



# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IM GESUNDHEITS- SEKTOR

CHANCE FÜR ECHTE  
MEHRWERTE





**trial**

<b>Editorial Deloitte</b>	<b>4</b>
<b>Editorial AOK PLUS</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<i>Interview mit Kornell Adolph und Stefan Baßler</i>	<i>11</i>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>12</b>
Kategorien und Definitionen	13
Mögliche Mehrwerte	15
Voraussetzungen für die Nutzung	16
<i>Interview mit Susanne Uhlmann und Ibo Teuber</i>	<i>18</i>
<b>3 Anwendungsbereiche</b>	<b>20</b>
Medizinische Forschung	21
Gesundheitsversorgung	22
<i>Interview mit Dr. Franz Pfister</i>	<i>23</i>
<i>Interview mit Prof. Dr. Rouven Porz</i>	<i>26</i>
Organisatorische Abläufe	27
<b>4 Herausforderungen</b>	<b>28</b>
Ethische Fragen	29
Regulatorik	32
<i>Interview mit Lars Schmidt</i>	<i>33</i>
<b>5 Handlungsempfehlungen</b>	<b>36</b>
<i>Interview mit Prof. Dr. Björn Eskofier</i>	<i>39</i>

# Equitatoria

## Unsere Vision der Future of Health

KI setzt sich im Gesundheitswesen immer mehr durch und trägt bereits heute dazu bei, Prozesse in der Gesundheitsversorgung effizienter und effektiver zu gestalten. In einer Deloitte-Umfrage zu den angestrebten Ergebnissen, die Unternehmen mit Hilfe von KI erreichen wollen, nannten die befragten Führungskräfte im Gesundheitswesen effizientere Prozesse als oberste Priorität (34 Prozent).

KI hat aber nicht nur das Potenzial, effizientere Verwaltungsprozesse zu schaffen, sondern wird in der Zukunft auch noch stärker zu Prävention und besseren Therapieergebnissen beitragen. Sie kann helfen, die Qualität der Versorgung zu verbessern und zum Beispiel Patientenrisiken minimieren, indem sie Medikationsfehler identifiziert, die herkömmliche regelbasierte klinische Entscheidungsunterstützungssysteme nicht erkennen können. KI ermöglicht auch präzisere und schnellere Diagnosen für Patienten. Dies spart Kosten und führt zu einem verbesserten Patientenerlebnis.

Auch auf der Herstellerseite zeigt KI ihren Mehrwert bei der Effizienzsteigerung von Prozessen. Hier wird KI eingesetzt, um Targets für die Arzneimittelentwicklung zu identifizieren, neuartige Wirkstoffe zu entwerfen und Lieferketten intelligenter und reaktionsschneller zu machen.

Durch die Pandemie rückte KI noch stärker ins Rampenlicht. So kommt KI bei der Identifikation von Impfstoff- und Medikamentenkandidaten im Rahmen der Pandemiebekämpfung zum Einsatz. Biopharmazeutische Unternehmen setzen KI ein, um virtuelle Studien durchzuführen und auch, um die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit der Lieferketten zu verbessern.



**Michael Dohrmann**

Life Sciences & Health Care Industry Lead bei Deloitte

Wir gehen davon aus, dass die Investitionen der Life Sciences Unternehmen in KI – vor allem in Forschung und Entwicklung – weiter zunehmen werden, da sie eine zentrale Rolle bei der Entwicklung neuer Produkte spielen.

Investitionen in KI brauchen allerdings Zeit, um den gewünschten Nutzen zu bringen. In unserer Umfrage in der Life Sciences-Industrie gaben 46 Prozent der Befragten an, dass sich ihre Investitionen in KI später auszahlt haben als ursprünglich erwartet.

Zudem sehen alle Akteure im Gesundheitswesen zahlreiche Herausforderungen, die mit der Implementierung von KI verbunden sind: Mangelhafte Datenqualität, isolierte Datensysteme, die Integration von KI in bestehende Systeme sowie das Risikomanagement. Ein besonderes Problem stellt das Black-Box-Phänomen dar: Die unzureichende Transparenz und Erklärbarkeit der zum Einsatz kommenden Algorithmen, insbesondere dort, wo Menschen direkt oder indirekt von KI-basierten Entscheidungen betroffen sind.

In unserer Vision der Future of Health (Zukunft des Gesundheitswesens) wird KI nicht nur die Life Sciences-Industrie verändern, sondern auch die gesamte Gesundheitsversorgung beeinflussen. KI-gestützte Präzisionsmedizin, digitale Therapeutika und klinische Diagnose- und Behandlungsunterstützung werden zu besseren Gesundheitsergebnissen führen.

Als Voraussetzungen dafür sehen wir interoperable Daten und größeres Vertrauen in KI-Systeme und deren Einsatz in der gesamten Branche. Diese Future of Health sieht vor, dass relevante Gesundheitsdaten und andere Daten zwischen Verbrauchern, Versorgern, Krankenkassen und der Industrie fließen. Dies erfordert die Zusammenarbeit aller Akteure im Gesundheitswesen.

Interoperabilität, Datenqualität und Vertrauen in die Sicherheit von Daten und Algorithmen machen KI zu einem wichtigen Motor für eine bessere Gesundheitsversorgung.

# Equitatoria

## Prävention stärken durch KI

Künstliche Intelligenz entwickelt sich mit rasanter Geschwindigkeit – auch und vor allem im Gesundheitswesen. Der Markt an digitalen medizinischen Anwendungen wächst beständig, und das trotz fehlender Rechtssicherheit auf europäischer Ebene, wie künstliche Intelligenz zukünftig ein- und umgesetzt werden darf. Die Realität bestätigt schon jetzt: Künstliche Intelligenz verbessert maßgeblich die Gesundheitsversorgung und kann Krankenkassen in ihrer aktiven Rolle bei der Versorgung und Prävention unterstützen.

Schon heute können Trainings- und Vitaldaten, medizinische Bildaufnahmen oder Medikationspläne wirkungsvoll zur Förderung der eigenen Gesundheit eingesetzt werden. Jedoch ist die präventive, anlassunabhängige Datenauswertung derzeit kritisch. Was fehlt, sind eine Stärkung der Krankenkassen als Treuhänder der hochsensiblen Gesundheitsdaten, ein zeitgemäßer Sozialdatenschutz und Vertrauen in die Mündigkeit der Versicherten. Doch ich bin überzeugt, dass sich beim Gesetzgeber die Einsicht durchsetzen wird: Anonymisierte Gesundheitsdaten und der Einsatz künstlicher Intelligenz sind für eine Verbesserung der Gesundheitsversorgung unverzichtbar, und die Versicherten sind in der Lage, selbstständig zu entscheiden, ob sie ihre Daten mit den Akteuren im Gesundheitswesen teilen und von KI-gestützten Dienstleistungen profitieren möchten.

In der Folge wird sich eine neue Form des Solidarprinzips entwickeln, in der Menschen bereit sein werden, ihre persönlichen medizinischen Daten anonymisiert zu teilen, damit Angebote und Behandlungen für sie und die Gemeinschaft weiterentwickelt werden können. Wenn Ärztinnen und Ärzte taggleich Abrechnungen und, mit Zustimmung der Patientinnen und Patienten, aktuelle Vitaldaten übermitteln und wenn sich gesund führende Versicherte auch ihre privat getrackten Vitaldaten mit ihrer Krankenkasse teilen dürfen, entsteht ein Datenschatz, der mithilfe künstlicher Intelligenz analysiert werden kann. Menschen mit einem erhöhten Gesundheitsrisiko können so frühzeitig identifiziert, angesprochen und mit den individuell für sie passenden Präventionsmaßnahmen versorgt werden. Erkrankungen werden potenziell verhindert, anstatt auf ihren Ausbruch zu warten. Werden diese Fortschritte erzielt, kann und wird künstliche Intelligenz einen unverzichtbaren Beitrag zu einer präventiven, individuellen Gesundheitsversorgung leisten.

Das ist auch, was Kunden von ihrer Krankenversicherung erwarten: personalisierte Dienstleistungen für ein gesundes Leben, die aufgrund zahlreicher intelligent verknüpften Daten ganz auf sie zugeschnitten sind. Mit dem Symptomchecker in unserer App AOK NAVIDA bietet auch die AOK PLUS ihren Versicherten schon heute ein Feature, das sie bei der Diagnostik und der Behandlung von Beschwerden unterstützt. Nutzerzentrierte Lösungen, die den Menschen einen echten Mehrwert bieten und ihnen mehr Sicherheit geben, helfen, Vertrauen in künstliche Intelligenz aufzubauen und ihr Potenzial zu erkennen.



---

**Dr. Stefan Knupfer**  
Vorstand der AOK PLUS

# Kapitel 1



# Einleitung

Das Gesundheitssystem befindet sich mitten im Wandel. Tatsächlich ereignen sich mehrere Wandlungsprozesse gleichzeitig: Die Gen- und die Biotechnologie revolutionieren die Art und Weise, wie Erkrankungen therapiert werden. Die Digitalisierung ermöglicht gänzlich neue Wege der Kommunikation zwischen Ärztinnen und Ärzten auf der einen und Patientinnen und Patienten auf der anderen Seite. Und der medizintechnische Fortschritt hat Geräte geschaffen, mit denen Erkrankungen deutlich engmaschiger und genauer überwacht werden können.

Eine Technologie, die bereits in einigen Anwendungsbereichen genutzt wird und deren Bedeutung aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren stark wachsen wird, ist die künstliche Intelligenz (KI). Systeme, die darauf basieren, führen nicht nur repetitive Aufgaben aus, die ihnen einprogrammiert wurden. Stattdessen sind sie in der Lage, aus Erfahrungen zu lernen und eigenständig Wege zu entwickeln, wie mit einem Problem umzugehen ist. Zwar können sie immer nur für die klar definierte Aufgabe eingesetzt werden, für die sie entwickelt wurden. Doch darin sind sie oft deutlich besser als die Menschen – auch weil sie Tag und Nacht einsetzbar sind, niemals müde werden und immer dasselbe Level an Qualität liefern. Als Assistenzsysteme helfen sie dem medizinischen Fachpersonal im Alltag. Schon heute können Patientinnen und Patienten an vielen Stellen mit KI-Anwendungen in Berührung kommen – zumindest dann, wenn die entsprechenden medizinischen Einrichtungen bereits solche verwenden.

Als Beispiel sei hier die „Patient Journey“, also die Krankengeschichte, einer fiktiven Patientin dargestellt:

Die Patientin fühlt sich plötzlich unwohl und beschließt, einen Termin in der Praxis auszumachen. Sie ruft im Internet eine Plattform für Terminbuchungen auf, die auf einem KI-System basiert und die sogleich einige Fragen zu ihren Symptomen stellt. Anhand der eingegebenen Informationen ermittelt das System, dass die Situation durchaus gefährlich sein kann, weswegen es dem Fall ein hohes Gewicht einräumt und ihr einen Termin am selben Vormittag anbietet. In der Praxis erfolgt eine Herzuntersuchung mit hochmodernen intelligenten Diagnosegeräten. Als sich die Ärztin die Kardiogramme anschaut, hat ihr die KI-basierte Software bereits alle Stellen mar-

kiert, an denen ein potenzielles Problem zu erkennen ist. Die Ärztin kann den Diagnosevorschlag der KI bestätigen und weist die Patientin in die Klinik ein.

Dort ergeben sich weitere Berührungspunkte mit künstlicher Intelligenz: Weil die Blutwerte nicht zu den anderen Messwerten passen und die Ärztinnen und Ärzte vor einem Rätsel stehen, lassen sie eine KI in großen internationalen Datenbanken nach Hinweisen auf ähnliche Fälle suchen, die vielleicht bereits einmal in Fachartikeln aufgegriffen worden sind. Weil die verschiedenen Arzneimittel, die der Patientin verschrieben werden, ungute Wechselwirkungen erzeugen können, gibt eine andere KI-Applikation einen Warnhinweis ab, woraufhin die Medikation umgestellt wird. Die anschließende Operation wird von einem weiteren System durchgeplant – und von einem Roboter unterstützt. Dieser hilft den Chirurginnen und Chirurgen, indem er Instrumente anreicht und einzelne Präzisionsarbeiten ausführt.

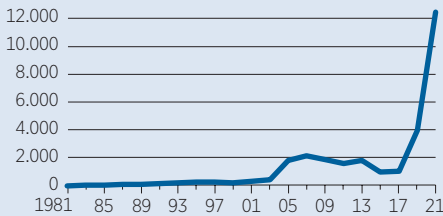
Gleich nach der Operation prognostiziert eine andere KI-Anwendung, wann die Patientin in eine Rehaklinik überstellt werden könnte. Dafür wird der Fall mit Erfahrungen aus ähnlich gearteten früheren Fällen verglichen. Daraufhin wird die Buchung eines entsprechenden Angebots in die Wege geleitet. Das Bett, in dem sich die Patientin in den folgenden Tagen erholt, ist mit einer intelligenten Sensorik ausgestattet, die das Liegeverhalten analysiert – und dem Krankenpfleger Hinweise anzeigt, wie die Patientin am besten gebettet werden sollte, damit sie sich nicht wundliegt. In der Reha wird der Patientin ein Tablet zur Verfügung gestellt, dessen intelligente Software stets alle relevanten Informationen darstellt – etwa über das Kursprogramm des Tages oder die angewandten Therapieansätze.

Nach der Reha installiert die Patientin eine intelligente App auf ihrem Handy, die Übungspläne bereithält und die korrekte Einnahme der verschriebenen Tabletten überwacht. Da die Patientin die App oft öffnet und alle Hinweise befolgt, verzichtet die App selbstständig auf strenge Warnhinweise. Gleichzeitig aber analysiert sie die Herzfrequenzdaten, die eine Smart Watch am Handgelenk misst – und zeigt an, dass vorerst alles in Ordnung ist. Weil die Patientin sich wünscht, dass ihre seltene Krankheit weiter erforscht wird, hat sie eingewilligt, dass ihre Daten anonymisiert in eine internationale Datenbank eingetragen werden.

# KI-Fachartikel

## Medizinische Fachartikel zum Thema KI

Quellen: Pubmed-Datenbank, eigene Recherchen



Längst nicht alles, was für diesen fiktiven Fall geschildert wurde, gehört bereits zur Standardausstattung von Praxen und Kliniken – und nicht alles ist bereits entwickelt. Doch mit dem heutigen Stand der Technik wäre dies durchaus möglich. Aus der Zweierbeziehung zwischen Ärztinnen und Ärzten auf der einen und Patientinnen und Patienten auf der anderen Seite wird zunehmend eine Dreiecksbeziehung, in der auch Computer und Software eine immer größere Rolle spielen.

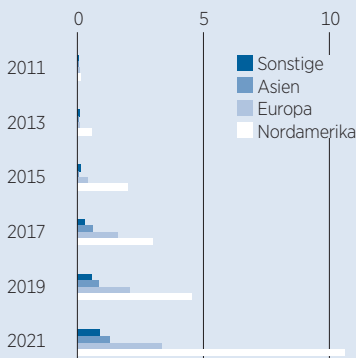
Nicht zuletzt wird neue Technologie auch für die wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland und anderswo eine große Rolle spielen. Viele sehen in der KI eine neue Leittechnologie des 21. Jahrhunderts. Die Medizin ist zwar nur ein Gebiet, wo intelligente Systeme eingesetzt werden, doch sie ist kein unwichtiges. Sollten KI-basierte Anwendungen tatsächlich schnell und flächendeckend im Gesundheitswesen etabliert werden, könnte dies – unter Umständen – zu einem preiswerteren Gesundheitssystem führen. Denn zum einen könnte die Qualität der Versorgung steigen, wodurch die Krankheitslast der Menschen im Land reduziert würde, woraufhin viele teure Behandlungen unnötig werden könnten. Und zum anderen könnten Prozesse – etwa in der Verwaltung oder im alltäglichen Praxis- bzw. Klinikmanagement – effizienter und schneller werden, was ebenfalls Ressourcen sparen könnte. Sollte es obendrein gelingen, KI-Innovationen am heimischen Standort zu entwickeln und bis zur Marktreife voranzutreiben, könnte eine starke neue Branche entstehen – mit positiven Effekten für die Volkswirtschaft.

