zwischen medizinisch Tätigen und der künstlichen Intelligenz geschaffen werden. Die technischen Möglichkeiten können z.B. auch die Nachfrage nach häufigeren Untersuchungen und kürzeren Intervallen in der Verlaufskontrolle triggern.

Chancen mit sich bringen könnten. Es können beispielsweise Synergien zwischen medizinisch Tätigen und der künstlichen Intelligenz geschaffen werden. Die technischen Möglichkeiten können z.B. auch die Nachfrage nach häufigeren Untersuchungen und kürzeren Intervallen in der Verlaufs-

kontrolle triggern. Das medizinische Personal kann auch die gewonnene Zeit für die direkte Patientenbetreuung nutzen und somit eine noch höhere Behandlungsqualität garantieren (Lee & Yoon, 2021). Bestimmte Jobs können natürlich durch solche Entwicklungen gefährdet werden. Man kann jedoch versuchen, dieses Personal aktiv aufzufangen oder weiterzubilden (Lee & Yoon, 2021), sodass es lediglich zu einer Rollenveränderung kommt.

### Datenschutz und Cybersecurity

Medizinische Daten, die unter Umständen sogar auf Einzelpersonen zurückgeführt werden können, sind besonders sensibel. Sie unterliegen besonderen Datenschutzbestimmungen und ihre Nutzung ist mit ethischen Fragen verbunden. Die große Stärke von künstlicher Intelligenz liegt darin, aus einer riesigen Menge von Daten sinnvolle Outputs zu generieren. Um eine bestmögliche Umsetzung zu garantieren, muss die Datenbasis möglichst vollständig und ihre Qualität hoch sein. Elektronische Gesundheitsunterlagen werden in der Medizin immer mehr zum Standard. Dadurch wird es auch möglich, Gesundheitsdaten über verschiedene Spitäler oder gar zwischen Ländern

zu vernetzen. An sich begünstigen derartige Entwicklungen die Nutzung von künstlicher Intelligenz. Die heute immer weiter fortschreitende Nutzung und Vernetzung von elektronischer Gesundheitsinformation bedeutet jedoch auch, dass es immer mehr potenzielle Schnittstellen gibt,

an denen Sicherheitslücken entstehen können (Coventry & Branley, 2018). Im Gegensatz zu analogen Dokumentationsformen können Hacker aus der Ferne auf sensible Patientendaten zugreifen. Aber nicht nur die Größe der Datensätze selbst stellt ein potenzielles Problem dar. Verschiedene Technologien sind immer mehr auch miteinander verbunden, um effizientere und weitreichendere Betreuung zu ermöglichen. Im KI-Bereich werden beispielsweise Roboter oder auch Smartphones genutzt. Gerade private Smartphones stellen in puncto Cybersecurity eine potenzielle Schwachstelle dar (Kotz, Gunter, Kumar & Weiner, 2016).

Die Sensibilisierung von gewissen KI-Algorithmen ist im Gesundheitsbereich an die Verfügbarkeit von Daten gebunden. Zudem gibt es verschiedene Beispiele, in denen technologische Schnittstellen miteinander oder mit einem Netzwerk verbunden werden. Die Nutzer von Gesundheitstechnologie haben jedoch nicht immer Zugriff auf die interne Software, die sie verwenden. Gesundheitsdienstleister müssen sich also auf die Hersteller verlassen, dass diese die nötige Sicherheit gewährleisten, was nicht immer der Fall ist (Coventry & Branley, 2018). Vorfälle, in denen wirklich Daten gestohlen werden, sind aus mehreren Gründen problematisch. Einerseits bedeuten sie potenzielle Eingriffe in Patientendaten und sind mit Kosten verbunden. Auf der anderen Seite kann der Ruf von neuen Technologien maßgeblich beeinflusst werden. Wenn Technologien in der Öffentlichkeit eher mit negativer Berichterstattung, wie etwa zu Sicherheitslücken, verbunden sind, kann dies den Ausbau von künstlicher Intelligenz verlangsamen. Wenn Patient\*innen kein Vertrauen in das System haben, werden sie weniger bereit sein, ihre Daten bereitzustellen (Coventry & Branley, 2018). Sowohl für Auftraggeber als auch für Firmen, die in die Entwicklung von KI-Systemen eingebunden sind, wird es

daher wichtig sein, Regeln in Bezug auf Vertraulichkeit zu berücksichtigen. Für die Entwicklung von KI-Systemen kann dies zusätzliche Hürden bedeuten (Lee & Yoon, 2021).

### Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen

In vielen medizinischen Bereichen gibt es mittlerweile Anwendungsbeispiele für künstliche Intelligenz. Auch auf österreichischer Ebene werden die Potenziale von Seiten der Politik erkannt. 2018 einigte sich die damalige Bundesregierung auf eine Strategie zum Umgang mit künstlicher Intelligenz (Accenture, 2019). Besonders häufig sind KI-Anwendungen in den Fachgebieten der Radiologie, Pathologie oder Dermatologie zu finden, da dort die schon angesprochenen Möglichkeiten in der Bildanalyse besonders relevant ist. Die Geschwindigkeit, mit der künstliche Intelligenz Muster potenziell erkennen kann, ist ein unumstrittener Vorteil. Hinzu kommt, dass medizinische „Erfah-

rung“, die notwendig ist, um klinische Einschätzungen zu treffen, einer KI leichter und schneller als Menschen zur Verfügung steht, die ihrerseits jahrelang praktizieren müssen, um diese zu erlangen (Mintz & Brodie, 2019). Zudem gibt es auch Chancen, die Behandlungsqualität im direkten Umgang mit Patient\*innen zu verbessern, wenn man KI mit anderen technischen Innovationen wie der Robotik kombiniert. Einige Vorteile für das Gesundheitswesen sind bereits jetzt sichtbar. Schnellere oder frühere Diagnosen können in der Praxis einen Unterschied machen. Durch KI-unterstützte Technologien kann auch Prävention leichter durchgeführt werden, was ein immenses Kosteneinsparungspotenzial mit sich bringt (Lee & Yoon, 2021). Abbildung 2 bietet einen Überblick über die weiter unten vorgestellten Bereiche des Gesundheitswesens. Bei den vorliegenden Beispielen ist zu berücksichtigen, dass viele dieser Tools nicht ohne weiteres im klinischen Alltag verwen-

det werden können. Eine Meta-Studie aus 2020 zeigt, dass einige Autor\*innen im Gebiet der KI-Forschung behaupteten, dass ihr KI-Modell sofort in einem realen Setting verwendet werden könne. Von sieben Studien, die eine solche Behauptung aufstellten, wurden jedoch nur zwei in einem realen Setting getestet (Nagendran et al., 2020).

### Anwendungsbeispiele Bildererkennung und andere diagnostische Verfahren

Die Nutzung von KI in der Bildanalyse ist eine der bisher populärsten Umsetzungen im Medizinsektor. Das liegt vor allem daran, dass sich Abbildungen sehr gut dazu eignen, mit Deep Learning-Technologien analysiert zu werden. Bildbefunde enthalten zudem die meisten Informationen, die benötigt werden, um zu einer korrekten Diagnose zu kommen (Yu et al., 2018). Ein weiterer begünstigender Faktor hängt damit zusammen, dass die Versorgung mit radiologischen Unter-

## Überblick der Chancen für das Gesundheitswesen

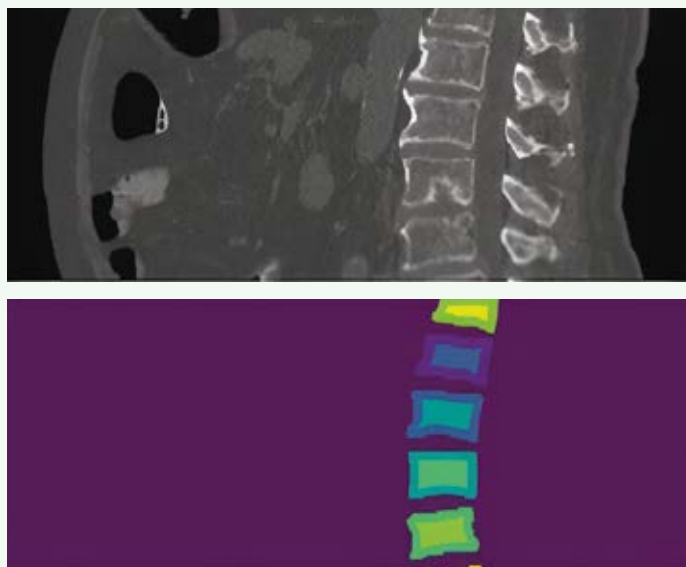
Abbildung 2



Quelle: IHS-Darstellung

## Automatisierte sagittale Rekonstruktion einer Wirbelsäulen-Computertomographie

Diese KI-gestützte Segmentierung wird verwendet, um Frakturen zu erkennen und die trabekuläre Knochendichte zu bestimmen.



