

## Telemedizin – Teil 1

# Wie Apps und Algorithmen zunehmend die Medizin bestimmen

Spätestens die jetzt einzuführende Gesundheitstelematik befördert die niedergelassenen Ärzte in das Zeitalter der digitalisierten Medizin. Die Entwicklungen in diesem Bereich sowie Bedenken und Komplikationen sind Thema einer zweiteiligen Beitragsserie in dieser und in der nächsten Ausgabe des NeuroTransmitter.

**E**s ist nicht ganz einfach, sich einen Überblick über die rasch fortschreitenden Entwicklungen im Bereich der digitalen Medizin, oft auch „eHealth“ genannt, zu verschaffen. Da gibt es einerseits etliche bereits etablierte Anwendungen, darüber hinaus aber auch viel Zukunftsmusik. Als erste Orientierung können die vier Segmente der digitalen Medizin gemäß der Einteilung der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin dienen [1]:

1. Mobile Health und Sensorik
2. Medizininformatik im Sinne von Patientendatenmanagement und elektronischer Diagnose- und Therapieunterstützung

3. Big Data aus Phänotypisierung und Genotypisierung

4. Robotik in der Patientenversorgung  
In all diesen Bereichen nehmen die digitalen Möglichkeiten für Diagnostik und Therapie geradezu exponentiell zu. Die Vorteile liegen auf der Hand: Der allgemeine gesellschaftliche Trend zur Digitalisierung lässt sich auch für die Medizin nutzen. Ein Smartphone hat heute sowieso fast jeder dabei, da es gleichzeitig Funktionen wie Telefonieren, Kontaktpflege, Lesen, Internetrecherche, Terminkalender, Stereoanlage, Rückzugsraum und vieles mehr erfüllt. Es bietet sich damit als Instrument zum Messen und Übermitteln von Daten gerade-

zu an und kann im Gesundheitswesen dabei so manchen zeitraubenden Arztbesuch ersparen sowie die Selbstverantwortung für das eigene Wohlergehen stärken. Außerdem ergeben sich Vorteile wie eine gesteigerte Effizienz und damit potenziell auch eine Kostensparnis.

Ein aktueller Beitrag im Deutschen Ärzteblatt weist daraufhin, dass telemedizinische Modelle, etwa Fernüberwachungen mit tragbaren Computersystemen, sogenannten Wearables und Smartphones, dazu dienen könnten, Patienten besser über ihre Krankheiten zu unterrichten, Arztbesuche durch Anbieten von Online-Sprechstunden zu reduzieren und somit Kosten einzusparen [2]. Es gibt bereits die Vorstellung, eine App mit der Funktion eines persönlichen Gesundheitsassistenten zu entwickeln, auch zur besseren Koordination und Terminvergabe unter Einbindung von Krankenhäusern, niedergelassenen Ärzten und anderen medizinischen Einrichtungen (wie z. B. Apotheken und Physiotherapeuten).

In der Behandlung selbst vermag roboter- und nanogestützte Technik Dinge zu tun, zu denen der Mensch allein nicht imstande ist. Dies ermöglicht medizinische Fortschritte in der Heilung von Krankheiten oder Verlängerung der Lebensdauer. Allerdings bringen die Entwicklungen teilweise auch „Nebenwirkungen“ mit sich (Tab. 1), auf die im zweiten Teil dieser Serie in der nächsten Ausgabe eingegangen wird. Im Vordergrund stehen dabei gesellschaftlich-ethische Aspekte, Datenschutzprobleme sowie rechtliche und praxistech-



**Mit Fitness-Apps lassen sich nicht nur sportliche Leistung überwachen, auch Puls und Blutdruck können aufgezeichnet werden.**

nische Fragen. Dieser Beitrag soll zunächst einen Überblick über die Entwicklungen der digitalisierten Medizin geben, der aufgrund der zunehmenden Unübersichtlichkeit der digitalen Möglichkeiten vorläufig und unvollständig bleiben muss.