Der vorliegende Report stellt dar, auf welche Weise der Einsatz von künstlicher Intelligenz Mehrwerte für das Gesundheitswesen schafft – und künftig schaffen kann. Er ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird erläutert, wie KI definiert ist, welche medizinischen und ökonomischen Mehrwerte die Technologie bringen kann und welche Voraussetzungen es für die Nutzung entsprechender Systeme gibt. Kapitel 3 nennt die möglichen Einsatzgebiete der KI in der Medizin – und zeichnet nach, wie der Einsatz von künstlicher Intelligenz die medizinische Forschung und Versorgung sowie die Abläufe im Gesundheitssystem verbessern kann. Kapitel 4 diskutiert ethische und regulatorische Fragen, etwa im Bereich des Datenschutzes. Ein anschließendes Fazit bildet das Schlusskapitel. Flankiert wird der Report von sechs Interviews mit Expertinnen und Experten aus dem Gesundheitsbereich.

# Risikokapitalinvestitionen

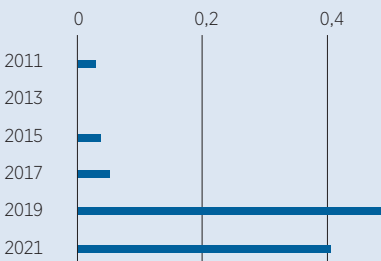
## Risikokapitalinvestitionen für KI-Startups im Gesundheitsbereich, in Mrd. US-Dollar

Quellen: Dealroom, eigene Auswertung



## Risikokapitalinvestitionen für KI-Startups im Gesundheitsbereich **in Deutschland**, in Mrd. US-Dollar,

Quellen: Dealroom, eigene Auswertung





**Kornell Adolph (li.)**  
 Programmleiter Digitalisierung  
 und Innovation, AOK PLUS

**Stefan Baßler (re.)**  
 Bereichsleiter Analytics/  
 DataScience, AOK PLUS

## Herr Adolph, Herr Baßler, wo setzen Sie bei der AOK PLUS heute schon künstliche Intelligenz ein?

**Adolph:** Tatsächlich nutzen wir schon heute KI-Anwendungen an ganz verschiedenen Stellen, unter anderem in unserer App AOK NAVIDA. Der integrierte Symptomchecker setzt KI ein, um unsere Versicherten bei der Diagnostik und Behandlung zu unterstützen. Je nach Empfehlung besteht im Anschluss die Möglichkeit der Videotelefonie. Bei internen Prozessen unterstützt uns KI auch schon sehr intensiv, zum Beispiel in der Beleglesung, wo eingehende Briefe digital verarbeitet werden. Weiterhin haben wir unserer Software selbstlernende Regelwerke für die Prüfung von Krankenhausrechnungen beigebracht, die Abrechnungen eigenständig kontrollieren. So hilft uns KI, Abrechnungsfehler zu identifizieren.

## Darf eine Krankenkasse denn mit solch einer App Daten über Beschwerden und Symptome sammeln?

**Baßler:** Der Gesetzgeber hat mit den §§ 67a ff SGB X und § 284 SGB V klare Spielregeln definiert, welche Daten eine gesetzliche Krankenkasse erheben und speichern bzw. wie sie die ihr vorliegenden Daten verwenden darf. Gleichzeitig fragen unsere Kunden nach, warum ihnen ausschließlich Dr. Google hilft und welche Antwort wir als Gesundheitskasse für sie beithalten. Zu diskutieren ist, ob das deutsche Gesundheitswesen diese strengen Regularien einfach über sich ergehen lassen muss. Genau deswegen gehen wir Kooperationen mit vertrauenswürdigen Partnern ein, die sicherstellen, dass die Datenhoheit

beim Kunden liegt und er selbst entscheidet, wofür er seine Daten teilen möchte. Die Praxis zeigt: Menschen wollen ihre Daten teilen und tun es auch, wenn dies einen Mehrwert stiftet! Und genau diese Selbstbestimmung ist unsere Überzeugung und der Mindestmaßstab für den Einsatz von KI im Gesundheitswesen. Schauen wir auf unsere Bonus-App: Da setzen wir dies heute schon um. Ihre App kennt die Anzahl der Schritte, die Sie gelaufen sind, aber die AOK PLUS weiß nur, dass Sie einen Bonus erlangt haben. Die einzelnen Trackingdaten verbleiben ausschließlich auf Ihrem Handy.

## In welchen Bereichen möchten Sie in Zukunft außerdem auf KI setzen?

**Adolph:** Viele Firmen am Markt setzen bereits KI ein und genau mit diesen Firmen wollen wir zusammenarbeiten. Dabei bleiben wir aber bei unserem Credo der Selbstbestimmung jedes Einzelnen. Wir werden noch mehr darauf setzen, unsere internen Prozesse und Strukturen zu verschlanken und am Kunden auszurichten. So lassen wir KI bereits Meldungen zur Familienversicherung prüfen und Krankheitsverläufe bewerten, um den Kunden eine optimale Unterstützung im Krankheitsfall bieten zu können. Außerdem gehört dazu, dass wir verstärkt in Richtung Fehlverhaltensbekämpfung bei Abrechnungen der Leistungserbringer investieren. Gleichzeitig setzen wir uns dafür ein, dass unsere Kunden den datengetriebenen Geschäftsmodellen von Google und Co. nicht alternativlos ausgesetzt sind und werden unser Ökosystem mit weiteren KI-gestützten Angeboten ausweiten.

# Kapitel 2

# Grundlagen

## Kategorien und Definitionen

Einen Konsens darüber, was künstliche Intelligenz genau ist und wie sie zu definieren ist, gibt es nicht. Gemeinhin wird aber angenommen, dass sich intelligente Systeme dadurch auszeichnen, dass sie bestimmte Aufgaben selbstständig ausführen, mit plötzlich auftretenden Problemen umgehen können und aus Situationen lernen bzw. Lehren ziehen können. Es geht also um die Imitation menschlichen Denkens und Handelns.

Bei der künstlichen Intelligenz wird in der Regel zwischen schwacher und starker bzw. genereller Intelligenz unterschieden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle konkreten KI-Anwendungen, die es bisher gibt, zur schwachen Intelligenz zu zählen sind. Diese Systeme sind zwar in der Lage, einzelne klar definierte Aufgaben nahezu perfekt zu erledigen und dabei auch mit spontanen Problemen kompetent umzugehen. Gleichzeitig übertreffen sie die Fähigkeiten des Menschen aufgrund ihrer enormen Rechenleistung meist um ein Vielfaches. Dennoch sind diese Systeme allein für eine einzige Aufgabe geschaffen. Eine KI-Anwendung, die computertomografische Aufnahmen mit rasender Geschwindigkeit und enormer Treffsicherheit auf Tumorzellen scannt, kann einem Menschen bei der Steuerung einer Waschmaschine nicht helfen. Zwar gibt es bereits kreative KI-Systeme, die beispielsweise Kunstwerke erschaffen oder Sinfonien komponieren. Aber auch diese sind nur für ein klar abgegrenztes, konkretes Problem entwickelt worden – und sie werden von Menschen eingesetzt, also gestartet und beendet.

Systeme mit starker KI dagegen würden sich dadurch auszeichnen, dass sie in der Lage wären, ganz unterschiedliche Fähigkeiten zu entwickeln – und selbst zu entscheiden, welcher Tätigkeit sie sich als nächstes zuwenden möchten. Hier wird bewusst im Konjunktiv formuliert, denn zumindest in den nächsten Jahrzehnten ist nicht zu erwarten, dass solche Systeme entwickelt werden können. Somit können KI-Anwendungen auch keine Ärztinnen und Ärzte ersetzen, sondern diese allenfalls entlasten und unterstützen.

Um intelligente Systeme zu schaffen, werden unterschiedliche technologische Ansätze verfolgt. Zu nennen ist hier beispielsweise das maschinelle Lernen. Entsprechende Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht nur Prozesse ausführen, die ihnen im Vorfeld in Form von deterministischen Wenn-Dann-Beziehungen vollständig einprogrammiert wurden. Stattdessen trifft der Computer – basierend auf selbst gesammelten Erfahrungswerten – auch selbstständige Entscheidungen.

Während rein reaktive Systeme heute zum selben Ergebnis kommen werden wie morgen oder übermorgen, können solche lernenden Systeme zu späteren Zeitpunkten andere – und bessere – Schlussfolgerungen ziehen. Dabei basiert die Entscheidungsfindung auf statistischen Wahrscheinlichkeitsmodellen, deren Rechenparameter auf der Auswertung jener Daten und Informationen basieren, mit denen das System zuvor trainieren konnte. Um beispielsweise Tumore entdecken zu können, müssen der KI tausende Bilder gezeigt werden, auf denen Tumore markiert sind.

Neben diesem sogenannten überwachten Lernen gibt es auch das unüberwachte Lernen, bei dem es dem KI-System selbst überlassen wird, die Trainingsdaten zu Kategorien zu ordnen oder Regeln für Zusammenhänge zu erkennen. Dieser Ansatz eignet sich gut für die Forschung. Meist können die Parameter eines KI-Modells umso besser justiert werden, je mehr Trainingsdaten zur Verfügung stehen – und je vielfältiger und variantenreicher die Informationen sind.

Eine komplexere Kategorie der KI stellen die künstlichen neuronalen Netze bzw. die Deep Learning-Ansätze dar. Diese simulieren die Funktionsweise des menschlichen Gehirns. Die Neuronen werden dabei durch intelligente Algorithmen nachgebaut, deren Verbindungen Informationen aufnehmen, verarbeiten und ausspielen können. Anhand von Trainingsdaten versucht das System, die Art und Weise zu optimieren, wie Daten von einem Neuron zum nächsten weitergegeben werden.

Wenn das KI-System beispielsweise die Aufgabe hat, auf Fotos bestimmte Gegenstände zu erkennen und korrekt zu benennen, geht es hier darum, ob und wie Informationen über die Farbe oder die Form weitergegeben sind – also ob sie einen Impuls verstärken oder abschwächen. Dazu werden Gewichtungen und Wahrscheinlichkeiten berechnet, die mit der Zeit immer weiter verfeinert werden – auch, indem dieselben Analysen mehrmals wiederholt werden.

Bei den unterschiedlichen KI-Kategorien ist zu beachten, dass diese in der Literatur nicht immer einheitlich definiert werden. Mit denselben Begriffen werden also mitunter unterschiedliche Konzepte beschrieben. Hinzu kommt, dass sich die Bereiche der künstlichen Intelligenz nicht nur je nach verwendeter Technologie unterscheiden, sondern auch nach Aufgabe. Sogenannte wissensbasierte Systeme beispielsweise helfen dabei, Wissen aufzubereiten, dar-

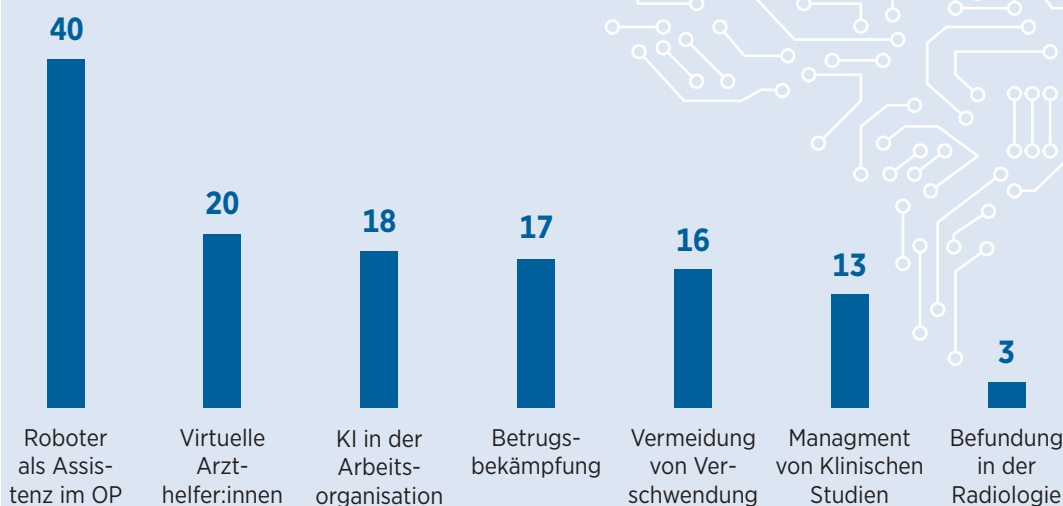
zustellen und anzuwenden – und werden etwa für Chat-Bots eingesetzt. Diese finden im Gesundheitsbereich bereits Anwendung, zum Beispiel um Symptome zu erfassen und Empfehlungen für die folgende Behandlung abzuleiten.

Für die Medizin sind darüber hinaus auch Systeme der Mustererkennung von großer Bedeutung, etwa wenn es darum geht, bösartige Tumorzellen auf tomografischen Bildern zu erkennen oder Sprachaufzeichnungen auf Hinweise für eine beginnende Demenz zu untersuchen. Auch intelligente Vorhersagemodelle sind für die Medizin von Relevanz, beispielsweise wenn die Heilungsdauer einer Erkrankung prognostiziert und darauf aufbauend RehaMaßnahmen geplant werden sollen. Und nicht zuletzt spielt auch die Robotik eine zunehmende Rolle – in der Pflege, bei der Logistik und sogar im Operationssaal.

## Marktwert von KI-Innovationen

Künftiger Marktwert von KI-Innovationen im Gesundheitsbereich, in Mrd. US-Dollar, im Jahr 2026, Schätzung

Quelle: datameer.com



---

## Mögliche Mehrwerte

Die Hoffnungen, die in die Nutzung von künstlicher Intelligenz im Gesundheitsbereich gesetzt werden, sind enorm. Maschinen können aufgrund ihrer Rechenleistung unermüdlich enorme Datenmengen verarbeiten, Menschen dagegen können kontextual und sozial denken. Wenn es gelingt, beide Arten von Intelligenz schlau miteinander zu kombinieren, ergibt sich ein großes Potenzial für die Zukunft. Tatsächlich darf erwartet werden, dass durch den Einsatz von KI-Systemen in der medizinischen Forschung, Verwaltung und Versorgung beachtliche Mehrwerte realisiert werden können – weil Zeit gespart wird, weil die Qualität der Arbeit erhöht wird und möglicherweise auch, weil Finanzmittel effizienter eingesetzt werden können.

Wenn beispielsweise medizinische Fachkräfte im Alltag durch intelligente Soft- und Hardware von Verwaltungsarbeit entlastet werden, schafft ihnen dies zeitliche Freiräume für andere Tätigkeiten. Die Verdichtung der Arbeit in der Gesundheitsversorgung, aber auch der Fachkräftemangel haben die Arbeitsbelastung vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den zurückliegenden Jahren erhöht. Dadurch blieb immer weniger Zeit für die individuelle Betreuung der einzelnen Patientinnen und Patienten. Wenn diese künftig wieder stärker möglich ist, weil Fachkräfte von Seiten der Technik entlastet werden, kann dies die Qualität der Versorgung maßgeblich erhöhen. Beim Kümern können Maschinen den Menschen zwar nicht ersetzen, beim Verwalten aber schon. Schätzungen zeigen, dass Arzthelferinnen und -helfer von intelligenten Systemen um rund ein Drittel ihrer Arbeitszeit entlastet werden könnten. In zahnärztlichen Praxen beträgt die mögliche Ersparnis rund ein Viertel.