Quelle: Mintz, Y. & Brodie, R. (2019). Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 28(2), 73–81.

suchungen immer weiter ausgebaut wurde. Zudem werden Bildgebungsverfahren laufend verbessert (Mintz & Brodie, 2019). Das notwendige Expertenwissen, welches zur darauffolgenden Diagnose benötigt wird, steht unter Umständen jedoch nicht zur Verfügung. Mit den richtigen Voraussetzungen kann eine KI in kürzerer Zeit auf mehr Informationen zugreifen und gleichzeitig mehr Input verarbeiten als das medizinische Personal. Konkrete Beispiele gibt es bereits in verschiedensten Bereichen der Bilderkennung. Der Algorithmus des israelischen Start-ups Zebra Medical Vision Ltd. kommt bereits in 50 Krankenhäusern weltweit zum Einsatz. Der Algorithmus ist in den örtlichen PACS<sup>2</sup> integriert. Zu den derzeitigen Einsatzmöglichkeiten gehören die Analysen von Krankheitsbildern der Lunge, Leber, Knochen sowie kardiovaskuläre Krankheiten. Wirbelbrüche können auf diese Weise automatisch erkannt werden. Die Wirbelsäule wird mithilfe des Befundes automatisch bildlich segmentiert und die KI versucht in der Folge vorherzusagen, ob es Anzeichen auf einen Wirbelbruch gibt oder nicht (Bar, Wolf, Amitai, Toledano & Elnekave, 2017). Abbildung 3 ist ein Beispiel für dieses Verfahren.

Für Augenerkrankungen wie diabetische Retinopathie oder Makulopathie gibt es auch schon funktionierende KI-basierte Erkennungssysteme. Bei der Analyse von optischen Kohärenztomografiebildern gibt es Anwendungen, bei denen mithilfe von künstlicher Intelligenz bereits sehr erfolgreich Krankheitsmerkmale erkannt werden konnten (Kermany et al., 2018; Mintz & Brodie, 2019). Die Genauigkeit der Diagnose war dabei sehr hoch und die Ergebnisse waren vergleichbar mit jenen von medizinischen Fach-Expert\*innen.

Auch in der Onkologie findet man diagnostische Umsetzungen. Die Mayo Clinic in den USA nutzt KI-gestützte Krebsvorsorgeuntersuchungen bei Gebärmutterhalskrebs. Die KI verwendet über 60.000 Beispiel-

bilder des nationalen Krebsinstitutes, um Präkanzerosen zu erkennen. Forscher\*innen berichten, dass der Algorithmus sogar eine viel höhere Genauigkeit erzielen konnte als Fach-Expert\*innen (MDDI Staff, 2019). Im Rahmen einer Studie von Esteva et al. (2017) wurde versucht, Hautkrebs-erkrankungen mithilfe von neuronalen Netzwerken zu erkennen und zu klassifizieren. Dazu wurde eine Softwarearchitektur verwendet, die einerseits schon mit mehr als einer Million Bildern einen Lernprozess durchlaufen hat und zusätzlich mit einem spezifischen Datenset trainiert wurde. Das neuronale Netzwerk erzielte in einem Vergleich ähnlich genaue Ergebnisse wie 21 Dermatolog\*innen.

Ein weiteres Anwendungsbeispiel zeigt, wie KI-gestützte Erfassung in Echtzeit bei Koloskopien Verwendung findet (P. Wang et al., 2019). In diesem Verfahren analysiert ein Algorithmus die Einzelbilder während der Live-Untersuchung. Bei einem

klinischen Versuch wurde in diesem Kontext getestet, ob die Erfassung von Polypen oder Adenomen mithilfe der KI verbessert werden kann. Verglichen wurden KI-begleitete Untersuchungen und herkömmliche Diagnosen durch medizinische Expert\*innen ohne KI-Hilfsmittel. Während der Untersuchung meldete das KI-System potenzielle Funde. In diesem Praxistest konnten in den KI-gestützten Verfahren mehr Entdeckungen gemacht werden als durch herkömmliche Untersuchungen. Vor allem kleinere Adenome wurden öfter erkannt (P. Wang et al., 2019).

Bildgebungsverfahren sind nur ein Bereich, in dem künstliche Intelligenz bereits erfolgreich in der Diagnostik eingesetzt wird. Auch die genom-basierte Diagnose von sehr seltenen Krankheiten kann durch KI verbessert

<sup>2</sup> Picture Archiving and Communication System.

werden. Allein in der EU sind schätzungsweise 30 Millionen Menschen von einer seltenen Krankheit betroffen (Schieppati, Henter, Daina & Aperia, 2008). Wenn die Krankheiten überhaupt entdeckt werden, dauert es oft Jahre, bis es zu einer Diagnose kommt, was ressourcenaufwändig und aufreibend für die Betroffenen ist (Schieppati et al., 2008). Das koreanische Start-up 3Billion hat es sich zur Mission gemacht, mithilfe von künstlicher Intelligenz seltene Krankheiten

und entwickelt werden (Macalino, Gosu, Hong & Choi, 2015). Durch gezielte und KI-gestützte Medikamentenentwicklung kann die Erfolgsquote von neuen Medikamenten steigen und Kosten eingespart werden (Noorbakhsh-Sabet et al., 2019).