**Gesundheits-Apps im Überblick**

Schauen wir schwerpunktmäßig auf den explodierenden Markt der Gesundheits-Apps und Sensorik, die dem Bereich des Mobile Health zuzuordnen sind. 14.000 deutschsprachige Gesundheits-Apps gibt es mittlerweile [3] – Tendenz weiter steigend. Gerade im Erste-Hilfe-Bereich können Apps heute tatsächlich Leben retten. Das Fazit der „Bad Boller Reanimationsgespräche“ 2017 war unter anderem, dass die Verfügbarkeit von Ersthelfern sich durch entsprechende Alarmierungs-Apps zumindest in Großstädten erheblich steigern lässt. Auch profitiert demnach der professionelle Rettungsdienst von Big-Data-Analysen für eine optimale Ressourcen-Allokation [4].

Etliche Krankenkassen wiederum bieten Fitness-, Migräne- und Tinnitus-Apps an. Im gynäkologischen Bereich finden sich Apps zur genauen Bestimmung der fruchtbaren Tage, andere Apps offerieren Skurriles wie einen Spermaqualitätscheck per Smartphone [5]. Ebenso ist es bereits möglich, Leberflecken mit dem Smartphone abzufotografieren und per App an einen Hautarzt zu schicken, der nach der Befundung entsprechende Rückmeldung geben kann. Auch Depressions-Coaches werden von etlichen Krankenkassen angeboten.

Andere Apps reagieren auf bestimmte Verhaltensweisen und können einen manischen Krankheitsschub erkennen, wenn ein Manisch-Depressiver etwa die halbe Nacht Nachrichten mit dem Smartphone schreibt [6]. Da heute die meisten Kinder und Jugendlichen das Smartphone nutzen und häufig selbst von Depressionen betroffen sind, sollen einer aktuellen Meldung zufolge auch hier Frühwarnzeichen unbemerkt vom Nutzer registriert und weitergeleitet werden [7]. Im Rahmen eines Projektes der Universitäten Tübingen und Würzburg soll eine entsprechende App entwickelt werden. Dafür wird zunächst unter-

**Tab. 1: Risiken und Nebenwirkungen der digitalisierten Medizin**

Behandlungstechnische Fragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mangelnde wissenschaftliche Evidenz</li> <li>– Behandlungsfehler</li> <li>– Unübersichtlichkeit des Angebots</li> <li>– Fragen der Aus- und Weiterbildung von Ärzten und angestelltem Personal</li> <li>– Qualitätsmanagement/Audit?</li> <li>– Abhängigkeit von IT-Spezialisten</li> <li>– Gefahr entmenschlichter Medizin</li> <li>– Verändertes Arzt-Patient-Verhältnis</li> <li>– Compliance-Druck bei Ärzten und Patienten</li> </ul>
Rechtliche Fragen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Datenschutzrecht</li> <li>– Heilmittelrecht</li> <li>– Medizinprodukterecht</li> <li>– Fehlende Zertifizierung von Apps</li> </ul>
Datenschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sammlung, Verwendung und Verwaltung von Daten</li> <li>– Cyber-Kriminalität</li> </ul>
Gesellschaftlich-ethische Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nicht medizinische Interessen</li> <li>– Überwachung versus Transparenz</li> <li>– Glauben an die technische Lösbarkeit von Problemen</li> <li>– Vermeiden der grundsätzlichen Auseinandersetzung mit Leiden, chronischer Krankheit und Tod</li> <li>– Eigendynamik und Umgang mit neuen Entwicklungen</li> <li>– Mensch-Maschine-Thematik</li> <li>– Anfälligkeit der Digitalisierung</li> <li>– Umweltrelevanz, Energieverbrauch</li> </ul>

sucht, ob Jugendliche mit Depressionen den Nachrichtendienst WhatsApp anders nutzen, etwa mehr negativ getönte Begriffe oder das Smartphone generell weniger verwenden als sonst. Ein Überblick über heute schon anwendbare digitale Technik in der Neuropsychiatrie wurde bereits in der ersten Ausgabe des NeuroTransmitters 2018 gegeben [8], weshalb es hier bei diesen Einzelbeispielen belassen wird.