Mehrwerte sind auch im Bereich der Diagnose zu erwarten: Eine radiologische Praxis wird pro Tag mehr Befunde schaffen, wenn die Ärztinnen und Ärzte von intelligenter Technik unterstützt werden. Gleichzeitig besteht die berechtigte Hoffnung, dass die Treffsicherheit der Befunde steigt, wenn Menschen und Maschinen zusammenarbeiten. Dies jedenfalls legen internationale Studien nahe.

Nicht zuletzt können intelligente Hilfssysteme auch den Fortschritt in der Forschung beschleunigen: Moderne, tiefgehende Datenanalysen bringen neue Zusammenhänge ans Licht – darüber, wie Arzneien

wirken, wie Organismen reagieren oder wie sich Erkrankungen entwickeln. In der Pharmaforschung kann die Menge an Wirkstoffkandidaten, die pro Tag geprüft werden können, stark gesteigert werden, wenn intelligente Systeme bei der Simulation helfen. Ebenso können Erkenntnisse darüber gesammelt werden, nach welchen Wirkmechanismen Krankheiten funktionieren und wie diese unterbrochen werden können. Dementsprechend groß ist die Hoffnung, dass KI-Anwendungen dabei helfen können, Epidemien und Pandemien zu besiegen und bisher als unheilbar geltende Krankheiten zu heilbaren zu machen.

Ferner ist zu erwarten, dass durch diese Innovationen auch ökonomische Vorteile entstehen – für alle Beteiligten genauso wie für das Gesundheitssystem insgesamt. Wenn Zeit gewonnen wird, Personal gezielter eingesetzt werden kann, Diagnosen treffsicherer und Therapien zielgenauer werden, kann dies Geld sparen – oder zumindest den Anstieg der Gesundheitskosten begrenzen, der durch den medizinischen Fortschritt und den demografischen Wandel entsteht. Sollten Erkrankungen darüber hinaus künftig mit Hilfe von intelligenten Systemen früher erkannt werden, dürfte dies die Heilungschancen erhöhen und Folgekosten reduzieren. Schließlich wären dann unter Umständen keine großen Eingriffe oder umfassenden Therapien mehr notwendig. Dies würde den Menschen Leid ersparen und die Finanzen des Gesundheitssystems entlasten.

Mehrwerte entstehen natürlich auch bei jenen, die die Anwendungen entwickeln. Prognosen gehen davon aus, dass die globalen Umsätze mit medizinischen KI-Produkten in den kommenden Jahren enorm steigen werden – von einem einstelligen Milliardenvolumen heute auf ein dreistelliges im Jahr 2030, jeweils in US-Dollar berechnet. Dabei gehen die Schätzungen davon aus, dass die jährlichen Zuwachsraten bei einem Drittel und mehr liegen könnten. Ein Anzeichen für den kommerziellen KI-Boom ist die Zahl der Patente für medizinische KI-Anwendungen. Tatsächlich gab es zuletzt von Jahr zu Jahr mehr und mehr Anmeldungen.

Auch in Deutschland dürfte KI in der Medizin künftig eine immer größere Rolle spielen. Das Potenzial für weiteres Wachstum ist jedenfalls vorhanden: Zwar werden in einigen Praxen, Kliniken, Versicherungen und Krankenkassen bereits KI-Anwendungen im Alltag genutzt. Doch bisher ist die Marktdurchdringung

## Deutsche KI-Startups nach Branchen, in Prozent, 2020

Quelle: Bundesverband Deutsche Startups



**16** Gesundheit und Pharma



**14** Transport und Mobilität



**11** Verarbeitendes Gewerbe



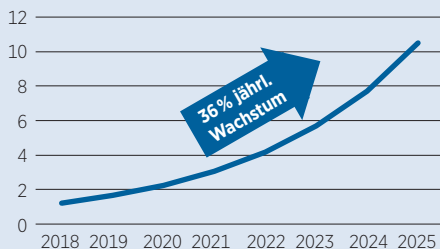
**11** Handel und Einzelhandel



**9** Finanzen und Versicherungen

## Globale Datenmengen im Gesundheitsbereich, in Zetabytes, Prognose

Quelle: IDC



eher gering. Im Kliniksektor sind einige große Universitätskrankenhäuser und private Klinikverbünde bereits recht weit bei der Nutzung von KI-Systemen, während viele kleinere Häuser noch gar nicht damit begonnen haben.

Wie so oft, wenn sich neue Technologien etablieren, werden die Innovationen nicht nur von großen etablierten Konzernen geschaffen, sondern auch von kleinen jungen Unternehmen. Wie groß die Erwartungen hier sind, lässt sich an der Menge an Wagniskapital ablesen, die in KI-Startups aus dem Gesundheitsbereich investiert wird. Eine Auswertung der Unternehmensdatenbank Dealroom zeigt einen massiven Anstieg dieser Summen in den zurückliegenden Jahren. So wurden im Jahr 2021 weltweit mehr als elf Milliarden US-Dollar in solche Startups investiert. Der Gesamtwert stieg damit erstmals auf einen zweistelligen Milliardenbetrag.

Den Boom der KI verdeutlicht auch ein Blick auf die wertvollsten Jungunternehmen der Welt: So stiegen im Jahr 2021 insgesamt 24 Unternehmen aus dem Gesundheitssektor, die an KI-Anwendungen arbeiten, in den Rang eines Einhorns auf. Dies bedeutet, dass ihr Firmenwert auf mehr als eine Milliarde US-Dollar geschätzt wird. Zuvor hatte die Zahl der neuen Einhörner pro Jahr bei maximal acht gelegen.

Betrachtet man allein den deutschen Standort, so lässt sich ebenfalls ein stark wachsendes Interesse an jungen Unternehmen erkennen. Tatsächlich stellt keine Branche hierzulande so viele KI-Startups wie die Gesundheitsbranche. Allerdings sind die investierten Summen an Wagniskapital – im Vergleich etwa zu den Vereinigten Staaten – bisher noch recht klein.

## Voraussetzungen für die Nutzung

Gemeinhin werden drei Voraussetzungen genannt, die notwendig sind, damit sich KI-Anwendungen in der Medizin flächendeckend durchsetzen können: Zum Ersten gute Modelle – also Algorithmen beziehungsweise künstliche neuronale Netze. Zum Zweiten ausreichend Rechenkraft, um die vielen Millionen Rechenschritte auch wirklich schnell abarbeiten zu können. Und zum Dritten gute und ausreichende Daten zum Trainieren der Systeme. Tatsächlich wurden in allen drei Bereichen zuletzt enorme Fortschritte erzielt.



Obwohl die theoretischen Grundlagen der intelligenten Systeme schon seit einigen Jahrzehnten vorangetrieben werden, waren die Rechenleistungen der einsetzbaren Computer lange zu gering für solche Aufgaben. Zwar waren schon größere Regressionsanalysen möglich, die den Einfluss einzelner Werte auf eine Zielvariable ausrechnen. Für komplexe, tiefgehende Analysen mit Milliarden von Datenpunkten allerdings reichten Rechenkraft und Speicherplatz noch nicht aus. Während die Software also bereits entwickelt war, fehlte es noch an ausreichender Hardware.

Dies ändert sich inzwischen in rasantem Tempo: Zum einen wachsen die globalen Speicherkapazitäten in den Datenclouds. Diese werden benötigt, um Daten aus verschiedenen Quellen zu verknüpfen und kollaborativ auszuwerten. Tatsächlich wird für den weltweit verfügbaren Speicherplatz eine Wachstumsrate von rund einem Drittel pro Jahr angenommen. Zum anderen wachsen die Rechenkapazitäten stark an. Vor allem die Fortschritte im Bereich der Grafikprozessoren sind hier hilfreich – etwa, wenn es um die Mustererkennung geht, die besonders im medizinischen Bereich für viele Anwendungen relevant ist.

Eine zentrale Herausforderung bleibt jedoch die begrenzte Verfügbarkeit von guten Datensätzen, mit Hilfe derer die Systeme trainiert werden können. Dies gilt besonders für Deutschland – und kann auch zum kommerziellen Problem für den Standort werden, da auf diese Weise möglicherweise verhindert wird, dass Innovationen vor Ort entstehen.

Um KI-Anwendungen trainieren und justieren zu können, werden Rohdaten in großer Fülle und Breite benötigt – also von möglichst vielen Fällen, von möglichst vielen Zeitpunkten und in möglichst großer Detailtiefe. Solche Trainingsdatensätze zu bekommen, ist allerdings eine Herausforderung. Schließlich liegen viele medizinische Daten hierzulande – aufgrund der eher träge verlaufenden Digitalisierung – noch nicht in maschinenlesbarer Form vor.

So werden einige Daten noch gänzlich analog aufbewahrt. Sie wurden per Hand auf Karteikarten geschrieben, auf Tonband aufgenommen oder als Fotos entwickelt. Andere Daten werden zwar schon digital festgehalten, aber eben noch nicht so, dass sie direkt mit statistischen Anwendungen ausgewertet werden können. Informationen in Textform, die als PDF-Datei gespeichert werden, müssen beispielsweise erst umständlich mit Texterkennungsprogram-

men ausgelesen und anschließend in Datenbankvariablen umcodiert werden. Das ist aufwändig und anfällig für Fehler.

Ein weiteres Problem ist die – meist als Silohaltung bezeichnete – dezentrale Lagerung von medizinischen Daten in Deutschland. Datensätze von Praxen, Kliniken und Versicherungen virtuell miteinander zu verbinden, ist zwar denkbar, in der Praxis aber nicht immer umsetzbar – weil viele Akteurinnen und Akteure dies nicht möchten, weil der strenge Datenschutz hohe Hürden geschaffen hat oder weil bestehende Standards nicht stringent umgesetzt werden.

Doch KI-Anwendungen können nur so gut sein wie die Rohdaten, mit denen sie trainiert werden. Die Modelle mögen noch so schlau programmiert und die Rechenleistungen noch so hoch sein – wenn Übungsmaterial fehlt, kann ein KI-System nicht optimal justiert werden. Auch damit Verzerrungen und Diskriminierungen vermieden werden, muss die Menge an Trainingsdaten groß und vielfältig sein.

Eine Möglichkeit, einen Mangel an brauchbaren Trainingsdaten zu beheben, ist die Nutzung synthetisch erzeugter Datensätze. Wenn eine KI beispielsweise lernen soll, bösartige Hautveränderungen auf Fotos zu erkennen, können solche Bilder auch maschinell hergestellt werden – in vielen Fällen dann ebenfalls mit Hilfe einer KI. So wie Baron Münchhausen sich am eigenen Schopf aus dem Sumpf gezogen hat, können sich Entwicklerinnen und Entwickler auf diese Weise selbst helfen. Allerdings ist auch diese Strategie anfällig für Verzerrungen: Wenn die Bilder erzeugende KI unbemerkt einzelne Merkmale übergewichtet und andere weglässt, kann auch die Bilder analysierende KI keine neutralen Ergebnisse liefern. Insofern muss auch die intelligente Bildergenerierung mit Daten trainiert werden, die ein breites Abbild der relevanten Population darstellen. Dennoch sind synthetische Daten ein gangbarer Weg, um KI-Anwendungen zu schärfen, wenn die vorhandene Menge an Trainingsdaten eigentlich zu klein ist.



**Susanne Uhlmann (li.)**  
Partnerin mit Arbeitsschwerpunkt  
Life Sciences-Industrie, Deloitte



**Ibo Teuber (re.)**  
Partner mit Arbeitsschwerpunkt  
Health Care-Branche, Deloitte

---

## **Frau Uhlmann, Herr Teuber, wie verläuft die Einführung von KI im Gesundheitssystem? Kann man von einer regelrechten Revolution sprechen?**

**Teuber:** Künstliche Intelligenz wird mehr und mehr genutzt, ja. Und es besteht definitiv das Potenzial für ein exponentielles Wachstum der KI-Technologie. Aber für einen richtigen Kickstart gibt es einfach noch zu viele Hürden. Zum einen fehlen in vielen Einrichtungen noch immer die nötigen IT-Kapazitäten. Zum anderen bleibt die Datenverfügbarkeit das zentrale Problem. Um KI-Systeme zu trainieren, werden gute und vor allem strukturierte Daten gebraucht – und viele Daten. Am besten wären hier zusammenhängende Datenpunkte aus der gesamten Krankengeschichte der Patientinnen und Patienten. Doch gerade in Deutschland liegen solche Informationen meist verstreut in verschiedenen Silos und können nicht verknüpft werden.

Auch der Datenschutz – den wir unbedingt brauchen – ist oft noch unnötig komplex: Manchmal dürfen Daten selbst dann nicht in der Cloud gespeichert werden, wenn sie vollständig anonymisiert sind. Ohne Cloud aber kann es keine KI-Revolution geben. Immerhin: Viele Regularien werden jetzt nach und nach entschlackt. Dabei geht es nicht darum, Schutzstandards abzuschwächen, sondern darum, die Vorgaben praktikabler zu machen.

---

## **Stellt sich die Situation in der Industrie anders dar?**

**Uhlmann:** In der Industrie gibt es inzwischen viele Bereiche, in denen künstliche Intelligenz verwendet wird. Oft geht es dabei um die Optimierung von Prozessen: In der biopharmazeutischen Produktion beispielsweise können durch Machine Learning und RPA manuelle Kontrollen reduziert und Qualitätskontrollen in Echtzeit durchgeführt werden.

Oder nehmen wir die Arzneimittelsicherheit: Hier hilft KI, das stetig wachsende Volumen von Daten zu bewältigen. Die Lösungen nutzen ML und NLP, um die Erfassung und Klassifizierung von Verdachtsfällen auf Nebenwirkungen zu beschleunigen, indem nur relevante Verdachtsfälle an Expertinnen und Experten zur gezielten Bewertung weitergegeben werden und diese Fachkräfte somit von Routineaufgaben entlastet werden.

Die größten Vorteile bringt KI aber wohl für die pharmazeutische Forschung: Diese ist im Pharmabereich in den letzten Jahren immer aufwändiger geworden, sodass die forschenden Unternehmen händeringend nach Möglichkeiten suchen, Kosten und Zeit zu reduzieren. Auch hier hilft KI: Mit ihrer Hilfe möchte man deutlich schneller Zielmoleküle identifizieren, designen und mit Hilfe von Computer-Simulationen testen.

KI-Systeme können auch dabei helfen, lebensrettende Medikamente schnell zu Patientinnen und Patienten zu bringen. Klinische Tests werden durch die Digitalisierung der aufwändigen Prozesse schneller und die weltweite Suche und Ansprache von geeigneten Probandinnen und Probanden wird durch Automatisierung einfacher. Ein verbesserter Zugang zu bisher unterrepräsentierten Populationen wird zudem die oft mangelnde Diversität der Teilnehmerinnen und Teilnehmer verbessern. Voraussetzung ist allerdings auch hier die Qualität der Daten.

---

### **Wird der Markt für KI-Innovationen ein Tummelfeld für Startups bleiben – oder werden die alt-eingesessenen Konzerne bald alles dominieren?**

**Teuber:** Der Aufstieg der künstlichen Intelligenz wirbelt die Machtstrukturen im Softwarebereich durcheinander. Die Hersteller von Krankenhausinformationssystemen beispielsweise – also jener Software, mit der der Klinikalltag organisiert wird – sehe ich als gefährdet an. Früher wollten die Krankenhäuser Komplettangebote von einem einzigen Anbieter, doch heute möchten sie sich ihre Software gerne aus verschiedenen Angeboten zusammenbauen – auch mit Hilfe von Startups. Auf der anderen Seite drängen die großen Technologiekonzerne aus den USA in den Markt. Diese haben bereits Kliniken und Praxisketten übernommen – und besitzen somit enorm viele Daten, was ihnen im KI-Bereich Vorteile verschafft.