In verschiedenen Forschungsphasen gibt es die Möglichkeit, künstliche Intelligenz zu nutzen. Ein wichtiger Schritt in der Medikamentenentwicklung ist das Identifizieren von sogenannten biologischen

von ungeeigneten Proband\*innen eine der Hauptfehlerquellen ist (Fogel, 2018). Mithilfe von KI können passende Proband\*innen anhand bestimmter krankheitsbezogener Biomarker rekrutiert werden und die Erfolgsquote steigen (Mak & Pichika, 2019).

Es gibt jedoch nicht nur in der Entwicklung von Medikamenten KI-Potenziale. „Drug Repurposing“ ist ein entstehendes Forschungsfeld (Park, 2019), in dem nun auch künstliche Intelligenz verwendet wird, um neue Verwendungsmöglichkeiten für bestehende Medikamente zu finden. Diese Methode wurde bereits genutzt, um schneller Behandlungsmöglichkeiten für COVID-19 zu finden (Zhou, Wang, Tang, Nussinov & Cheng, 2020). Darüber hinaus kann künstliche Intelligenz auch im Produktionsprozess angewendet werden (Paul et al., 2021). KI ist beispielweise in der Lage, die Qualitätssicherung in der Tablettenproduktion zu überwachen und auf Fehler hinzuweisen (Gams, Horvat, Ožek, Luštrek & Gradišek, 2014). Es gibt demnach verschiedenste Bereiche der Pharmaindustrie, die von den Möglichkeiten, die KI mitbringt, bereits profitieren.

### **Kombination von KI mit anderen Technologien**

Kombiniert man künstliche Intelligenz mit anderen technischen Hilfsmitteln, ergeben sich weitere Chancen für die medizinische Versorgung. Ein einfaches Beispiel ist die Auswertung von Daten, die innerhalb von elektronischen Gesundheitsinformationssystemen ohnehin gesammelt werden. Auf Intensivstationen sind beispielsweise Echtzeit-Beobachtungssysteme besonders wichtig. Diese können von KI unterstützt werden, um beispielweise bessere Warnsysteme zu entwickeln, die antizipieren, wenn der Patientenzustand kritisch wird (Yu et al., 2018). Zudem gibt es bereits in Form von Apps oder Robotern die Möglichkeit, KI und andere Technologien zu kombinieren. Roboter können die physische Umwelt mithilfe von

Kombiniert man künstliche Intelligenz mit anderen technischen Hilfsmitteln, ergeben sich weitere Chancen für die medizinische Versorgung. Ein einfaches Beispiel ist die Auswertung von Daten, die innerhalb von elektronischen Gesundheitsinformationssystemen ohnehin gesammelt werden.

zu erkennen. Bis zu 7000 Krankheiten können laut eigenen Angaben mithilfe von DNA-Analyse erkannt werden. Der Vorteil liegt darin, dass Ärzt\*innen im Vergleich zu einer KI viel mehr Zeit benötigen, oder die nötige Expertise möglicherweise gar nicht besitzen, um eine solche Krankheit zu erkennen. Die Anzahl der Patient\*innen, die auf diese Weise eine Diagnose erhalten konnten, ist bisher jedoch sehr klein (Lee & Yoon, 2021).

### **Medikamentenentwicklung**

Ein neues Medikament auf den Markt zu bringen, ist mit viel Aufwand, Expertise und der Aufbringung von finanziellen Ressourcen verbunden. Die Entwicklung von Medikamenten setzt voraus, dass komplexe chemische Strukturen und Wechselbeziehungen verstanden und berücksichtigt werden. Dieser Prozess beinhaltet verschiedene Forschungsdisziplinen wie chemische und strukturelle Biologie, organische Synthese und Pharmakologie. Deshalb dauert es gerade bei neuen Medikamenten teilweise 10 bis 15 Jahre, bis diese entdeckt

„Targets“, an die sich ein Wirkstoff binden kann. Künstliche Intelligenz kann Leitstrukturen schneller erkennen und „Targets“ schneller validieren (Mak & Pichika, 2019). Verschiedene biochemische Charakteristika von Proteinen können in Machine Learning-Systemen als Datengrundlage verwendet werden, um solche Vorhersagen zu machen (Q. Wang, Feng, Huang, Wang & Cheng, 2017). KI-Modelle sind auch in der Lage, aus chemischen Datenbanken Moleküle zu erkennen, die laut ihren erlernten Mechanismen eher für Medikamente nutzbar sind (Sellwood, Ahmed, Segler & Brown, 2018). Darüber hinaus kann mithilfe von KI auch die Toxizität von Wirkstoffmolekülen prognostiziert werden.