Fitnessarmbänder wiederum, spezielle T-Shirts und andere Wearables bieten viele weitere Möglichkeiten der Erhebung und Übermittlung von Gesundheitsdaten, etwa Blutdruck und Puls. Auch andere mit Herzerkrankungen assoziierte Faktoren wie Bewegung, Ernährung, Lifestyle, Rauchen und Alkohol sowie der Blutzucker können registriert werden. So berechnet das Unternehmen dacadoo einen Health-Score zwischen 1 und 100 aus den übermittelten Daten von Fitnesstrackern und Smartphones. Anwender können ihren Score in der entsprechenden App einsehen und werden mit persönlichem Feed-

back dazu ermutigt, diesen zu verbessern. Das Ganze soll bei der Früherkennung von Krankheiten wie Krebs oder Diabetes helfen [9]. Bei schon bestehendem Diabetes gewinnt die mobile Behandlung ebenso an Bedeutung, ein Zusammenschluss von Diabetesverbänden und der Deutschen Diabetesgesellschaft hat gerade damit begonnen, Diabetes-Apps sowohl aus Sicht von Patienten als auch ärztlicherseits gemeinsam zu beurteilen und zu zertifizieren [10].

**Sensorik in der Medizin**

Im Bereich der Sensorik hat unser Fachgebiet 2017 Schlagzeilen mit der Meldung gemacht, dass in den USA die erste Medikamenten-Sensor-Kombination zur Behandlung von bipolaren Störungen zugelassen wurde, um zu überprüfen, ob das Präparat Aripiprazol regelmäßig eingenommen wird [11]. Der Sensor funktioniert ohne Batterie, besteht aus Kupfer, Magnesium und Silizium und erzeugt ein schwaches elektrisches Signal, sobald er von der Magensäure zersetzt wird. Das Signal wird von einem

auf dem Brustkorb aufgebrauchten Pflaster aufgenommen und via Bluetooth an ein Smartphone gesandt. Laut Angaben des Herstellers sind die Inhaltsstoffe für den Körper unproblematisch.

Sensortechnologien werden ebenso, wie Daten von messenden Apps und Armbändern, in der Inneren Medizin dazu genutzt, biophysikalische Herz-Kreislauf-Parameter kontinuierlich zu erfassen. Somit kann ein Sensor, der über einen Herzkatheter in die Lungenstrombahn eingebracht wird und dort kabelfrei verbleibt, Parameter des Blutdrucks erfassen und übermitteln. Dies eröffnet auch Möglichkeiten einer effizienteren telemedizinischen Steuerung der Herzinsuffizienztherapie, so Gerd Hasenfuss, Vorstandsmitglied der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin [12]. In der Augenheilkunde wiederum kann mit Sensortechnik über Kontaktlinsen stetig der Augendruck gemessen werden, um den Grünen Star zu verhindern [13].

### Überwachung zur Vorsorge

Neue Technologien sollen, so ein weiterer Trend, für die Versorgung älterer, häufig allein lebender und für ernste Notfälle gefährdeter Menschen eine Verknüpfung mit ihrem sozialen Umfeld herstellen. Hier kommt das Konzept des „Ambient assisted living“ (AAL) zum Einsatz [14]. So beschreiben Bein et al., dass die Wohnung des Nutzers dafür umfassend mit Sensoren, Bewegungsmeldern und Mikrofonen ausgestattet werden kann, die den Bewohner rund um die Uhr überwachen und über Auswertungsalgorithmen auch schon minimale Beeinträchtigungen der persönlichen Leistungsfähigkeit erfassen. Auch wenige Sensoren wären möglich, die nur relevante Zwischenfälle erfassen, wie zum Beispiel einen Sturz, und dies dann an den Pflegedienst oder eine andere kompetente Adresse melden. Fließende Übergänge sind hier möglich.

In diesem Sinne ist dann wohl auch die zunehmende Überwachung von Kinderzimmern, etwa zum raschen Erkennen von Verletzungen (z.B. Verschlucken von Kleinteilen) oder zur Vermeidung des plötzlichen Kindstodes, einer von Bürgern selbst angewandten digitalisierten Medizin zuzuordnen.