**Uhlmann:** Im Pharma-, Biotech- und Medizintechnik-Umfeld sind es tatsächlich die Startups, die die KI-Lösungen schneller entwickeln. Sie sind wie Schnellboote wendiger als die großen Tanker. Es gibt allerdings kaum ein großes Unternehmen, das nicht signifikante Summen in den Aufbau von KI-Technologien und -Fähigkeiten investiert. Und da sich KI von einem Nice-to-have zu einem Must-have entwickelt, schaffen diese Unternehmen Allianzen – zum Beispiel mit Startups – und Ökosysteme, um auf KI-Fähigkeiten zuzugreifen oder diese aufzubauen.

# Kapitel 3

## Anwendungsbereiche

Intelligente Hilfssysteme, die auf künstlicher Intelligenz basieren, können das Gesundheitswesen in vielen Bereichen und Dimensionen voranbringen. Sie sind in der Lage, Prozesse verschiedenster Art schneller – und oft auch besser sowie kostengünstiger zu machen. In der Praxis lässt sich erkennen, dass die Einrichtungen des Gesundheitswesens nach und nach – und Bereich für Bereich – KI-Anwendungen einsetzen. Es lässt sich also ein kontinuierlicher Prozess der Markteinführung beobachten. Die Vielfalt an Produkten und Anbietern ist dabei groß. Dass Komplettsysteme aus einer Hand angeboten werden, ist bisher kaum der Fall.

Die KI-Entwicklungen für den Gesundheitsbereich befinden sich in verschiedenen Stadien der Reife. Viele Ideen sind so komplex, dass sie erst in mittelferner Zukunft umsetzbar sein werden. Anderes ist bereits denkbar, wurde aber noch nicht bis zur Marktreife fortentwickelt. Viele weitere Anwendungen sind heute schon im Einsatz, aber längst noch nicht flächendeckend. Diese letztgenannte Kategorie soll der Schwerpunkt dieses Kapitels sein.

Dass sich eine Anwendung bereits überall in einem Land durchgesetzt hat – dass sie also zur Standardausstattung von Fachpraxen oder -kliniken gehört –, ist bisher noch die Ausnahme. Dies gilt selbst für technologisch besonders fortgeschrittene Gesundheitssysteme wie etwa die in den Vereinigten Staaten, den nordischen Ländern oder in Israel.

---

## Medizinische Forschung

In der medizinischen Forschung gibt es vielfältige Nutzungsmöglichkeiten für künstliche Intelligenz – beispielsweise, wenn neue pharmazeutische Wirkstoffe entwickelt oder neue Erkenntnisse über die Wirkungsweise von Krankheiten gewonnen werden sollen. Die Fortschritte im Bereich KI sind dabei eng verknüpft mit der sogenannten Big-Data-Analyse. Dabei geht es darum, in riesigen Datenbanken nach statistisch eindeutigen Zusammenhängen zu suchen – ein weiterer Ansatz, der durch die Leistungssteigerungen im Bereich der Computertechnik möglich geworden ist.

Wird bei der Big-Data-Analyse obendrein eine künstliche Intelligenz eingesetzt, kann die Zahl der getesteten Hypothesen deutlich erhöht werden. Der Computer führt dann nicht nur Suchen aus, mit denen ihn die Forscherinnen und Forscher explizit beauftragt haben, sondern er prüft breiter und zum Teil aus eigenem Antrieb. Auf diese Weise lässt sich die Wahrscheinlichkeit für Zufallstreffer erhöhen. Diese haben in der Geschichte der Medizin schon oft eine Rolle gespielt – so etwa bei der Entwicklung der Antibiotika.

In der Grundlagenforschung sind Medizinerinnen und Mediziner stets auf der Suche nach neuen Erkenntnissen über Zusammenhänge und Wirkmechanismen. Im Bereich der Onkologie beispielsweise ist es in den zurückliegenden Jahren gelungen, unterschiedliche Subtypen und Variationen von Krebsarten mit Hilfe von genetischen und molekularbiologischen Untersuchungen zu identifizieren – und darauf aufbauend spezialisierte Therapien zu entwickeln. Im gleichen Maße wichtig ist die Forschung über Biomarker – also die Suche nach Molekülen im Körper, die klare Hinweise auf Krebserkrankungen geben oder darauf, welche Therapien am ehesten eingesetzt werden sollten. Ziel der Forschung ist es, Krebserkrankungen früher und treffsicherer zu diagnostizieren sowie passendere Therapien zu entwickeln, die besser wirken und weniger Nebenwirkungen haben als herkömmliche Chemo- oder Strahlentherapien.

Die Pharmawirtschaft profitiert ebenfalls auf vielfältige Weise von den Möglichkeiten, die eine KI-gestützte Forschung birgt. Während früher alle Schritte real im Labor ausgeführt wurden, wenn neue Wirkstoffkandidaten zu testen waren, setzt die Forschung heute verstärkt auf Simulationen. Dies erhöht das Tempo und spart Ressourcen.

Die Entwicklung neuer Arzneimittel ist für die Pharmaindustrie in den zurückliegenden Jahren immer teurer geworden – auch wegen der strengen Anforderungen, die erfüllt werden müssen, um die Wirksamkeit und Verträglichkeit der Präparate zu belegen. Vor allem die Organisation von klinischen Studien, bei denen neue Arzneien unter strengen Laborbedingungen getestet werden, ist teuer geworden. Aus diesem Grund setzt die Industrie an verschiedenen Stellen im Prozess auf KI-Systeme: Diese können beispielsweise dabei helfen, internationale Datenbanken nach geeigneten Probandinnen

und Probanden zu durchsuchen, die aufgrund ihrer Merkmale für einen Arzneimitteltest in Frage kommen. Tatsächlich ist die Rekrutierung ein entscheidender Kostenfaktor – besonders dann, wenn nur ein sehr kleiner Teil der Bevölkerung in Frage kommt. Gleichzeitig können KI-Systeme die Studien in Echtzeit überwachen – und zum Beispiel Warnungen abgeben, wenn es Anzeichen dafür gibt, dass diese ergebnislos zu bleiben drohen. In diesem Fall können die Tests abgebrochen und Gelder gespart werden.

Ein weiterer Trend, der durch die Nutzung von KI beschleunigt werden kann, ist das Zurückgreifen auf Daten aus dem medizinischen Alltag, also auf sogenannte Real-World-Evidence. Dieses Vorgehen kann Unzulänglichkeiten der klinischen Studien ausgleichen. So finden klinische Tests neuer Arzneien zwar streng kontrolliert statt, sodass saubere und vollständige Datensätze entstehen, die mit einfachen statistischen Verfahren auf kausale Zusammenhänge getestet werden können. Gleichzeitig jedoch bleibt die Fallzahl klein, was die statistische Eindeutigkeit begrenzt. Darüber hinaus werden meist nur gesunde junge Menschen zum Test eingeladen, sodass unklar bleibt, inwiefern die Ergebnisse auch für andere Bevölkerungsgruppen gültig sind.

Werden nun aber auch Daten aus dem realen Alltag genutzt – wie sie beispielsweise in Praxen oder Kliniken anfallen –, so können die Erkenntnisse aus den klinischen Studien mitunter verbreitert werden. Da Real-World-Evidence meist unvollständig ist und nicht unter kontrollierten Bedingungen erhoben wird, sind kausale Aussagen allerdings nur möglich, wenn sehr große Datensätze und komplexe statistische Verfahren genutzt werden. Auch bei der Suche solcher Zusammenhänge kann künstliche Intelligenz helfen.

Bei seltenen Krankheiten sind KI-gestützte Tests auf Basis von Real-World-Evidence oft sogar der einzig gangbare Weg, um überhaupt kausale Erkenntnisse über Wirkzusammenhänge zu gewinnen. Wenn nur sehr wenige Menschen überhaupt an einer Krankheit leiden, kann kaum eine ausreichende Zahl von ihnen für klinische Tests unter Laborbedingungen rekrutiert werden. In diesem Fall ist es denkbar, auf eine Kontrollgruppe von Testpersonen, die statt der Arznei ein Placebo bekommen, zu verzichten und stattdessen auf Alltagsdaten zurückzugreifen.

Für Forscherinnen und Forscher an den Universitätskliniken oder in den Pharmaunternehmen, die medizinische Daten von Patientinnen und Patienten analysieren möchten, ist auch die Einhaltung der Datenschutzregularien stets eine große Herausforderung. Oft dürfen – wenn überhaupt – nur pseudonymisierte oder anonymisierte Daten verwendet werden. Da durch die Anonymisierung jedoch die Möglichkeit fehlt, Daten von derselben Person aus verschiedenen Quellen miteinander zu verknüpfen, sind solche Datensätze weniger nützlich.

Eine Alternative können synthetische Daten sein, die auf echten basieren. Dabei wird mit Hilfe von künstlicher Intelligenz ein neuer Datensatz erzeugt, der grundsätzlich dieselben statistischen Eigenschaften hat wie sein Pendant aus der realen Welt – in dem die Variablen und Werte also in derselben Beziehung zueinander stehen wie im Ausgangsdatsatz. Trotzdem sind die Daten so sehr abgewandelt, dass eine nachträgliche Identifizierung einzelner Personen technisch unmöglich ist. Da die Prozesse der Erstellung und die der Nutzung voneinander getrennt werden – und die Daten obendrein nur unter strenger Aufsicht ausgewertet werden dürfen, bleibt der Datenschutz gewahrt, obwohl Daten im ersten Schritt miteinander verknüpft wurden. Ob dieser Weg tatsächlich ohne Verzerrungen und Erkenntnisverluste auskommen kann, ist noch umstritten.

---

## Gesundheitsversorgung

Im Alltag der medizinischen Versorgung, also im Alltag der Kliniken und Praxen, spielt KI ebenfalls eine wachsende Rolle. Die Einsatzmöglichkeiten sind dabei sehr vielfältig – und reichen von der Prävention über die Diagnose und Therapie bis hin zur Überwachung von Krankheitsverläufen. KI-gestützte Systeme können den Fachkräften bei der Arbeit assistieren, den Patientinnen und Patienten helfen oder Werte aufzeichnen und analysieren.

Einen zentralen Anwendungsbereich stellt die Diagnostik dar. Wenn es darum geht, Muster auf Bildern zu erkennen oder Zusammenhänge in großen Datensätzen zu finden, sind Maschinen den Menschen weit überlegen. Schließlich arbeiten sie genauer, schneller und stabiler. Insofern liegt es nahe, hier auf die Dienste von KI-Systemen zurückzugreifen.

## Dr. Franz Pfister

Arzt und CEO,  
deepc



### **Herr Pfister, kaum ein medizinischer Fachbereich ist schon so weit bei der Nutzung künstlicher Intelligenz wie die Radiologie. Woran liegt das?**

Das hat verschiedene Gründe. Zum einen geht es in der Radiologie ja darum, auf Röntgenbildern oder auch tomografischen Aufnahmen bestimmte Befunde zu erkennen – Tumore beispielsweise, Blutungen oder Frakturen. Genau so etwas kann künstliche Intelligenz besonders gut. Man zeigt ihr tausende Bilder von kranken und von gesunden Beispielen und sie lernt, die Unterschiede zu erkennen. Ein anderer Grund ist die frühe Digitalisierung des Bereichs: In der Radiologie gibt es schon seit einigen Jahrzehnten ein digitales Standardformat, mit dem man die Bilder strukturiert speichert. Auch die Befunde liegen digital vor. Dadurch existieren Millionen von maschinenlesbaren Rohdaten, mit denen intelligente Systeme trainiert werden können. Ein letzter Grund: Radiologinnen und Radiologen gelten schon immer als besonders innovationsfreundlich.

### **Ihr Unternehmen bietet eine Software-Plattform für Kliniken und Praxen an, mit der weltweit führende KI-Anwendungen für radiologische Untersuchungen genutzt werden können. Wird das Diagnostizieren dadurch nur schneller – oder auch besser?**

Dass man mit Hilfe von KI schneller wird, ist sicherlich einer von vielen Vorteilen. Für das Zählen von MS-Läsionen oder das Messen des Hirnvolumens brauchen auch Ärzte lange und ermüden mit der Zeit. Eine Maschine dagegen ist schnell und 24/7 leistungsfähig. Inzwischen ist aber auch durch internationale Studien belegt, dass die Gesamtqualität der Befunde zunimmt, wenn Mensch und Maschine zusammen-

arbeiten. Zwei Paar Augen sehen eben mehr als eines, das gilt auch hier. Und wir haben einfach unterschiedliche Fähigkeiten, die sich gut ergänzen: Die KI kann besser Muster erkennen, wir Menschen dagegen können besser kontextuell denken. Um es einfacher auszudrücken: Die Maschine stellt fest, dass eine Auffälligkeit vorliegt. Aber worum es sich im Detail handelt oder was daraus folgt, das können Menschen besser beurteilen. Ist eine Operation notwendig? Oder eine Folgeuntersuchung? Oder ist der Befund vielleicht zu klein oder irrelevant, um behandelt werden zu müssen? Darüber hinaus können intelligente Systeme als Sicherheitssystem fungieren: Wenn in der Hektik einer Notaufnahme etwas übersehen wird, können sie Warnsignale geben.

### **Wenn eine Klinik ihre Plattform nutzt, um radiologische Aufnahmen zu analysieren, lernen die KI-Systeme dann auch mithilfe dieser neuen Fälle?**

Nein, das tun sie in diesem Fall nicht, denn medizinische Patientendaten müssen ja geschützt werden. Die KI-Anwendungen sind fertige – und zertifizierte – Produkte, die vorher mit Hilfe von echten Daten trainiert wurden. Aber es gibt natürlich regelmäßig Updates dieser Anwendungen, für die die Systeme in der Zwischenzeit weiter trainiert werden. Dafür werden allerdings selten Daten aus dem deutschen Klinik- und Praxisalltag verwendet, denn hier ist der Datenschutz sehr streng. Auch wenn die Analysen standardmäßig auf pseudonymisierten Daten bei uns in der Cloud durchgeführt werden, löschen wir die prozessierten Bilder nach der Verarbeitung auf unseren Servern gleich wieder. In anderen Ländern wird der Datenschutz anders gehandhabt. Solange alle anderen Rahmenbedingungen eingehalten werden, sind dort auch lernende KI-Systeme in nicht allzu ferner Zukunft durchaus vorstellbar.

Besonders ausgereift ist die Technologie bereits im radiologischen Bereich. Intelligente Systeme sind in der Lage, auf Röntgenaufnahmen oder tomografischen Bildern problematische Stellen zu entdecken – beispielsweise Tumore oder Brüche. Sie schlagen den Ärztinnen und Ärzten dann Diagnosen vor, die diese aber noch bestätigen oder verwerfen müssen.

Bei der Entwicklung der Diagnoseanwendungen profitierten die Entwicklerinnen und Entwickler davon, dass radiologische Bilder schon seit vielen Jahren in strukturierte Rohdaten transferiert und somit maschinenlesbar gespeichert werden. Internationale Vergleichsstudien konnten zuletzt Belege dafür liefern, dass das Diagnostizieren durch den Einsatz künstlicher Intelligenz nicht nur schneller wird, sondern auch treffsicherer.