In späteren Forschungsphasen wird künstliche Intelligenz ebenso immer mehr genutzt. Der Erfolg jeder klinischen Studie hängt maßgeblich von der Auswahl der Patient\*innen ab. In einer Studie kann die Registrierung der Patient\*innen ein Drittel der Zeit einnehmen. Hinzukommt, dass in circa 86 Prozent der Fälle die Auswahl

KI-Systemen wahrnehmen und auf dieses äußere Umfeld reagieren. Es gibt bereits KI-Roboter, wie den Alexa Nursing Bot in den USA. Dieser erinnert die Patient\*innen an ihre Medikamente oder kann auch medizinische Fragen beantworten und somit im Krankenhausalltag eine Rolle übernehmen (Lee & Yoon, 2021). In Korea gibt es eine ähnliche Anwendung. Der Roboter „Paul“ unterstützt medizinisches Personal bei seinen Stationsrunden. Er erkennt die Stimmen der Stationsangestellten und ist in der Lage, Sprache in Text umzuwandeln und transkribiert diese in elektronische Textprotokolle. Zudem ist Paul auch in der Lage, Patienteninformationen wie z.B. Testergebnisse wiederzugeben (Lee & Yoon, 2021). Dadurch können viele Routineprozesse vereinfacht werden. Durch derartige Anwendungen kann die medizinische Versorgung der Patient\*innen auch dann fortgeführt werden, wenn das medizinische Personal nicht mehr direkt vor Ort ist (Lee & Yoon, 2021).

Ein schon breiter ausgerolltes Beispiel für eine derartige Schnittstelle ist die „GP at hand“ App. Sie kann direkt von Patient\*innen genutzt werden und als Erweiterung des Primärversorgungsangebots gesehen werden. In der App ist es möglich, mit einem Chatbot zu kommunizieren, der medizinisch relevante Informationen liefert und in ernsteren Fällen auch eine Videoverbindung mit einem/einer Krankenpfleger\*in herstellt. Die App wird im englischen NHS genutzt und steht somit allen Bezieher\*innen der nationalen Gesundheitsversicherung zur Verfügung. Das Service unterscheidet sich von anderen Apps dadurch, dass es auf einem KI-System basiert, welches aus verschiedenen medizinischen Datensets wie Patientenakten lernen kann.

Miyashita and Brady (2019) haben eine Anwendung evaluiert, bei der Patient\*innen aus einigen Krankenhäusern nach ihrer Entlassung mit Wi-Fi-Armbändern ausgestattet wurden. Diese Bänder überwachen Vitalwerte

wie Atemfrequenz, Sauerstofflevel, Puls, Blutdruck und die Körpertemperatur. Derartige Maßnahmen sind Teil eines NHS-Pilotprogramms, welches KI-Systeme in die medizinische Nachsorge inkorporiert. Durch Maßnahmen wie diese wurden die Anzahl an Wiederaufnahmen sowie die Notwendigkeit von Hausbesuchen reduziert.

### Genetische Analysen mittels KI

Die Analyse von DNA-Sequenzen erfolgt dank neuer Verfahren wie Next Generation Sequencing, die rasch große Mengen an DNA sequenzieren können, zunehmende Bedeutung. Der Einsatz von KI ist dabei vonnöten, da die generierten Datenmengen enorm groß sind (Marr, 2018). Eine der großen Hoffnungen ist dabei die Möglichkeit des Ausbaus von Präzisionsmedizin. So können anhand von Genprofilen Pharmakotherapien optimiert werden (Yu et al., 2018), wie dies z.B. in der Onkologie der Fall ist, wo die Identifikation von tausenden möglichen Mutationen und ihres Zusammenhangs mit dem Therapieerfolg erforderlich ist (Zehir et al., 2017; Shimizu & Nakayama, 2020).