### Online Arzt-Patienten-Interaktion

Aus den genannten Beispielen wird bereits deutlich, dass zur Auswertung entsprechender Daten sowie für daraus resultierende Behandlungsvorschläge zwangsläufig eine Arzt-Patienten-Interaktion über das Internet erforderlich wird. Angewandt wird dies bereits zum Training von Sehmustern bei der kindlichen Amblyopie. Auch gibt es mittlerweile über einen Innovationsfond geförderte telemedizinische Modellprojekte, wie das Deutsche Ärzteblatt kürzlich berichtete [15]. So sind etwa die Universitätskliniken Aachen und Münster, 17 periphere Kliniken, mehr als 100 Arztpraxen sowie zwei Ärztenetzwerke vernetzt, um telemedizinische Unterstützung bei infektiologischen und intensivmedizinischen Fragen zu geben. In Mecklenburg-Vorpommern soll im ländlichen Raum durch ein telemedizinisches Konsil die Behandlung von Patienten mit Hauterkrankungen in einer koordinierten Versorgungskette zwischen Hausarzt, Dermatologe und Krankenhaus sichergestellt werden. Ein weiteres Projekt wurde in Niedersachsen zur Nachsorge nach einer Nierentransplantation implementiert. Ebenso sind bereits Konzepte zu einer Online-Psychotherapie oder Teletherapie des Stotterns etabliert.

### Änderungen im EBM erforderlich

Fernbehandlungen, die in unterversorgten ländlichen Gebieten sehr sinnvoll sein können, werfen jedoch auch abrechnungstechnische Fragen auf. Seit April 2017 sind nun zwei Positionen zur Videosprechstunde im einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM) enthalten, die jedoch nur zur Verlaufskontrolle bestimmter Krankheitsbilder erlaubt ist, sofern der Patient zuvor bereits in der regulären Sprechstunde war. Auch die elektronische Kommunikation zwischen Ärzten wird, das zeigen die Neuerungen der Gesundheitstelematik, eine größere Rolle spielen. So ist das radiologische Telekonsil, eine Zweitbefundung durch einen Konsiliararzt über elektronischen Austausch der Aufnahmen, ebenfalls im April 2017 in den EBM aufgenommen worden. Beim Deutschen Ärztetag 2018 soll nun über eine entsprechende Änderung der Berufsordnung abgestimmt

werden [16], um einen breiteren Einsatz telemedizinischer Anwendungen zu ermöglichen.

Die Übergänge zwischen Datenerhebung und angewandter Therapie sind in der digitalisierten Medizin fließend. Rückmeldetechnik ist hier relevant, die das Verhalten steuern soll, etwa zur Veränderung der Ernährung, der Senkung des Blutdrucks oder zur Verbesserung der seelischen Stimmung. Dies gehört zum zweiten eingangs genannten Bereich, der Medizininformatik im Sinne von Patientendatenmanagement und elektronischer Diagnose- und Therapieunterstützung. Hier spielen Algorithmen eine wesentliche Rolle, die automatisch auf Auffälligkeiten in den Daten reagieren und entsprechende Feedback-Botschaften senden können.

Dies wird heute schon intensiv in der bildgebenden Diagnostik genutzt. Dabei rücken Fragen zum Einsatz der künstlichen Intelligenz in den Fokus von Radiologen. Hier liefern die neuen Generationen von CT und MRT so viele Informationen, dass ein Mensch allein sie nicht alle erfassen kann. Trotzdem müssen Radiologen daraus Befunde und Diagnosen ableiten, wozu sie zwangsläufig Algorithmen benötigen. Im Bereich der künstlichen Intelligenz etwa ist das System Watson der Firma IBM bereits mit zehntausenden Bildern so trainiert worden, dass die Algorithmen erkennen, auf welchem Bild Brustkrebs zu erkennen ist und auf welchem nicht [17].

### Therapie mit künstlicher Intelligenz

Softwareunterstützung ist radiologisch auch zur Feststellung seltenerer Krankheiten hilfreich [18]. Das Ganze wird dann gerne unter den Begriff der „Computergestützten Assistenzsysteme“ gefasst. Dazu gehört auch die digitale Unterstützung bei der Prüfung von Medikamentenwechselwirkungen zur Erhöhung der Arzneimittelsicherheit, was laut der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) ein „erstes konkretes Beispiel für sinnvolle Assistenzsysteme“ ist [19]. Anderes Beispiel: Ein Start-Up präsentierte 2017 einen Algorithmus, der an der Stimme erkennen soll [20], ob Menschen an Alzheimer oder Depressionen leiden.