Im kardiologischen Bereich existieren ebenfalls fortgeschrittene Diagnose-Anwendungen auf KI-Basis. Sie sparen den Fachärztinnen und Fachärzten viel Zeit, weil sie Kardiogramme bzw. andere Messwerte vorschannen und verdächtige Stellen markieren. Auf diese Weise kann die Durchsicht kompletter Kurven entfallen. Die Kardiologie profitiert dabei auch von den Fortschritten im medizintechnischen Bereich: Viele Messgeräte sind heute deutlich kleiner als früher und können somit deutlich länger und häufiger messen als die bisherigen, meist eher sperrigen Geräte.

Auch die Daten der sogenannten Wearables – zu denen etwa Fitnessarmbänder oder Smart Watches zu zählen sind – können zunehmend für solche Anwendungen herangezogen werden. Zwar sind die damit erzeugten Rohdaten oft rudimentär und wenig präzise. Doch die KI-gestützten Analyseanwendungen haben gelernt, in den enormen Datenmengen Muster zu erkennen und daraus belastbare Schlussfolgerungen zu ziehen. Auf diese Weise ist es auch denkbar geworden, die Anwendungen mit Warnfunktionen für den Fall auszustatten, dass sich Gravieren des abzeichnet – beispielsweise ein Schlaganfall.

Tatsächlich kann die künstliche Intelligenz die Möglichkeiten im Bereich der Prävention deutlich erweitern. Schließlich können aus der Analyse von Vitaldaten nicht nur Warnungen vor akuten Gefahren abgeleitet werden, sondern auch vor langfristigen. Auf diese Weise stärkt die Technologie die Früherkennung. Mit Hilfe von kardiologischen Rohdaten beispielsweise können drohende Diabeteserkrankungen erkannt werden. Sprachanalysen sind in der Lage, Hinweise auf eine aufkommende Demenz zu

liefern. Und die frühe Erkennung eines Parkinsonleidens ist durch schlichte Kameraaufnahmen der Mimik möglich.

Auch in der sogenannten Primärprävention – bei der es darum geht, die allgemeine körperliche Fitness und Widerstandsfähigkeit zu stärken – kann künstliche Intelligenz für bessere Produkte sorgen. Manche Fitnessapps beispielsweise sind in der Lage, sich an die individuellen Bedürfnisse ihrer Besitzerinnen und Besitzer anzupassen, wenn sie ein Trainingsprogramm vorschlagen. Ferner können intelligente Systeme bei der Berechnung individueller Krankheitsrisiken eingesetzt werden. Gerade bei Diabetes ist inzwischen viel darüber bekannt, welche Faktoren eine künftige Erkrankung wahrscheinlicher machen. Menschen, die noch keine akuten Anzeichen für ein Leiden zeigen, aber um ihr erhöhtes Risiko wissen, haben meist noch die Möglichkeit, rechtzeitig gegenzusteuern.

Überhaupt ist die Prädiktion künftiger Ereignisse ebenfalls ein wichtiges Einsatzfeld für die KI: Intelligente Systeme können in der Kombination verschiedener Vitalwerte Hinweise erkennen, ob sich eine Erkrankung verschlechtert oder verbessert – und davon abhängig Prognosen über den weiteren Verlauf erstellen. Solche Funktionen sind zur Planung der weiteren Therapie hilfreich, können aber auch als Warnsystem fungieren.

Künftig soll es auch möglich sein, dass KI-basierte Systeme Datenbanken mit Fachpublikationen auswerten, um Hinweise zu bekommen, worunter Patientinnen und Patienten eigentlich leiden. Gerade bei seltenen Krankheiten stellt die bloße Feststellung, um welche der zahlreichen und meist eher unbekannten Erkrankungen es sich eigentlich genau handelt, bereits eine große Herausforderung dar.

Im Bereich der Therapie werden KI-Systeme ebenfalls eingesetzt. Zu nennen sind hier beispielsweise Pflegeroboter, die den Fachkräften bei besonders anstrengenden Tätigkeiten – wie dem Umbetten – zur Hand gehen. Auch wurden bereits Roboter entwickelt, die im Operationssaal assistieren. Diese können Besteck anreichen, kleine Präzisionsarbeiten ausführen oder die laufende Operation überwachen. Dabei prüfen sie beispielsweise ständig die Vitalwerte der Patientinnen und Patienten, protokollieren die Abläufe oder legen den Operierenden die jeweils nächsten Handlungsschritte nahe. KI-Anwendungen, die den Chirurginnen und Chirurgen die Simulation



einer anstehenden Operation mit Hilfe von Virtual-Reality-Brillen ermöglichen, sind ebenfalls schon entwickelt worden.

Betten und Stühle mit smarter Sensorik können prüfen, ob pflegebedürftige Patientinnen und Patienten sicher liegen oder sitzen – und im Zweifelsfall einen Alarm auslösen. In der Reha können die Bewegungen von frisch Operierten mit Kameras und intelligenter Software analysiert werden, um die Physiotherapie optimieren oder passende Prothesen bauen zu können. Bei Menschen, die an Parkinson erkrankt sind, kann der Fortgang der Krankheit ebenfalls durch Bewegungsanalysen untersucht werden.

Ein zentraler Einsatzbereich für KI sind auch digitale Hilfsmittel zur Unterstützung von Patientinnen und Patienten. Gerade Menschen, die dauerhaft unter chronischen Erkrankungen leiden oder die sich nach größeren Eingriffen in der Nachsorge befinden, können von solchen Apps und Geräten beim Management ihrer Krankheit unterstützt werden. Tatsächlich

ist es eine bewusste Strategie, den Patientinnen und Patienten eine aktivere Rolle zu geben – indem man sie die Entwicklung ihrer Beschwerden selbst protokollieren oder ihre Vitalwerte selbst erheben und weitergeben lässt. Dadurch lassen sich Krankheiten engmaschiger überwachen und Gefahren schneller erkennen.

Viele KI-gestützte Apps stellen sich dabei auf die Besonderheiten der Menschen ein, die sie bedienen. Sie können Hinweise in unterschiedlich komplexer Sprache ausspielen oder unterschiedlich nachdrücklich auf die Einhaltung der Vorgaben drängen – etwa auf die Einnahme von Arzneien oder die Wiederholung von Messungen. Einige schaffen dazu sogar Avatare, die wie richtige Menschen mit den Betroffenen sprechen. Oft können sie auch Verhaltenstipps geben, die auf die konkrete Situation zugeschnitten sind. Nach Möglichkeit sollen die Systeme künftig auch die Telemedizin stärken, indem sie die Kommunikation und den Informationsaustausch mit den Arztpraxen übernehmen, in denen die Menschen behandelt werden.

## Die wertvollsten deutschen AI-Startups im Gesundheitsbereich, Unternehmenswert, in Mio. Euro (geschätzt)

Quellen: Dealroom, eigene Auswertung



## Prof. Dr. Rouven Porz

Medizinethiker,  
Universitätsspital Bern



### Herr Professor Porz, wie sehen Sie das als Medizinethiker – ist der Einsatz künstlicher Intelligenz eine Chance oder eine Gefahr für die Menschheit?

Ihre Frage ist sehr typisch, als Ethiker soll man immer entscheiden, was richtig und falsch ist. Aber das wollen wir eigentlich gar nicht tun. Wir erforschen, welche Werte die Menschen haben und wie sich diese verändern – und wir helfen den Leuten, selbst Lösungen für schwierige Fragen zu finden. Trotzdem kann ich gerne versuchen, die Frage einzuordnen: Ich denke, wenn es um intelligente Assistenzsysteme geht, die in den Praxen und Kliniken bei einzelnen Aufgaben helfen, dann gibt es sogar eine Pflicht, diese einzuführen. Die Menschen haben kein Verständnis mehr dafür, dass Spotify ihnen in Sekundenbruchteilen eine perfekte Liste mit Songs zusammenstellt, dass man aber immer noch zum Telefonhörer greifen muss, wenn man einen Termin in der Praxis braucht. Komplizierter wird die Frage, wenn es irgendwann in der Zukunft um intelligente Systeme geht, die mehr sind als Tools – beispielsweise, weil sie selbst entscheiden, ob und wann und wie sie arbeiten. Hier droht durchaus ein Kontrollverlust für die Menschen. Interessanterweise sind die Ärztinnen und Ärzte hier aber sehr klar – sie wollen Hilfe, aber auf keinen Fall Macht abgeben.

### Wird man dem Fortschritt im Bereich der künstlichen Intelligenz bald Grenzen setzen müssen?

Wie so viele Technologien ist auch die künstliche Intelligenz eine sogenannte Dual-Use-Technologie. Sie kann viel Gutes bewirken und die Menschheit weiterbringen, hat aber auch viel Gefährliches in sich. Genauso ist es bei der Atomtechnologie oder der Gentechnik. Diejenigen, die diese Technologien voranbringen, müssen lernen, sich selbst Grenzen zu setzen, damit solche Systeme eben nur Gutes bewirken und nichts Schlechtes. Bei manchen Fragestellungen ist aber auch die Politik gefordert. Menschen zu klonen ist zwar möglich, wurde aber schlichtweg gesetzlich verboten. Vielleicht müssen

wir Ähnliches irgendwann für die KI beschließen. Wir müssen die Sorgen, die es gibt, aber auch in einen Kontext stellen: Es ist zwar nicht unmöglich, dass ein KI-Computer entwickelt wird, der wie der Terminator durchs Krankenhaus läuft und Menschen umbringt. Aber es ist eben nicht wirklich wahrscheinlich. Viele Ängste, die neue Technologien in der Vergangenheit ausgelöst haben, haben sich schnell als unberechtigt herausgestellt. Die Geschwindigkeit der Eisenbahn hat uns nicht krank gemacht, wie es im 19. Jahrhundert befürchtet wurde. Und die Genetik wurde auch nicht genutzt, um unsere Körper zu manipulieren.

### Sie beraten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Universitätsklinik in ethischen Fragen. Geht es da manchmal auch um Zweifel, ob die Computer schon zu viel Einfluss haben in der Medizin?

Klare Antwort: Nein. Wenn wir gerufen werden, geht es meist um besonders dramatische Situationen des medizinischen Alltags – zum Beispiel, ob man lebenserhaltende Maßnahmen beenden soll oder nicht. Oder es geht um unklare Patientenwünsche oder fehlenden Patientenwillen. Um Technologie geht es dabei eigentlich nie. Ich glaube, für die Fachkräfte gehören die Geräte und Computer einfach zur Infrastruktur ihrer Klinik dazu. Sie freuen sich, wenn die Technik funktioniert, und ärgern sich, wenn sie es nicht tut. Aber für grundsätzliche Themen zur Technik beziehungsweise zu KI gibt es im stressigen Alltag einfach keine Zeit. Die diskutieren wir eher in der Lehre. Oder auf Tagungen von Fachverbänden. Und sie spielen eine große Rolle für diejenigen, die die intelligenten Systeme programmieren, wie ich bemerkt habe. Viele Leute aus dem Bereich Medical Engineering sind sehr idealistisch, sie wollen den medizinischen Fortschritt weiterbringen mit ihrer Arbeit. Wir haben in Bern inzwischen ein Center for Artificial Intelligence in Medicine, wo wir Fachkräfte aus den Bereichen Medizin, Ethik und Medical Engineering zusammenbringen möchten. Das ist sehr spannend, denn bisher gab es hier wenig Austausch.

---

## Organisatorische Abläufe

KI kann die Medizin nicht nur direkt verbessern, sondern auch indirekt – indem die dazugehörigen Verwaltungsprozesse optimiert und beschleunigt werden. Tatsächlich können Mängel in der Organisation des Gesundheitswesens dazu führen, dass die Qualität der Versorgung geringer ist als nötig: Wenn Fachkräfte zu viel Zeit für Verwaltungsarbeit aufbringen müssen, fehlt Zeit für die Patientinnen und Patienten. Wenn den behandelnden Ärztinnen und Ärzten nicht alle relevanten Informationen vorliegen, drohen Zeitverluste, unnötige Mehrfachuntersuchungen und sogar Fehlentscheidungen. Insofern ist es nicht vermessen zu argumentieren, dass auch eine Optimierung der Organisation die Qualität der Gesundheitsversorgung erhöhen kann.

Tatsächlich befindet sich das Gesundheitswesen ohnehin mitten in einem Digitalisierungsprozess. Die Umstellung der Verwaltung von Papierakten auf digitale Daten ist weitgehend abgeschlossen. Die elektronische Patientenakte (ePA) wird es bald möglich machen, Informationen – etwa über zurückliegende Untersuchungen – von einer Praxis zur anderen mitzunehmen, ohne dass sie extra verschickt werden müssen. Und auch die medizintechnischen Geräte sind heute zunehmend miteinander vernetzt, sodass der Datenaustausch digital vonstattengehen kann.

An vielen Stellen allerdings hakt der Prozess, gerade in Deutschland: Vieles hat sich zwar bereits durchgesetzt, doch eben noch nicht überall. Und oft werden Informationen zwar bereits als Dateien gespeichert, aber noch nicht in strukturierter, also maschinenlesbarer Form. Die allerdings wäre notwendig, damit die Informationen für die Big-Data-Analyse genutzt werden können, ohne erst noch nachträglich umständlich umgewandelt werden zu müssen.

Viele Fortschritte bei der Digitalisierung des Gesundheitswesens kommen auch ohne künstliche Intelligenz aus. Eine schlichte Buchungsplattform für Praxistermine beispielsweise braucht keine KI. Allerdings kann KI dabei helfen, die Prozesse flexibler und anpassungsfähiger – und damit noch leistungsfähiger zu machen. Wenn die Buchungsplattform in der Lage ist, Sprache zu erkennen oder Chatnachrichten auszuwerten, dann kann der Buchungsprozess für die Nutzerinnen und Nutzer noch einfacher gestaltet werden. Und wenn die Software auch die Dringlich-

keit von Anfragen einzuschätzen gelernt hat, kann sie die Termine dementsprechend priorisieren – was die Qualität der Versorgung zweifelsohne ebenfalls verbessert.

Inzwischen findet sich an vielen Stellen der medizinischen Verwaltung KI-basierte Software: Diese kann helfen, analoge Patientendaten in digitale Formen umzuwandeln, kann Ärztinnen und Ärzte in der Sprechstunde auf entscheidende Fragen hinweisen, kann Anträge und Formulare scannen und in Echtzeit auf Plausibilität überprüfen oder die in der Sprechstunde mündlich empfohlenen Therapien verschriftlichen – in verschiedenen Sprachen und in unterschiedlich komplexer Ausdrucksweise.

Für Krankenkassen und -versicherungen ist auch das Einsatzgebiet der IT-Forensik von Interesse: So können intelligente Systeme helfen, Erstattungsanträge und Kostenabrechnungen auf mögliche Inkonsistenzen hin zu untersuchen – etwa, indem sie prüfen, ob die Häufigkeit der angegebenen Ziffern und Zahlen wirklich den Zufällen des Alltags entspringen kann oder auf Manipulationen zurückgehen muss.

Nicht zuletzt kann das interne Fallmanagement durch künstliche Intelligenz verbessert und beschleunigt werden: Wenn interne Datenanalysen Prognosen abgeben können, wie es mit Erkrankten weitergehen könnte – etwa, ob sie bald wieder arbeitsfähig sind oder es vielleicht nie wieder sein werden –, dann können den Betroffenen passendere Angebote gemacht werden. Darüber hinaus können intelligente Applikationen bei der internen Dokumentation helfen, beispielsweise indem sie darauf achten, dass alle Abrechnungen korrekt sind und keine Dokumente fehlen.