### Fazit – Mit entsprechendem Engagement bringt KI großartige Möglichkeiten

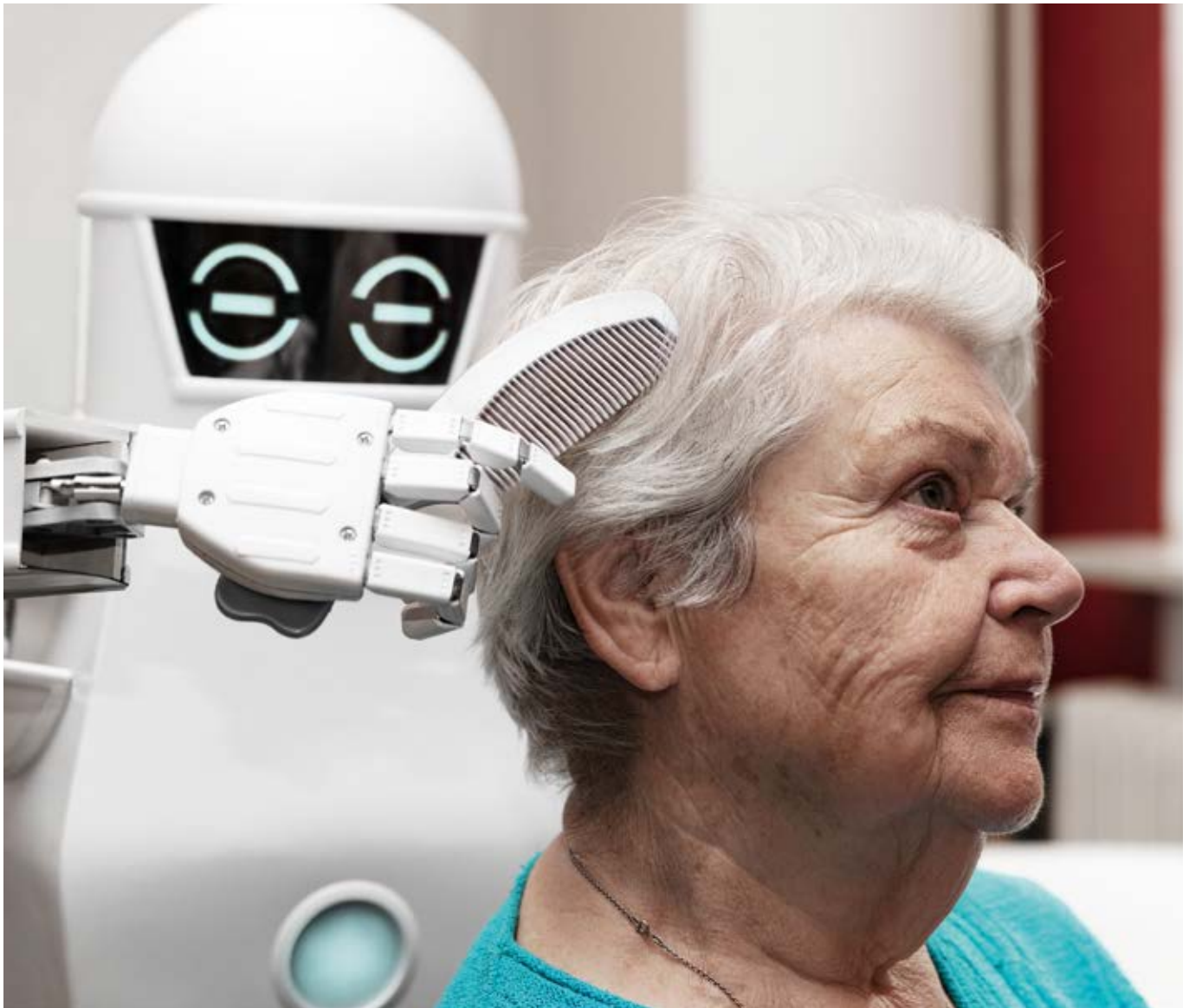
Künstliche Intelligenz wird in verschiedensten Bereichen des Gesundheitswesens als Chance betrachtet und

erfährt dank der raschen Entwicklung von Rechnern und Speichern in einigen Bereichen bereits Marktreife. Zudem wird künstliche Intelligenz als einer der Schlüsselfaktoren gesehen, um im Gesundheitswesen eine Transformation hin zur Präzisionsmedizin zu verwirklichen (Shimizu & Nakayama, 2020). Gerade im Pharmabereich oder in der Krebsforschung gibt es hier große Potenziale. KI darf jedoch nicht als Wundermittel betrachtet werden. Die Literatur legt nahe, dass die Nutzung von künstlicher Intelligenz einiges an Engagement voraussetzt. Das gilt sowohl in finanzieller Hinsicht als auch in Bezug auf die Implementierung. In die nötigen technischen Voraussetzungen muss erst investiert werden. Die Möglichkeiten von KI-Modellen hängen mit der vorhandenen Hardwareinfrastruktur zusammen, die unter Umständen sehr teuer sein kann (Vollmer et al., 2018). Somit stellt sich die Frage nach dem Kosten-Nutzen-Verhältnis. Ein marginaler klinischer Vorteil ist keine Rechtfertigung für langanhaltende Investitionen, wenn die Kosten sehr hoch sind (Vollmer et al., 2018). Zudem ist die Art der Implementierung entscheidend. Die Umsetzung von KI-Tools führt nicht automatisch zu einer Verbesserung der Behandlungsqualität. Umso genauer, besser und umfangreicher die Daten sind, die zur Verfügung stehen, desto hochwertiger

## Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz wird immer mächtiger und hält auch im Gesundheitswesen Einzug. Wir beschreiben zunächst allgemeine Charakteristika von KI und gehen auf Stärken und Schwächen KI-basierter Anwendungen ein. Im zweiten Teil wird der medizinische Nutzen von künstlicher Intelligenz diskutiert. Es gibt in mehreren Bereichen der medizinischen Versorgung bereits Anwendungsbeispiele für KI-Systeme, die zum Teil auch Marktreife erreichen. Aufgrund der Komplexität von KI gilt es bei der Anwendung im Gesundheitswesen in besonderem Maße, Einsatzgebiete zu erkennen, bei denen die Patient\*innen profitieren, und solche Anwendungen auf eine Weise zu implementieren, die eine hohe Akzeptanz bei allen Stakeholdern gewährleistet.