Im psychotherapeutischen Bereich werden erste Algorithmen entwickelt, die mittels automatischer Sprachanalyse Rückmeldung über den Therapiefortschritt von Patienten geben sollen. So forscht der Psychologe Markus Wolf an der Universität Zürich daran, E-Mails und Chats psychisch Kranker auszuwerten [21]. Das Programm misst demnach beispielsweise, wie häufig positive Wörter wie schön, lustig und froh verwendet werden. Das Ziel seien Handreichungen, die Psychotherapeuten dabei helfen sollen, den Erfolg ihrer Therapien besser einzuschätzen. Noch allerdings sei die Fehlerquote der Sprachanalyse per Computer zu hoch, um die Ergebnisse sinnvoll auf Einzelpersonen anzuwenden. Im Personalbereich werden jedoch entsprechende Sprachcomputer und dazugehörige Algorithmen bei Stellenbewerbern durchaus schon eingesetzt, um sich unabhängig von manipulierbaren herkömmlichen Persönlichkeitsfragebögen ein (elektronisch ausgewertetes) Bild über entsprechende Merkmale zu verschaffen [22].

Über das Programm Tess™ wiederum sind bereits therapeutische Gespräche mit einem „autonomen intelligenten Assistenten“ möglich, der dafür nicht mit großen Datenmengen trainiert wird, sondern auf Basis der Methoden der künstlichen Intelligenz psychische Stressreaktionen erkennt und vorgibt, diesen erfolgreich begegnen oder sie einer Eskalation zuführen zu können [23]. Psychologen bringen dem Programm dafür logische Muster bei, die es weiter entwickelt, sobald Patienten positiv darauf ansprechen.

### Verwendung von Genomdaten

Die Möglichkeiten der Verarbeitung riesiger Datenmengen erlaubt es mittlerweile auch, Informationen des Genoms in die digitalisierte Medizin einzubeziehen – das ist dem dritten oben genannten Bereich zuzuordnen. In Krebsdiagnostik und -therapie wird dies bereits genutzt. So werden etwa vom US-Unternehmen Foundation Medicine krebstypische Genmutationen in Gewebeproben von Tumoren erfasst, ein Algorithmus errechnet anschließend mithilfe des in einer Datenbank mit 125.000 Krebspro-

filen verfügbaren Wissens aus Arzneimittelstudien, welche Therapie zu dem krebstypischen Genmutationsmuster eines Patienten am besten passt und den größten Erfolg verspricht. Das Unternehmen, das mehrheitlich Anteile an Roche Diagnostics hält, will laut einer Meldung aus 2017 hierfür ein Labor im oberbayerischen Penzberg aufbauen [24].

Zur personalisierten Krebsdiagnostik und -therapie mag es dabei hilfreich sein, in anonymisierten Daten vieler Menschen nach spezifischen Krebsmustern zu suchen. Hierfür ist die Erfassung großer Datenmengen von Freiwilligen erforderlich. In den USA haben Firmen wie die Google-Tochter Verily und Forschungsgruppen bereits begonnen, die Gen- und klinischen Daten von einer Million Freiwilligen im Rahmen der öffentlich geförderten Precision-Medicine-Initiative zu erheben [25]. Momentan läuft eine Pilotstudie mit 10.000 Freiwilligen. Bei Kosten von mittlerweile unter 1.000 € für eine Genomanalyse ist das auch keine extreme wirtschaftliche Investition mehr. Nur am Rande sei noch erwähnt, dass aufgrund von umfassenden Gen-Daten bei entsprechenden Krankheitsbildern Sequenzanomalien gezielt therapiert werden können, was der Gentherapie zu einem neuen Höhenflug verhilft. Die vor fünf Jahren erfundene Gen-Schere CRISPR-Cas9

kommt hierbei zum Einsatz. Chinesische Forscher experimentieren damit bereits an menschlichen Embryonen [26].