# Kapitel 4

# Herausforderungen

## Ethische Fragen

Praktisch immer, wenn neue Technologien entwickelt und dann auch eingesetzt werden, reagieren viele Menschen erst einmal skeptisch. Dies war bei der Erfindung der Eisenbahn, der Elektrizität oder des Flugzeugs nicht anders. Damit sich eine neue Technologie durchsetzen kann, muss sie also nicht nur technisch funktionieren, sondern auch in der Bevölkerung Akzeptanz finden. Erfahrungsgemäß gelingt dies, wenn die Mehrwerte, die die neue Technologie bringt, schnell ersichtlich werden – und wenn sich die Ängste und Sorgen nicht bewahrheiten. Eine neue Technologie steht somit immer unter Bewährungsdruck. Umfragen zeigen, dass diejenigen, die der künstlichen Intelligenz vor allem skeptisch gegenüberstehen, zunehmend zur Minderheit werden.

Dass die künstliche Intelligenz – gerade im Gesundheitsbereich – Vorteile bringen kann, dürfte sich als Erkenntnis bald durchsetzen. Zwar spielt es für die Patientinnen und Patienten im Alltag keine nennenswerte Rolle, auf welchen Programmcodes die Geräte und Anwendungen basieren, mit deren Hilfe sie untersucht oder therapiert werden. Doch dass die Medizintechnik viele neue Funktionen bekommt – und kleiner und schneller wird, dürften viele registrieren.

In Bezug auf Ängste und Sorgen ist der Sachverhalt komplexer. So lässt sich durchaus argumentieren, dass der Aufstieg der künstlichen Intelligenz kein normaler Technologiesprung ist, da es um mehr geht als nur um einen weiteren Schritt hin zu mehr Automatisierung. Schließlich bringt die KI die Maschinen erstmals dazu, selbstständig zu agieren und nicht mehr ausschließlich auf Befehl eines Menschen tätig zu werden.

Damit verbunden ist ein gewisser Kontrollverlust für die Menschen. Wenn eine intelligente Diagnosesoftware eine Vorauswahl trifft, welche Stellen auf einer EKG-Kurve potenziell auffällig sind und welche nicht, überlassen ihr die Ärztinnen und Ärzte definitiv einen Teil der Verantwortung. Diese könnten die Entscheidungen der KI zwar noch einmal überprüfen, werden dies allerdings im Alltag nur in seltenen Fällen tun

können. Hinzu kommt, dass Ärztinnen und Ärzte eine Tätigkeit, die sie im Alltag an ein KI-System übertragen, möglicherweise verlernen.

Ein weiterer kontroverser Fall sind KI-Systeme, die Terminanfragen priorisieren. Auch hier übergeben Menschen der Maschine die Entscheidung, welche Fälle wichtig sind und welche nicht. Im Extremfall kann damit sogar eine Entscheidung über Leben und Tod verbunden sein. Allerdings ist zu beachten, dass die Priorisierung – wenn die KI korrekt geschult wurde – nach denselben Regeln erfolgt, nach denen Menschen entscheiden würden. Da sich Maschinen obendrein nicht von persönlichen Vorlieben leiten lassen, werden diese Regeln von den Maschinen möglicherweise sogar konsequenter umgesetzt.

Noch nicht final geklärt ist in Deutschland, wer für mögliche Schäden haftet, die durch KI-Anwendungen im Alltag entstehen. Sind es die Entwicklerinnen und Entwickler – weil diese dafür sorgen müssen, dass das System lernt, die korrekten Entscheidungen zu treffen? Oder sind es die Nutzerinnen und Nutzer, deren Aufgabe es ist, die Oberaufsicht über die von ihnen eingesetzte Technik zu führen – egal, wie intelligent diese bereits ist? Bisher wird hier meist im Einzelfall entschieden.

Von großer Relevanz ist darüber hinaus auch die Debatte, wie mit möglichen Missbräuchen der künstlichen Intelligenz umzugehen ist. Als sogenannte Dual-Use-Technologie – die sowohl zum Wohle der Menschen als auch zu ihrem Nachteil genutzt werden kann – bringt die Nutzung der KI immer auch Gefahren mit sich. Die Debatten, die dadurch entstehen, ähneln denen, die bei der Entwicklung der Atomenergie oder der Gentechnik geführt wurden. All diese Technologien können viel Gutes bewirken, sind aber auch potenziell gefährlich – etwa, wenn sie von despotischen Regimen zu Kriegszwecken genutzt werden beziehungsweise wenn Kriminelle Daten stehlen oder Programme manipulieren, um Geld zu erpressen. Per se lässt sich zwar nicht ausschließen, dass etwas Derartiges passiert. Doch durch juristische Regeln, Polizeiarbeit und eine Sensibilisierung all jener, die mit der Technologie arbeiten, kann die Wahrscheinlichkeit dafür reduziert werden.

Viele Fehlentwicklungen werden sich am besten verhindern lassen, wenn diejenigen, die die KI-Systeme entwickeln und nutzen, wachsam bleiben und die

Arbeit der Anwendungen stets aufs Neue hinterfragen. Als Beispiel zu nennen sind hier mögliche Diskriminierungen durch KI-Anwendungen. Diese sind kein Phänomen, das spezifisch ist für die künstliche Intelligenz. Beispielsweise musste sich die Kardiologie schon früher den Vorwurf gefallen lassen, bei der Herzinfarktprävention zu sehr auf Männer fokussiert gewesen zu sein. So wurde stets vor jenen Symptomen gewarnt, die bei Männern häufig vorkommen – wie Atemprobleme oder Schmerzen in Arm oder Brust. Dass sich Infarkte bei Frauen anders ankündigen – häufig nämlich durch Bauchschmerzen oder Übelkeit – wurde lange ignoriert.

Bei der künstlichen Intelligenz sind Diskriminierungen vor allem dann möglich, wenn die Trainingsdaten verzerrt sind, mit denen die Systeme geschult wurden. Dies kann der Fall sein, wenn die Menschengruppe, deren Daten verwendet werden, nicht repräsentativ für die Gesellschaft ist – etwa, weil nur Männer, nur Jüngere, nur Menschen ohne Migrationshintergrund oder nur Wohlhabende berücksichtigt werden. Wenn Smart Watches beispielsweise mit Hilfe von grün leuchtenden Fotodioden die zirkulierende Blutmenge am Handgelenk analysieren, hat die Hautfarbe einen Einfluss auf die Messwerte. Sollte das System nicht in der Lage sein, solche Faktoren herauszurechnen, könnten die Werte verfälscht werden.

Denkbar ist auch, dass KI-Systeme versehentlich lernen, auf ökonomische Aspekte Rücksicht zu nehmen – obwohl sie eigentlich rein medizinisch urteilen sollen. Solche Probleme könnten beispielsweise auftreten, wenn KI-Anwendungen eingesetzt werden, um Fälle zu priorisieren – etwa bei der Terminvergabe. Würde sich die KI etwa beibringen, Patientinnen und Patienten zu bevorzugen, bei denen besonders teure Eingriffe nötig sind, wäre dies ein ethisches Problem. Noch gravierender wäre es, wenn KI-Anwendungen, die den Fortgang von Krankheiten prognostizieren, fälschlicherweise zu dem Urteil kämen, einem Menschen sei nicht mehr zu helfen.

Da solche Verzerrungen nicht zwingend auffallen, liegt es in der Verantwortung von Entwicklerinnen und Entwicklern, auf entsprechende Probleme zu achten. Ein Mittel dabei ist es, die Ergebnisse der KI-Systeme auf mögliche Diskriminierungen hin zu untersuchen – mit statistischen Mitteln. Ein weiteres ist es, die Entscheidungsregeln zu prüfen, die sich die KI selbst erarbeitet hat.

Allerdings ist es bei der KI-Technologie nicht immer einfach, die Systeme dazu zu bringen, ihre Lösungswege offenzulegen. Anders als bei schlichten Algorithmen, die auf Wenn-Dann-Beziehungen basieren, bleiben künstliche neuronale Netze erst einmal eine „black box“, deren Funktionsweise nicht einfach in einem Quellcode nachvollzogen werden kann. Wer herausfinden möchte, ob das künstliche Gehirn einer Kenngröße einen verstärkenden oder einen abschwächenden Einfluss auf eine Entscheidung beizumisst, muss meist genauso iterativ vorgehen, wie es das System selbst beim Lernen tut. So können etwa nacheinander bestimmte Teile des Netzes händisch abgeschaltet werden, um zu prüfen, inwieweit das KI-System dann zu anderen Entscheidungen kommt. Auf diese Weise kann letztlich indirekt erschlossen werden, welche Rolle die einzelnen Faktoren für die KI spielen.

Falls auf diese Weise diskriminierende Entscheidungsregeln aufgedeckt werden, könnte der Einfluss der entsprechenden Variablen von den Entwicklerinnen und Entwicklern mit Hilfe einer deterministischen Wenn-Dann-Regel ausgeschlossen werden. Allerdings könnte ein solcher Eingriff in die Entscheidungsfindung der KI ebenfalls wieder verzerrend wirken. Zu beachten ist darüber hinaus, dass es in der Medizin durchaus typisch ist, dass Wirkungszusammenhänge unerklärt bleiben. Bei Arzneimitteln beispielsweise ist zwar oft bekannt, dass sie wirken, aber nicht immer, warum genau sie wirken.

Derzeit werden die Stimmen lauter, die mehr Transparenz darüber einfordern, wie und warum KI-Systeme zu ihren Lösungen kommen. Dabei wird den Herstellern der Anwendungen mitunter unterstellt, entsprechende Informationen bewusst zurückhalten zu wollen, um Wettbewerbern keinerlei Einblicke in die eigene Arbeitsweise zu gewähren. Entgegnet wird dann oft, dass man schließlich Geschäftsgeheimnisse sichern müsse, weil sonst die eigenen Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen in Gefahr gerieten.

Während sich die oben genannten Überlegungen auf jene Systeme mit schwacher KI beziehen, die heute schon einsetzbar sind, wird gleichzeitig bereits über künftige Entwicklungsschritte und ihre ethischen Implikationen diskutiert. Schließlich ist es denkbar, dass in der Zukunft Systeme entstehen, deren Eigenständigkeit umfassender ist – und die dann nicht mehr der schwachen, sondern der star-

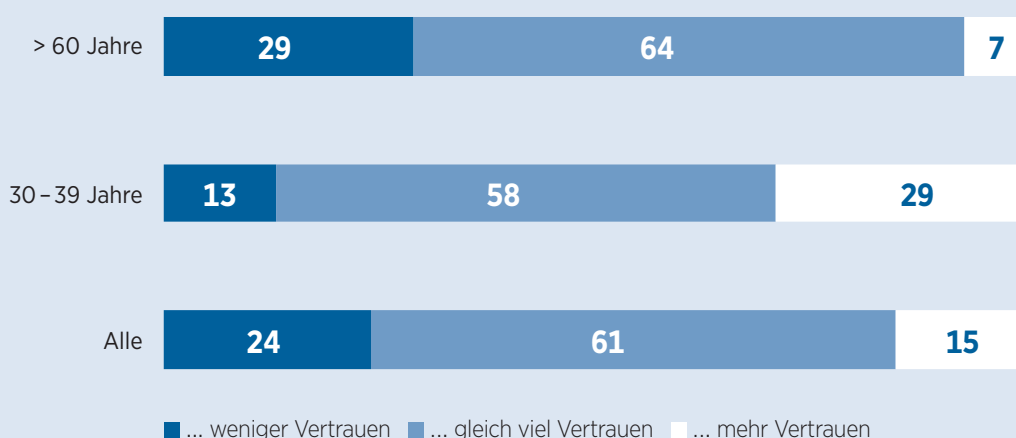
ken KI zuzurechnen sind. Dies wären Anwendungen, die nicht nur eine, sondern verschiedene Tätigkeiten ausführen könnten – und die in der Lage wären, sich neue Tätigkeiten zu erschließen. Gleichzeitig würden sie selbst entscheiden, ob und wann und wie sie die Aufgaben abarbeiten.

Bei KI-Systemen dieser Art droht den Menschen zweifelsohne ein größerer Kontrollverlust als bei den bisher vorhandenen Anwendungen mit schwacher KI. Wie damit aus ethischer Sicht umzugehen ist, ist derzeit Gegenstand von politischen wie wissenschaftlichen Debatten. So wird beispielsweise diskutiert, ob intelligenten Systemen auch eine eigene Persönlichkeit mit eigenen Rechten zugestanden werden müsste oder nicht. In technologischer Hinsicht kommt die Frage hinzu, ob und wie die Menschen eine Art Obergrenze über diese Systeme behalten könnten. Diskutiert wird darüber hinaus, ob bestimmte Fortentwicklungen besser gesetzlich verboten werden sollten – so wie in der Vergangenheit schon das Klonen von Menschen, das Anreichern von Uran oder die Stammzellenforschung mit Embryonen verboten wurden.

## Umfrage: Vertrauen in KI

Umfrage: Wenn Ihre Ärztinnen und Ärzte Ihnen sagen, dass sie mit künstlicher Intelligenz arbeiten – wie wirkt sich dies auf Ihr Vertrauen aus?  
1.000 Befragte

Quelle: AI.Hamburg



---

## Regulatorik

Auch wenn die theoretischen Grundlagen der künstlichen Intelligenz schon vor Jahrzehnten entwickelt wurden, ist die Nutzung im Alltag noch ein recht neues Phänomen. Wie so oft, wenn sich eine Technologie durchzusetzen beginnt, müssen die regulatorischen Grundlagen, die die Märkte in die gewünschten Bahnen lenken und Fehlentwicklungen vermeiden sollen, erst noch geschaffen werden. Tatsächlich ist in den zurückliegenden Jahren eine fruchtbare Debatte darüber entstanden, wie ein nationaler und internationaler Rechtsrahmen für die künstliche Intelligenz aussehen könnte. Einen grundlegenden Konsens dazu gab es bisher noch nicht. Allerdings scheint er sich inzwischen mehr und mehr herauszubilden.

So wird in der Europäischen Union mit dem Artificial Intelligence Act (AIA) derzeit ein umfassender Rechtsrahmen entworfen, der die Grundzüge der KI-Politik im Binnenmarkt vereinheitlichen soll. Dieser bezieht sich grundsätzlich auf die künstliche Intelligenz und nicht explizit auf deren Anwendungen im medizinischen Bereich. Es wird versucht, ein weit-sichtiges Dokument zu schaffen, das auch künftig denkbare Entwicklungen berücksichtigen kann.

Ziel des AIA ist es einerseits, die europäische KI-Entwicklung zu fördern und den Kontinent zu einem führenden innovativen Standort in diesem Feld zu machen. Auf diese Weise soll der Vorsprung, den sich Firmen und Forschungseinrichtungen in den USA und in China zuletzt bei der Entwicklung von KI-Innovationen erarbeitet haben, reduziert werden.

Auf der anderen Seite soll der AIA auch die ethisch-politische Debatte aufgreifen, die im Zuge des Aufstiegs der künstlichen Intelligenz in Europa geführt wird. Der Entwurf macht deutlich, dass sich die EU abheben will von den USA und vor allem von China, denen ein eher liberalerer Umgang mit den Risiken der neuen Technologie attestiert wird – etwa im Datenschutzbereich. Auch sieht der Entwurf des Rechtsaktes vor, bestimmte Anwendungsbereiche für künstliche Intelligenz in Europa ganz zu verbieten, weil sie ein unannehmbares Risiko für die Menschen mit sich bringen. Dazu zählen beispielsweise anlasslose Überwachungen per Gesichtserkennung im öffentlichen Raum oder auch Social-Scoring-Modelle, die das Alltagsverhalten der Menschen analysieren und bepunkten – so wie es in Teilen Chinas inzwischen üblich ist.