Durch die Kombination verschiedener Technologien im KI-Bereich – beispielsweise mit Robotern oder Smartphones – ergeben sich zahlreiche neue Einsatzmöglichkeiten.

ger können die Outputs einer künstlichen Intelligenz sein. Um in einem flächendeckenden Kontext verwendet zu werden, müssen demnach gewisse Rahmenbedingungen gegeben sein. Eine einheitliche Dateninfrastruktur ist beispielsweise von Vorteil. Derartige Herausforderungen werden in der Literatur an mehreren Stellen hervorgehoben und können der umfangreichen Nutzung von KI vorerst im Wege stehen (Mintz & Brodie, 2019; Noorbakhsh-Sabet et al., 2019). Dennoch gibt es bereits sehr viele Praxisbeispiele, in denen die Nutzung von künstlicher Intelligenz zu einer Verbesserung in der Behandlungsqualität geführt hat. Die reale Aussagekraft von vielen Studien ist jedoch auch kritisch zu hinterfragen.

Wie schon erwähnt gibt es auch einige Herausforderungen ethischer Natur. Eine der Fragen ist, was mit Personen passiert, deren Rolle von künstlicher Intelligenz übernommen werden kann. In der Literatur wird dieser Aspekt mehrfach thematisiert. Es gibt jedoch Einschätzungen, die nahelegen, dass das Gesundheitswesen von solchen Veränderungen auf lange Sicht profitieren kann, wenn nur früh genug agiert wird. Künstliche Intelligenz hat auch ihre Schwächen, welche jedoch durch menschliches Personal komplementiert werden können. Im Einklang mit KI kann die medizinische Behandlung weiter verbessert werden, wenn einige Abläufe automatisiert werden. Bedeutsam könnte die Erweiterung von Hoch-

schulcurricula um Inhalte sein, die den Umgang mit künstlicher Intelligenz im medizinischen Alltag behandeln und somit die Hürde für Professionals senken (Lee & Yoon, 2021). Die Beschäftigung mit dem Thema KI ist jedenfalls allen im Gesundheitswesen Tätigen ans Herz zu legen, da die entsprechende rasche Entwicklung unaufhaltbar scheint und ethische und rechtliche Grundsätze zu etablieren sind (Rigby, 2019) und gleichzeitig KI auch in den Alltag vieler Professionals und Patient\*innen Einzug halten wird. Wie im gesamten Bereich der Digitalisierung sollten die Systempartner hier proaktiv agieren, um die Entwicklung im Interesse der Patient\*innen mitzugestalten. ■