Ein anderer Ansatz verfolgt das Ziel, einen „digitalen Zwilling“ von Patienten anzufertigen, um anhand dieser Daten patientenindividuell Medikamente zu finden [27]. Patienten werden hier zu computerisierten Nummern mit je etwa 600 Gigabyte Genomdaten. Angewandt wird dies im Sinne der personalisierten Medizin bereits bei Krebspatienten an der Berliner Charité. Noch wird keine komplette Menschenkopie verwendet, sondern nur ein für Krebserkrankungen programmierter Baustein. Die US-Firma Alcaris begrenzt das Computermodell auf 800 Gene und 45 biochemische Signalwege, nämlich diejenigen, die die Teilung und das Sterben von Zellen steuern. Dadurch soll besser verstanden werden, wie es zu Zellentartungen kommt, und welche Medikamente hier wirken könnten. Andere Bausteine für das Herzkreislauf-System, für die Organe, später vielleicht auch für das Gehirn, sollen hinzukommen. Der Humangenetiker Hans Lehrach fordert daher, dass jeder von der Geburt bis ins hohe Alter einen Computer-Zwilling haben sollte, damit man Medikamente vor der Verordnung am digitalen Doppelgänger ausprobieren könne [28].



Roboter wie ROBEAR könnten die digitale Zukunft der Pflege sein.

© Toru Kawata / dpa / picture-alliance

## Medizinische Zukunftsmusik

Auch wird schon intensiv an menschlicher Unsterblichkeit gearbeitet. Sie sei in Reichweite, meint der Futurologe Ian Pearson. Sogar der Alterungsprozess könne umgekehrt werden, ein 80-Jähriger werde den Körper eines 25- bis 30-Jährigen haben [29]. Weitere Möglichkeiten der Lebensverlängerung sind Veränderungen der DNA mit der Gen-Schere CRISPR oder auch der Einsatz künstlicher Organe aus 3D-Druckern. Durch eine permanente Analyse von Gesundheitsdaten könnten Krankheiten wiederum früh erkannt werden, im Idealfall würde man bereits gewarnt, bevor man krank werde, so Christopher Lindinger, Forschungsleiter eines Future-Lab [30].

Die Visionen klingen unrealistisch, aber die Zukunft ist nicht mehr weit entfernt. So nahmen im November 2017 in Berlin über 800 Menschen an einem „Future-Medicine“-Kongress teil [31]. Der Genetiker Joel Dudley schilderte hier die Bemühungen, Datenmengen aus verschiedenen medizinischen Disziplinen, die sonst stark auf ihr eigenes Fachgebiet fokussiert sind, zusammenzuführen und daraus eine Art neuer Heilkunde zu formen. Dazu soll die elektronische Patientenakte ebenso gehören wie Informationen über das Genom, Proteine und Stoffwechselprodukte. Auch Einflüsse wie Stimmung, Schlaf, geistige Beweglichkeit und das Immunsystem würden berücksichtigt. In einer Untersuchung nutzten Dudley und sein Team die Datenbank der Mount-Sinai-Klinik mit 700.000 elektronischen Patientenakten, um mit ihrer Hilfe den Rechner zu

schulen. Das Ergebnis der Datenanalyse ist ein „deep patient“ mit bestimmten Eigenschaften. Diese „Repräsentation“ kann verwendet werden, um das Risiko, an bestimmten Krankheiten zu erkranken, zu berechnen oder um Behandlungsempfehlungen zu geben. Das kann soweit gehen, dass technisch vorausgesagt werden soll, wann ein schwerkranker Patient sterben wird. Eine amerikanische Start-Up-Firma hat hierzu aktuell einen Algorithmus entwickelt, der ärztliche Indikationen nach Diagnosen wie kongestives Herzversagen oder Krebs im Endstadium durchforstet und die Krankheitsbilder mit Mustern häufiger Behandlungen abgleicht. Dadurch könnten Voraussagen getroffen werden, welche Patienten in einer Woche, in sechs Wochen oder einem Jahr sterben würden, meint einer der Firmengründer [32].

## Robotik – Zukunft der Pflege?

Der vierte eingangs genannte Bereich der digitalisierten Medizin, die Robotik, ist bereits in der Patientenversorgung angekommen und soll hier nur kurz erwähnt werden. Es gibt immer mehr operative Eingriffe, die mithilfe von Roboter-assistierten Operationssystemen durchgeführt werden, etwa die Prostataresektion [33]. Ferner gibt es das wachsende Gebiet der Mikrorobotik, zu der Sensoren zählen, die für die Messung des Blutdrucks in Blutbahnen gespritzt werden. Nanoroboter wiederum sollen zukünftig Medikamente in Zellen transportieren.