Der geplante neue Rechtsrahmen sieht vor, KI-Anwendungen abhängig vom Risiko, das sie für die Menschen mit sich bringen, zu kategorisieren und mit Auflagen zu belegen. Demnach müssen schlichte KI-Anwendungen wie etwa Suchalgorithmen oder Spamfilter keine oder nur wenige Bedingungen erfüllen, um am Markt aktiv sein zu können. Automatisierte Entscheidungssysteme aus dem medizinischen Bereich dagegen würden vom AIA zu den Anwendungen mit hohem Risiko gezählt – und strengen Vorgaben unterliegen. Dazu zählt unter anderem, dass die Systeme nur mit Datensätzen trainiert werden dürfen, die ein repräsentatives Abbild der Zielpopulation darstellen. Außerdem sollen die Entscheidungswege des Systems möglichst protokolliert und transparent gemacht werden. Und nicht zuletzt müssen Menschen in der Lage sein können, die Aufsicht über die Anwendung führen zu können. Damit greift der Entwurf des AIA gängige Vorbehalte gegenüber der künstlichen Intelligenz auf und versucht, sie einzuhegen.

Natürlich sind für die künstliche Intelligenz noch weitere Rechtsnormen relevant. Zu nennen ist beispielsweise das Datenschutzrecht, das seit 2018 ebenfalls durch einen zentralen europäischen Rechtsrahmen geregelt ist – nämlich die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO). Darüber hinaus sind weitere nationale – und in Deutschland sogar länderspezifische – Datenschutzregularien zu beachten.

Viele KI-Anwendungen für den Gesundheitsbereich unterliegen aufgrund ihrer Beschaffenheit auch dem Rechtsrahmen für Medizinprodukte – und müssen somit den Zertifizierungsprozess entsprechend der EU-Medizinprodukte-Verordnung (MDR) durchlaufen. Dieses Verfahren soll sicherstellen, dass die Sicherheit der Produkte gewährleistet und die Qualität hoch ist. Auf welche Weise die Konformitätsprüfungen der zugrundeliegenden KI-Algorithmen vorzustatten gehen müssen, ist derzeit noch nicht final geklärt. Auch die Frage, wie verhindert werden kann, dass die Einführung des AIA den Verwaltungsaufwand für Hersteller weiter erhöht, ist noch unklar.

Da Zertifizierungen im Regelfall nur für fertige Produkte erteilt werden, müssen bei den meisten KI-Programmen Training und Anwendung voneinander getrennt werden. Dies bedeutet beispielsweise, dass eine Diagnosesoftware im Alltag zwar Befunde für Röntgenaufnahmen vorschlagen kann, dass sie ihre Analysefertigkeiten aber nicht mit ebenjenen Auf-



## Lars Schmidt

Informatiker und Geschäftsführer,  
AmbulApps



**Herr Schmidt, Ihr Unternehmen hilft Arztpraxen, all die Formulare zu digitalisieren, die die Patientinnen und Patienten bisher per Hand ausfüllen mussten. Wie viel effizienter werden die Abläufe dadurch?**

Erst einmal bringt das eine enorme Zeitersparnis für die medizinischen Fachangestellten in den Praxen. Die mussten bisher alles, was die Leute per Hand hingekritzelt haben, entziffern und abtippen – und das mitten im stressigen Praxisalltag. Dabei sind sie dafür ja völlig überqualifiziert! Sie sollten möglichst viel Zeit haben, um sich um die Patientinnen und Patienten zu kümmern. Aber genau diese Zeit haben sie nicht. Und der Fachkräftemangel macht dieses Problem ja noch schlimmer. Wenn es nicht mehr genug gut ausgebildete Leute für die Praxen gibt, müssen doch die, die noch da sind, umso dringender von unnötigen Routinetätigkeiten entlastet werden. Für die Patientinnen und Patienten ist der Papierkram ja auch lästig: Oft bekommt man mehrere Formulare, Anamnese- und Aufklärungsbögen zum Ausfüllen hingelegt – und muss auf alles oben erst einmal Namen und Adresse schreiben. Wir haben es erlebt, wie die Menschen reagieren, wenn sie in der Praxis kein Klemmbrett mehr über den Tresen gereicht bekommen, sondern ein Tablet. Die freuen sich! Auch die Älteren.

**Aber kann man bei solchen Anwendungen schon von einem intelligenten System sprechen?**

Nein, was ich bisher geschildert habe, ist eher simpel. Unsere Software aber ist noch deutlich versierter, sie kann Informationen verknüpfen und logische Beziehungen erkennen. Zum Beispiel werden irrelevante Fragen weggelassen. Bei einem Über-18-Jährigen gibt es dann kein Feld mehr, wo die Erziehungsberechtigten unterschreiben müssen. Gleichzeitig tauchen bei bestimmten Angaben sofort Folgefragen auf, die helfen können, die Anamnese zu präzisieren.

Gleichzeitig übertragen unsere Algorithmen die Informationen direkt in die Praxissoftware, die die Ärztinnen und Ärzte ohnehin schon nutzen. Dann müssen diese nicht erst ein PDF öffnen und durchlesen, wenn die Leute vor ihnen sitzen – sondern haben die Angaben gleich in den richtigen Datenfeldern auf dem Bildschirm stehen. Weil wir die Angaben gleichzeitig in Form von strukturierten Rohdaten in Datenbanken ablegen, sind auch statistische Auswertungen mit wenigen Klicks möglich. Langfristig möchten wir nicht nur die Datenerfassung vor Ort in den Praxen verbessern, sondern auch zuhause bei den Patientinnen und Patienten. Wenn diese auch dort regelmäßig Daten einspeisen können – etwa über den Fortgang ihrer Beschwerden oder über die Verträglichkeit ihrer Arzneien –, dann können wir künftig hoffentlich passendere Therapie- und Rehapläne entwickeln.

**Wie weit ist der Aufstieg der künstlichen Intelligenz schon gekommen in der Medizin?**

Es gibt schon wirklich tolle Systeme. Aber wir benutzen die KI-Anwendungen bisher vor allem, um unbrauchbare analoge in brauchbare digitale Daten zu übersetzen. Die Applikationen ziehen Informationen aus Texten und codieren sie, sie entziffern Handschriften oder transkribieren Stimmen. Das ist ja nicht falsch, denn wir brauchen maschinenlesbare medizinische Rohdaten, um unsere KI-Systeme zu trainieren, Krankheiten zu erkennen und Wirkzusammenhänge zu finden. Aber im Grunde verschwenden wir unsere Energie auf Reparaturarbeiten. Viel besser wäre es, wenn wir die Daten gleich am Anfang ordentlich erfassen würden. Im Zentrum der KI-Revolution steht die Datenqualität, davon bin ich überzeugt. Die muss stimmen. Ich glaube, der medizinische Fortschritt könnte doppelt so schnell sein, wenn wir unsere künstliche Intelligenz endlich mehr auf medizinische Fragen ansetzen könnten.

nahmen weiter schärfen kann. Eine verbesserte KI ist dann nur durch Softwareupdates zu bekommen. Manche Anwendungen verfügen allerdings über einen Rückkanal, über den die Ärztinnen und Ärzte dem Entwicklungsteam Hinweise geben können, falls die künstliche Intelligenz Fehler macht. Dieser Weg kann beispielsweise genutzt werden, wenn das System bewiesenermaßen eine falsche Diagnose vorgeschlagen hat.

Als ein Grund, warum der europäische KI-Standort hinter dem US-amerikanischen oder dem chinesischen hinterherhinkt, wird oft die mühsame Suche nach Trainingsdaten genannt. Zwar plant die EU, einen weitestgehend einheitlichen Gesundheitsdatenraum (EHDS) zu schaffen, sodass Gesundheitsdaten in ganz Europa nach ähnlichen Kriterien gespeichert werden. Dieser Datenraum soll dann auch – unter strengen Auflagen – für Forschungszwecke genutzt werden können. Bis dieses Projekt aber umgesetzt ist und Wirkung zeigen kann, dürften noch einige Jahre vergehen.

Besonders in Deutschland ist es bisher schwierig, an ausreichend Forschungsdaten zu kommen. Zum einen sind viele medizinische Informationen noch nicht in strukturierter Codeform vorhanden. Zum anderen liegen sie meist sehr fragmentiert vor, also verteilt bei vielen unterschiedlichen Institutionen. Während der ersten Phasen der Coronapandemie wurde immer wieder bemängelt, dass wegen dieser dezentralen Datenaufbewahrung hierzulande kaum sinnvolle Forschungsarbeit in Echtzeit möglich war.

Dem Wunsch der KI-Anbieter nach einem Zugang zu großen und breiten Datensammlungen steht der Wunsch nach Datensicherheit und einem strengen Datenschutz entgegen. Tatsächlich gehören die medizinischen Daten von Patientinnen und Patienten zu den hochsensiblen personenbezogenen Informationen und unterstehen daher einem speziellen Schutz. Aus diesem Grund ist es oftmals rechtlich nicht möglich, Daten aus Kliniken in Clouds zu transferieren, um sie dort auszuwerten – vor allem dann nicht, wenn sich die entsprechenden Datenzentren nicht im Inland befinden.

Gemeinhin müssen die Patientinnen und Patienten auch eine explizite Einwilligung abgeben, dass ihre Daten benutzt werden können, um damit KI-Systeme zu trainieren. Solche Zustimmungen nachträglich einzuholen, ist bisher ein mühsames Unterfangen. Eine Alternative sind anonymisierte Daten, deren Nutzung mit geringeren Hürden verbunden ist. Die-

se sind oft allerdings auch weniger nützlich, da Verknüpfungen von Daten aus unterschiedlichen Quellen damit nicht mehr möglich sind.

Immerhin wird es in Deutschland ab 2023 möglich sein, eine Entscheidung über die Freigabe der eigenen Daten für Forschungszwecke in der elektronischen Patientenakte (ePA) zu vermerken. Die digitale Akte dient ansonsten dazu, Informationen wie Arztbriefe, Krankmeldungen, Laborberichte oder tomografische Aufnahmen zentral zu speichern – wenn die Patientinnen und Patienten dies möchten. Da solche umfassenden digitalen Datensammelpunkte für die medizinische Forschung von enormem Wert sind, werden große Hoffnungen in die ePA gesetzt. Auch die EHDS-Initiative der EU sieht vor, die Entscheidungen der Menschen über die Nutzung ihrer personenbezogenen Daten bald auf einheitliche Weise digital zu protokollieren. Bis allerdings ausreichend Menschen in Europa entsprechende Wünsche in digitalen Akten vermerkt haben, dürfte es noch einige Jahre dauern.

Derzeit gibt es verschiedene Ansätze, die das Ziel haben, die Bedingungen für die datenbasierte Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf andere Weise zu erleichtern. Die staatlich geförderte deutsche Medizininformatik-Initiative zum Beispiel – zu der sich Universitätskliniken, Unternehmen und Forschungsinstitute zusammengeschlossen haben – versucht, Informationen aus verschiedenen Quellen und Regionen in Datenintegrationszentren zusammenzufassen und für Forschungszwecke nutzbar zu machen. Auf diese Weise kann der Nachteil der dezentralen Datenaufbewahrung zumindest zum Teil ausgeglichen werden. Auch der Datenschutz bleibt gewährleistet: Da Aufbereitung und Nutzung voneinander getrennt sind, können die Forschenden keine Rückschlüsse auf Individuen ziehen.

Ein ähnliches Projekt ist das Forschungsdatenzentrum Gesundheit, das beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) angesiedelt ist. Hier sollen die Abrechnungsdaten aller gesetzlichen Krankenkassen zusammengefasst und ebenfalls für Forschungsprojekte zur Verfügung gestellt werden. Zwar besitzen die Kassen keine detaillierten Informationen über die Krankengeschichte ihrer Mitglieder – sondern nur jene Daten, die für das Abrechnen von Leistungen relevant sind. Doch wegen der einheitlichen Struktur der Daten und ihrer – aufgrund der großen Zahl von Versicherten – enormen Breite sind diese Informationen auch für Big-Data-Analysen nützlich.

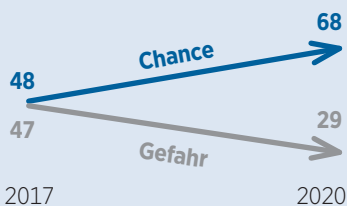
Ein neuer technischer Ansatz für eine datenschutzkonforme Nutzung großer Datenmengen, der mehr und mehr genutzt wird, ist ferner das sogenannte föderale Lernen. Dazu werden KI-Systeme nicht mit einem großen und zusammenhängenden Datensatz trainiert, sondern mit vielen einzelnen. Auf diese Weise können lokale Daten bleiben, wo sie sind und müssen nicht transferiert werden. Die einzelnen KI-Modelle, die auf diese Weise entstehen, werden in einem nächsten Schritt zu einem einzigen vereint, indem die jeweils errechneten Konfigurationspara-

meter miteinander abgeglichen werden. Da die neuronalen Netze die Rohdaten nicht kopieren, sondern nur auswerten, bleiben diese geschützt. Neben dem Datenschutz ist auch die Datensicherheit ein Thema, dessen Relevanz im Zuge des Aufstiegs der künstlichen Intelligenz noch einmal gewachsen ist. Sieht man einmal vom Sonderfall der föderalen Datennutzung ab, braucht die künstliche Intelligenz enorme Mengen an miteinander verknüpften Daten. Zwar muss das Risiko von Datendiebstählen und ähnlichem dadurch nicht unbedingt wachsen. Vielmehr könnte es sogar sinken, weil größere Datensammelstellen womöglich auch professionellere Strukturen beim Sicherheitsmanagement aufbauen könnten. In jedem Fall aber wäre das Ausmaß von potenziellen Schäden – die sich etwa durch unerwünschte Datenabflüsse ergeben könnten – deutlich größer. Schließlich wären dann nicht nur die Daten von einigen hundert Menschen betroffen, sondern möglicherweise gleich von Tausenden.

Für den Aufstieg der künstlichen Intelligenz wird es von großer Bedeutung sein, ob die Sicherheit der Datenzentren gewährleistet werden kann oder ob es zu Datenlecks oder Manipulationen kommt. Schließlich werden die Menschen wahrscheinlich nur dann Vertrauen in die neue Technologie gewinnen, wenn sich die Vorteile materialisieren, die damit verbunden sind, die Befürchtungen aber nicht.

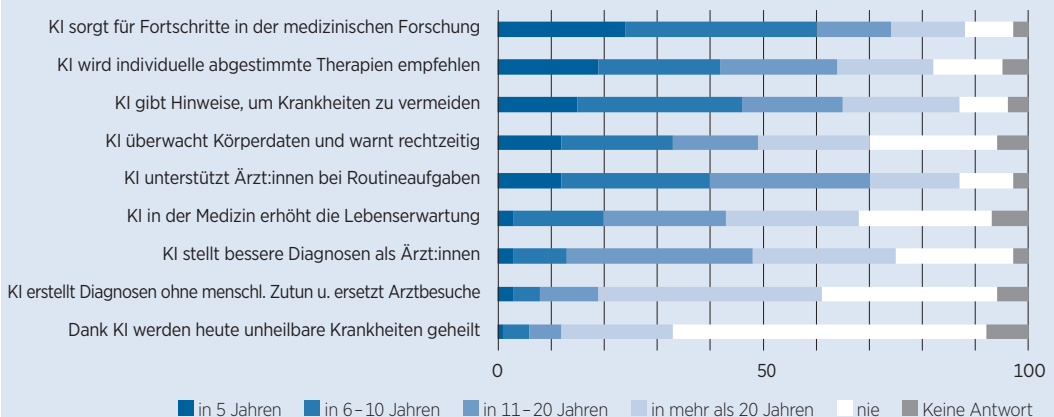
## Umfrage: Sehen Sie ganz allgemein künstliche Intelligenz eher als Chance oder eher als Gefahr? Ca. 1.000 Befragte

Quelle: Bitkom (2020)



## Umfrage: KI in der Medizin – wann wird sich etwas durchsetzen? Einschätzungen in Prozent, 1.004 Befragte

Quelle: Bitkom (2020)



# Kapitel 5

## Handlungsempfehlungen

Die künstliche Intelligenz hat das Potenzial, den medizinischen Fortschritt massiv zu beschleunigen und Prozesse im Gesundheitswesen deutlich effizienter zu gestalten. Es erscheint daher eindeutig angebracht, die Entwicklung und die Nutzung dieser Technologie voranzutreiben. Dies gilt umso mehr, da digitale Systeme und künstliche Intelligenz helfen können, bestehende Lücken in der Versorgung zu schließen – etwa im ländlichen Raum. Mit der Hilfe von Telemedizin sowie intelligenten Geräten und Apps kann die adäquate Betreuung von Menschen, die normalerweise weite Strecken bis zur nächsten fachärztlichen Praxis zurücklegen müssen, gesichert werden.