# Literaturverzeichnis

- Accenture (2019). Wie Österreich seine Zukunft mit künstlicher Intelligenz gestaltet. Website: <https://www.accenture.com/at-de/insights/consulting/mission-mit-vision>.
- Bar, A., Wolf, L., Amitai, O. B., Toledano, E. & Elnekave, E. (2017). Compression fractures detection on CT. *Medical Imaging 2017: Computer-Aided Diagnosis*, 10134, 1013440.
- Beam, A. L. & Kohane, I. S. (2016). Translating Artificial Intelligence Into Clinical Care. *JAMA*, 316(22), 2368–2369.
- Coventry, L. & Branley, D. (2018). Cybersecurity in healthcare: A narrative review of trends, threats and ways forward. *Maturitas*, 113, 48–52.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M. & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118.
- Europäische Kommission (2020). On Artificial Intelligence -A European approach to excellence and trust. Retrieved April 1, 2021, from Commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\_en.pdf. Website: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf).
- Fogel, D. B. (2018). Factors associated with clinical trials that fail and opportunities for improving the likelihood of success: A review. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 11, 156–164.
- Gams, M., Horvat, M., Ožek, M., Luštrek, M. & Gradišek, A. (2014). Integrating Artificial and Human Intelligence into Tablet Production Process. *AAPS PharmSciTech*, 15(6), 1447–1453.
- Kermany, D. S., Goldbaum, M., Cai, W., Valentim, C. C. S., Liang, H., Baxter, S. L., ... & Zhang, K. (2018). Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning. *Cell*, 172(5), 1122–1131.e9.
- Kotz, D., Gunter, C. A., Kumar, S. & Weiner, J. P. (2016). Privacy and Security in Mobile Health: A Research Agenda. *Computer*, 49(6), 22–30.
- LeCun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.
- Lee, D. & Yoon, S. N. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Technologies in the Healthcare Industry: Opportunities and Challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 271.
- Liyanage, H., Liaw, S.-T., Jonnagaddala, J., Schreiber, R., Kuziemy, C., Terry, A. L. & de Lusignan, S. (2019). Artificial Intelligence in Primary Health Care: Perceptions, Issues, and Challenges. *Yearbook of Medical Informatics*, 28(1), 41–46.
- Macalino, S. J. Y., Gosu, V., Hong, S. & Choi, S. (2015). Role of computer-aided drug design in modern drug discovery. *Archives of Pharmacol Research*, 38(9), 1686–1701.
- Mak, K.-K. & Pichika, M. R. (2019). Artificial intelligence in drug development: Present status and future prospects. *Drug Discovery Today*, 24(3), 773–780.
- Marr B. (2018). The wonderful ways artificial intelligence is transforming genomics and gene editing. *Forbes*. Online verfügbar: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/11/16/the-amazing-ways-artificial-intelligence-is-transforming-genomics-and-gene-editing/#70e819a642c1> (abgefragt: 31.03.2021).
- MDDI Staff (2019). Can AI really be a Game Changer in Cervical Cancer Screenings? Medical Device and Diagnostic Industry (MDDI). Online verfügbar: <https://www.mddionline.com/can-ai-really-be-game-changer-cervical-cancer-screenings> (abgefragt: 31.03.2021).
- Mehta, N. & Devarakonda, M. V. (2018). Machine learning, natural language programming, and electronic health records: The next step in the artificial intelligence journey? *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 141(6), 2019–2021.e1.
- Mintz, Y. & Brodie, R. (2019). Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 28(2), 73–81.
- Miyashita, M.; Brady, M. (2019). The Health Care Benefits of Combining Wearables and AI. *Harv. Bus. Rev.* Online verfügbar: <https://hbr.org/2019/05/the-health-care-benefits-of-combining-wearables-and-ai> (abgefragt: 31.03.2021).
- Nagendran, M., Chen, Y., Lovejoy, C. A., Gordon, A. C., Komorowski, M., Harvey, H., ... & Maruthappu, M. (2020). Artificial intelligence versus clinicians: Systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies. *The BMJ*, 368.
- Noorbakhsh-Sabet, N., Zand, R., Zhang, Y. & Abedi, V. (2019). Artificial Intelligence Transforms the Future of Healthcare. *The American Journal of Medicine*, 132(7), 795–801.
- Park, K. (2019). A review of computational drug repurposing. *Transl. Clin. Pharmacol.* 27: 59–63.
- Paul, D., Sanap, G., Shenoy, S., Kalyane, D., Kalia, K. & Tekade, R. K. (2021). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discovery Today*, 26(1), 80–93.
- Rigby, M. J. (2019). Ethical Dimensions of Using Artificial Intelligence in Health Care. *AMA Journal of Ethics*, 21(2), 121–124.
- Schieppati, A., Henter, J.-I., Daina, E. & Aperia, A. (2008). Why rare diseases are an important medical and social issue. *The Lancet*, 371(9629), 2039–2041.
- Sellwood, M. A., Ahmed, M., Segler, M. H. & Brown, N. (2018). Artificial intelligence in drug discovery. *Future Medicinal Chemistry*, 10(17), 2025–2028.
- Shimizu, H. & Nakayama, K. I. (2020). Artificial intelligence in oncology. *Cancer Science*, 111(5), 1452–1460.
- Sullivan, H. R. & Schweikart, S. J. (2019). Are Current Tort Liability Doctrines Adequate for Addressing Injury Caused by AI? *AMA Journal of Ethics*, 21(2), 160–166.
- Vollmer, S., Mateen, B. A., Bohner, G., Király, F. J., Ghani, R., Jonsson, P., ... & Hemingway, H. (2018). Machine learning and AI research for Patient Benefit: 20 Critical Questions on Transparency, Replicability, Ethics and Effectiveness. *ArXiv:1812.10404 [Cs, Stat]*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1812.10404>.
- Wang, P., Berzin, T. M., Brown, J. R. G., Bharadwaj, S., Becq, A., Xiao, X., ... & Liu, X. (2019). Real-time automatic detection system increases colonoscopic polyp and adenoma detection rates: A prospective randomised controlled study. *Gut*, 68(10), 1813–1819.
- Wang, Q., Feng, Y., Huang, J., Wang, T. & Cheng, G. (2017). A novel framework for the identification of drug target proteins: Combining stacked auto-encoders with a biased support vector machine. *PLOS ONE*, 12(4), e0176486.
- Yu, K.-H., Beam, A. L. & Kohane, I. S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature Biomedical Engineering*, 2(10), 719–731. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>.
- Zehir, A., Benayed, R., Shah, R. H., Syed, A., Middha, S., Kim, H. R., ... & Berger, M. F. (2017). Mutational landscape of metastatic cancer revealed from prospective clinical sequencing of 10,000 patients. *Nature Medicine*, 23(6), 703–713.
- Zhou, Y., Wang, F., Tang, J., Nussinov, R. & Cheng, F. (2020). Artificial intelligence in COVID-19 drug repurposing. *The Lancet Digital Health*, 2(12), e667–e676.