Auch gibt es bereits humanoide Robotersysteme wie Pepper und Nao, die den Patienten hilfreich zur Seite stehen können [34]. Sie können sprechen, zuhören, Dinge greifen und Ereignisse in ihrer Umgebung bildlich aufzeichnen. Dementsprechend wird ein Einsatzgebiet in Rehabilitation und Pflege gesehen. Assistentenroboter bieten schon heute sensorische und informatorische Funktionen bei entsprechenden Krankheitsbildern, Verletzungsfolgen, Behinderungen oder dienen letztlich auch zur Verstärkung menschlicher Fähigkeiten.

In Japan kommen Roboter bereits für die Pflege zum Einsatz. Auch hierzulande ist von „Pflege 4.0“ die Rede. Bei häufig überlasteten Pflegekräften und einem zunehmenden Mangel an Personal könnten auch in Deutschland zukünftig

entsprechende Maschinen zum Einsatz kommen. 2016 gab der Deutsche Bundestag hierzu ein Gutachten in Auftrag. Mit diesem soll zum einen identifiziert werden, wie hoch der Bedarf an Robotertechnologie in pflegerischen Versorgungsprozessen ist. Darüber hinaus soll untersucht werden, welche praktischen Anforderungen der Technologieeinsatz an das Pflegepersonal und andere Nutzergruppen stellt. Schließlich soll es auch um ethische Fragestellungen gehen [35].

Rainer Kasperbauer vom Medizinischen Dienst der Krankenversicherung in Bayern sieht bereits jetzt in der „Pflege digital“ Potenziale, um den Herausforderungen des demografischen Wandels zu begegnen [36].

Die Deutschen haben gar nicht so viel dagegen. Eine Umfrage des Forschungsministeriums ergab 2015, dass jeder Vierte sich vorstellen kann, einmal von einem Roboter gepflegt zu werden [37]. Die Zustimmung war demnach umso größer, je jünger die Befragten waren. So hätte jeder dritte Jugendliche im Alter von 14 bis 19 Jahren nichts dagegen, in ferner Zukunft einmal von einer Maschine aus dem Bett in den Rollstuhl gehievt zu werden. Und bei den über 70-Jährigen ist immerhin jeder Fünfte der Vorstellung nicht abgeneigt.

## Fazit für die Praxis

Die Digitalisierung wesentlicher gesellschaftlicher Bereiche – wie der Medizin – schreitet dynamisch und schier unaufhaltbar voran. Der Überblick zu derzeit absehbaren Entwicklungen der digitalisierten Medizin als Informationsgrundlage wurde an dieser Stelle bewusst faktenbezogen und nüchtern gegeben, auch wenn sich dabei wohl beim Leser (und Schreiber) gemischte Gefühle einstellen. Dies wird im zweiten Beitrag über problematische Begleiterscheinungen der eHealth-Trends aufzugreifen sein. □

## Literatur

[www.springermedizin.de/neurotransmitter](http://www.springermedizin.de/neurotransmitter)

## AUTOR

**Dr. med. Andreas Meißner**  
 Facharzt für Psychiatrie und Psychotherapie  
 E-Mail: [psy.meissner@gmx.de](mailto:psy.meissner@gmx.de)

## „Freiheit für 1 Prozent!“

Auf der Frühjahrstagung des bayerischen BVDN-Landesverbandes hat sich im März eine Gruppe von Kollegen gegründet, die bereit ist, die Gesundheitstelematik nicht einzuführen. Aufgrund der Probleme mit dem Datenschutz sowie den geringen Vorteilen verglichen mit dem Aufwand und den Nachteilen der Gesundheitstelematik, sind sie bereit den für 2019 angedrohten Honorarabzug um 1 % in Kauf zu nehmen.

Kontaktadresse: Dr. M. Dauphin, Ingolstadt, E-Mail: [dauphin-michel@t-online.de](mailto:dauphin-michel@t-online.de)