Bisher werden viele KI-Anwendungen erst von einzelnen Kliniken und Praxen verwendet. Hier erscheint eine Verbreiterung wünschenswert, sodass Systeme, die sich bewährt haben, nach und nach zur Standardausstattung im Gesundheitswesen werden können. Wenn die Mehrwerte, die intelligente Systeme für die Menschen schaffen können, auch im Alltag klar ersichtlich sind, dürfte sich auch die Skepsis gegenüber dieser Technologie verringern, die es in Teilen der Bevölkerung noch gibt. Voraussetzung dafür ist allerdings auch, dass es im Bereich Datenschutz und -sicherheit nicht zu Fehlern und Skandalen kommt, die das Vertrauen in die digitale Verwaltung und Auswertung von persönlichen Daten erodieren lassen.

Grundsätzlich ist die Einführung von KI-basierten Systemen kein Prozess, der allein durch den Staat angestoßen werden kann. Vielmehr ist es eine Aufgabe für alle Beteiligten im Gesundheitssystem, den technologischen Wandel an dieser Stelle gemeinsam anzugehen. Dies erfordert den Mut und den Willen, neue Anwendungen auszuprobieren, entsprechende Investitionen zu tätigen und neue Strukturen der Zusammenarbeit zu entwickeln.

Dabei geht es auch darum, die Voraussetzungen zu erfüllen, die für eine erfolgreiche Implementierung von KI-Systemen nötig sind. Hierzu zählt sicherlich eine Vollendung der Digitalisierung im Gesundheitswesen, vor allem in Bezug auf die Erhebung und Speicherung von Daten. Nur wenn genug Trainingsdaten für die KI-Anwendungen vorhanden sind, können diese wirklich gut funktionieren. Dafür allerdings ist es nötig, die wertvollen Daten von Anfang an in strukturierter, maschinenlesbarer und international

kompatibler Form in Datenbanken abzulegen. Wenn die Informationen – wie bisher – erst nachträglich mit intelligenter Bild-, Ton- oder Texterkennung in lesbare Daten umcodiert werden müssen, bindet dies unnötig viele Ressourcen und ist außerdem anfällig für Fehler.

Obendrein erscheint es empfehlenswert, in den Einrichtungen des Gesundheitswesens ein möglichst innovationsförderliches Klima zu schaffen. Technologische Neuerungen entstehen meist durch die Trial-and-Error-Methode, also durch Ausprobieren ohne Angst vor Fehlschlägen. Nur wenn kreative Köpfe in den Unternehmen, Versicherungen, Krankenkassen, Praxen und Kliniken die nötigen Freiräume bekommen, um neue Ansätze zu testen, haben diese auch eine Chance.

Aber auch der Staat kann den Aufstieg der KI im Gesundheitswesen natürlich forcieren. Dazu gehört die Schaffung eines eindeutigen und innovationsfreundlichen Rechtsrahmens. Die Bestrebungen der EU für eine einheitliche KI-Regulierung erscheinen dabei äußerst vielversprechend. Dasselbe gilt für den geplanten einheitlichen Gesundheitsdatenraum.

Relevant sind allerdings auch die allgemeinen Datenschutzregularien auf nationaler Ebene. Gerade in Deutschland wird des Öfteren kritisiert, dass die entsprechenden Normen so viel strenger sind als in anderen EU-Ländern – und dies, obwohl dort derselbe juristische Überbau gilt, nämlich die europäische Datenschutzgrundverordnung.

Eine denkbare Strategie für Deutschland könnte darin liegen, die Datenschutzregulierung per Reform alltagstauglicher zu gestalten, ohne dabei die materiellen Schutzstandards nennenswert abzuschwächen. So könnte es beispielsweise helfen, die Kompetenzüberschneidungen der verschiedenen Datenschutzbehörden zu reduzieren. Wünschenswert wäre auch, den Verwaltungsaufwand für all jene zu reduzieren, die ihre Daten grundsätzlich für die Forschung nutzbar machen möchten. Dass entsprechende, in der ePA hinterlegte Einverständniserklärungen künftig regelmäßig erneuert werden müssen, wird die Forschungsarbeit eher erschweren.

Grundsätzlich wäre es für die KI-Revolution hierzulande hilfreich, wenn auch deutsche Daten vermehrt genutzt werden könnten, um KI-Systeme zu trainieren. Zwar können zu diesen Zwecken auch Daten aus dem Ausland verwendet werden. Doch zeigt sich

meist, dass Forschungsstandorte davon profitieren, wenn vor Ort eine ausreichende Datenbasis vorhanden ist. Aus diesem Grund sollte die Schaffung von Forschungszentren, in denen Daten aus verschiedenen – bisher voneinander getrennten – Silos verbunden und unter strengen Auflagen für die Forschung nutzbar gemacht werden, weiter vorangetrieben werden.

Aus industriepolitischer Sicht wäre es sicher wünschenswert, wenn mehr medizinische Innovationen als bisher am Standort Deutschland entstehen würden. Zwar ist die heimische Medizintechnikindustrie darin tatsächlich sehr stark. Doch ansonsten gilt für die KI, dass Deutschland zwar über eine starke Grundlagenforschung verfügt, dass es aber Defizite bei der Weiterentwicklung gibt. Als Beleg für diese These kann angeführt werden, dass es im KI-Bereich nur wenige international erfolgreiche Startups aus Deutschland gibt.

Um den Standort zu stärken, erscheint es ratsam, die Bedingungen für junge Unternehmen zu verbessern. Gerade das für die ersten Wachstumsphasen benötigte Wagniskapital ist hierzulande meist knapp. Der Staat ist somit sicher gut beraten, die Bemühungen zu verstärken, kooperative öffentlich-private Investitionsvehikel zu schaffen, um zusätzliches Kapital für Startups bereitzustellen.

Ein weiterer Faktor, der die KI-Revolution in Deutschland bremst, ist der Mangel an qualifizierten Datenanalytistinnen und -analysten. Für viele Einrichtungen des Gesundheitswesens ist es schwierig, geeignete Fachkräfte anzuwerben, da diesen in der Industrie oftmals deutlich höhere Gehälter geboten werden. Vor diesem Hintergrund sollten die Ausbildungskapazitäten für Data Scientists an Universitäten und Fachhochschulen erweitert werden.

Darüber hinaus erscheint es dringend geboten, die Grundlagen der KI-Technologie auch in nicht-technische Studien- und Ausbildungsgänge zu integrieren – etwa in das Medizinstudium. Auf diese Weise kann stärker dafür gesorgt werden, dass Ärztinnen und Ärzte verantwortungsvoll mit KI-Anwendungen umgehen und Fehlentwicklungen bemerken.

Bei einer Dual-Use-Technologie wie der künstlichen Intelligenz, die sowohl zum Wohle, aber eben auch zum Schaden des Menschen eingesetzt werden kann, ist genau diese Sensibilität im alltäglichen Um-

gang notwendig, um Fehlentwicklungen zu vermeiden. Ärztinnen und Ärzte sollten lernen, die Arbeit der intelligenten Systeme nicht grundsätzlich als perfekt anzusehen, sondern stets kritisch zu hinterfragen. Auch KI-Systeme sind fehlerbar – und das nicht nur, wenn sie manipuliert werden, sondern möglicherweise auch schon dann, wenn sie mit nicht repräsentativen Datensätzen trainiert werden. Auch der datenschutzkonforme Umgang mit den Informationen der Patientinnen und Patienten muss erst gelernt werden und sollte daher stärker in die Curricula der Ausbildungsstätten integriert werden.

Insgesamt wäre es hilfreich, wenn sich die Akteurinnen und Akteure im Gesundheitswesen eigene Regeln für den Umgang mit künstlicher Intelligenz geben würden. So ist es in den großen US-amerikanischen Digitalkonzernen bereits Usus, dass Codizes dafür formuliert werden. Auch eine Anpassung des hippokratischen Eids an die Bedingungen der modernen Medizin erscheint denkbar. Ferner könnten Expertinnen und Experten für ethische Fragen stärker in die alltägliche Arbeit an KI-Systemen eingebunden werden, um über die Einhaltung ethischer Grundsätze zu wachen. In der Forschung wird unter dem Schlagwort „embedded ethics“ über diesen Ansatz diskutiert.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass sich die KI-Technologie im medizinischen Bereich noch in einer äußerst fruchtbaren Pionierphase befindet. Bisher ist nicht absehbar, welche technologischen Ansätze und welche Unternehmen sich durchsetzen werden. Gemeinhin gelten diese Anfangszeiten einer neuen Leittechnologie als besonders innovative Phasen.

Für den medizinischen Fortschritt wäre es somit wünschenswert, wenn die Branche weiterhin durch viele verschiedene Unternehmen und Forschungsstätten geprägt wäre und sich nicht allzu bald auf wenige Großunternehmen reduzieren würde. Schließlich kann eine solche Vermachtung der Strukturen – wie sie viele neue Märkte in der Vergangenheit früher oder später erfahren haben – die erfinderische Dynamik einschränken. Ein florierender Wettbewerb dagegen kann dabei helfen, dass die künstliche Intelligenz die in sie gesetzten Hoffnungen erfüllen kann – nämlich die Schaffung einer qualitativ besseren, schnelleren und ökonomisch effizienteren Gesundheitsversorgung.

## Prof. Dr. Björn Eskofier

Inhaber des Lehrstuhls für Maschinelles Lernen und Datenanalytik,  
Friedrich-Alexander-Universität (FAU)  
Erlangen-Nürnberg



### Herr Professor Eskofier, Sie erforschen, wie menschliche Bewegungsmuster mit smarter Sensorik analysiert werden können. Welchen Nutzen kann die Medizin daraus ziehen?

Bewegung ist ein wichtiger Weg für den menschlichen Körper, um etwas auszudrücken. Wir Forscherinnen und Forscher werten die Signale aus, die außen zu sehen sind, um zu verstehen, was innen passiert. Wir können dadurch zum Beispiel Hinweise auf Parkinson-Erkrankungen oder Herz-Kreislauf-Beschwerden bekommen – und sogar auf Depressionen. Wer seelisch leidet, lässt oft den Kopf hängen oder spannt den sogenannten Sorgenfaltenmuskel an. Zurzeit arbeiten wir daran, Radartechnik einzusetzen, um Bewegungen zu analysieren. Dabei müssen wir die Menschen nicht mehr mit Sensoren verkabeln, sondern können sie kontaktlos untersuchen. Für Patientinnen und Patienten, die unter Herzinsuffizienz leiden, entwickeln wir zurzeit eine Radar-Anwendung, die das Ausmaß von Wassereinlagerungen im Körper automatisch misst. Bisher mussten sich die Leute dafür täglich auf die Waage stellen. Etwas Ähnliches entwickeln wir gerade für Menschen mit Parkinson. Diese werden meist nur zweimal im Jahr von Ärztinnen und Ärzten untersucht. Wie sich die Krankheit aber in der Zwischenzeit entwickelt, bleibt unklar – etwa, wie sehr das Gehen eingeschränkt ist oder wie heftig die Tremores sind. Dabei sind solche Informationen enorm wichtig für die Therapie. Mit intelligenten Sensorsystemen kann der Fortgang der Krankheit nun täglich untersucht und protokolliert werden.

### Woher kommt der Fortschritt in diesem Bereich? Wird die Sensortechnik immer leistungsfähiger – oder wird vor allem die Software besser, die die Daten auswertet?

Das trifft sicher beides zu. Die Sensoren, die wir nutzen können, werden immer vielseitiger, kleiner, besser. Eine smarte Uhr kann allein mit grünem Licht, das

sie auf die Haut strahlt, messen, wie viel Blut durch die Kapillaren fließt. Winzige Sensoren messen die Körpertemperatur. Gleichzeitig werden bestehende Technologien für die Medizintechnik nutzbar gemacht – wie eben der Radar. Damit dann aber aus der Sensorik eine smarte Sensorik werden kann, brauchen wir obendrein noch intelligente Software, die all die Daten interpretiert. Schon heute können KI-Systeme mit Hilfe von Temperaturdaten prognostizieren, wann eine Frau einen Eisprung hat. Auch Hinweise auf eine Coronainfektion lassen sich dadurch gewinnen. Oft ist es so, dass zuerst eine neue Sensorik auf den Markt kommt – und sich dann alle überlegen, was man dafür entwickeln könnte. Es entsteht also eine Art Ideenwettbewerb für neue Anwendungen.

### Wenn Menschen medizinisch vermessen werden können, ohne dass sie es merken, birgt das doch auch Missbrauchspotenzial, oder?

Das stimmt. Man könnte Radargeräte hinter einer Pappwand verstecken und die Menschen im Raum heimlich abscannen. Mit moderner Sensorik und künstlicher Intelligenz lässt sich viel Gutes tun, aber eben auch viel Gefährliches. Andererseits ist Missbrauch von Technik ja nichts Neues: Auch früher schon gab es winzige Tonbandgeräte, mit denen man Menschen belauschen konnte. Ich denke, es kommt auch bei der KI darauf an, dass wir sorgsam mit der Technologie umgehen. Zu unserem Sonderforschungsbereich „EmpkinS“ für smarte Sensorik gehört beispielsweise auch ein Ethikexperte, der unsere Arbeit kritisch begleitet. Und wir versuchen natürlich, mögliche Probleme proaktiv zu adressieren. Wichtig ist, dass wir als Gesellschaft viel über Fragen dieser Art diskutieren und uns Schutzmechanismen überlegen. Aber wir sollten nicht vergessen, welchen enormen Nutzen die KI für die Medizin bringen kann. Das funktioniert aber nur, wenn wir genug Daten bekommen, mit denen die Systeme trainiert werden können. Das ist zurzeit noch sehr mühsam.

Das **Handelsblatt Research Institute (HRI)** ist ein unabhängiges Forschungsinstitut unter dem Dach der Handelsblatt Media Group. Es erstellt wissenschaftliche Studien im Auftrag von Kunden wie Unternehmen, Finanzinvestoren, Verbänden, Stiftungen und staatlichen Stellen. Dabei verbindet es die wissenschaftliche Kompetenz des 20-köpfigen Teams aus Ökonom:innen, Sozial- und Naturwissenschaftler:innen, Informationswissenschaftler:innen sowie Historiker:innen mit journalistischer Kompetenz in der Aufbereitung der Ergebnisse. Es arbeitet mit einem Netzwerk von Partner:innen und Spezialist:innen zusammen. Daneben bietet das Handelsblatt Research Institute Desk-Research, Wettbewerbsanalysen und Marktforschung an.

### **Konzept, Analyse und Gestaltung**

Handelsblatt Research Institute  
Toulouser Allee 27  
40211 Düsseldorf  
[www.handelsblatt-research.com](http://www.handelsblatt-research.com)

Text: Dr. Hans Christian Müller  
Layout: Christina Wiesen, Kristine Reimann  
Bilder: freepik.com, flaticon.com, Unternehmen

© 2022 Handelsblatt Research Institute





