



# **GESUNDHEITSWESEN AKTUELL 2016**

## **BEITRÄGE UND ANALYSEN**

herausgegeben von Uwe Repschläger,  
Claudia Schulte und Nicole Osterkamp

Boris Augurzky

Effizienz der Arzneimittelpreise:

Auf dem Weg zu Alpha Centauri: Gesundheitsversorgung 2030

AUSZUG aus:

BARMER GEK Gesundheitswesen aktuell 2016 (Seite 54–73)

Boris Augurzky

## AUF DEM WEG ZU ALPHA CENTAURI: GESUNDHEITSVERSORGUNG 2030

Die Welt rund um die Gesundheitsversorgung entwickelt sich in technologischer Hinsicht rasant. Viele derzeit nur von Menschen zu erbringende Leistungen werden schon bald von Robotern erledigt. Und im Gesundheitswesen? Wie ist es um die Innovationskraft im deutschen Gesundheitswesen bestellt? Der folgende Beitrag ist ein visionärer Ausblick auf das, was kommen könnte, und gleichzeitig ein kritisches Urteil über die Akteure im Gesundheitswesen, deren aktuelles Handeln vielfach von Besitzstandswahrung und Verharren in Mutlosigkeit geprägt ist.

### Einleitung

Am 14. April 2016 stellte Yuri Milner, ein russischer Unternehmer und Manager, 100 Millionen Dollar für das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Breakthrough Starshot“ bereit, in dem ein Konzept erarbeitet werden soll, Nanosatelliten zu Forschungszwecken bis in das der Erde benachbarte Sternsystem Alpha Centauri zu senden. Partner dieses ehrgeizigen Projekts ist der Starphysiker Stephan Hawking. Und auch Facebook-Gründer Mark Zuckerberg unterstützt das Vorhaben. Das Sternsystem ist 4,4 Lichtjahre entfernt. Das bedeutet, selbst Licht braucht über vier Jahre, um dort anzukommen. Eine herkömmliche Sonde wie jene, die dem Zwergplaneten Pluto neulich einen Besuch abstattete, ist im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit so langsam, dass sie eine Ewigkeit zu Alpha Centauri unterwegs wäre. Es bedarf daher Sonden, die zumindest einen relevanten Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit erreichen. Bei rund 20 Prozent der Lichtgeschwindigkeit könnte eine solche Sonde nach rund 20 Jahren Reisezeit ankommen. Aber statt eines großen Raumschiffs sollen es tausende winziger Nanoteile sein, die mithilfe eines speziellen Antriebssystems auf solch eine hohe Geschwindigkeit gebracht werden sollen. Sie wären damit tausendmal schneller als das schnellste Raumfahrzeug bisher.

Die Herausforderungen zur Realisierung dieser Vision sind gewaltig. Die Auseinandersetzung damit wird Jahre dauern. Sollten sie gemeistert werden, könnte es noch vor dem Jahr 2030 zum Start kommen. Während hier mit großem Einsatz von

Wagniskapital ehrgeizige Visionen angegangen werden, überlegt man im deutschen Gesundheitswesen stattdessen, ob Rezepte auf Papier nicht weiterhin besser seien als in elektronischer Form. Während Deutschland der einen Milliarde Euro für die misslungene Entwicklung der elektronischen Patientenakte nachtrauert, haben die USA seit 2009 rund 30 Milliarden Dollar in die Entwicklung der IT-Landschaft im Gesundheitswesen investiert. Der im Jahr 2009 initiierte „American Recovery and Reinvestment Act“ führte zu Investitionen von mehr als 30 Milliarden US-Dollar in Gesundheits-IT ([www.healthit.gov](http://www.healthit.gov)). Während die Bundesländer jährlich 2,7 Milliarden Euro für Krankenhausinvestitionen bereitstellen, baut Dänemark für 5,8 Milliarden Euro Superkrankenhäuser – ein Betrag, der auf deutsche Verhältnisse übertragen 80 Milliarden Euro entspräche (Klinik Markt inside 03/2016).

- Wo wird die Krankenhauslandschaft beziehungsweise das Gesundheitswesen in Deutschland 2030 stehen, wenn die ersten Mikrosonden sich bereits auf den Weg zum nächsten Sternensystem gemacht haben?
- Werden die Gesundheitseinrichtungen die vergreisende Bevölkerung Deutschlands hüten und pflegen?
- Wird es dabei „nur“ darum gehen, wie die knapper werdenden Ressourcen im bestehenden System noch effizienter eingesetzt und Rationierung erträglich gestaltet werden können?
- Wird man sich nur fragen, ob der mit dem Krankenhausstrukturgesetz ins Leben gerufene Strukturfonds seine Arbeit erfolgreich abgeschlossen hat, ob die Qualität sauber gemessen wird und die Nachfrage nunmehr qualitätsorientiert erfolgt?
- Werden noch ganz andere Trends die Entwicklung im kommenden Jahrzehnt prägen beziehungsweise prägen dürfen? Oder gelingt es der Unmenge an regulatorischen Vorgaben, kreative Ansätze grundsätzlich im Keim zu ersticken?

Denn im Gesundheitswesen ist dies mehr als anderswo möglich. Effizienzsteigernde Veränderungen haben die Eigenart, dass sie trotz eines positiven Mehrwertes neben Gewinnern auch einige Verlierer erzeugen. Im Gesundheitswesen können sich potenzielle Verlierer durch Berufung auf die bestehenden zahlreichen Regularien einen Bestandsschutz erstreiten. Der potenzielle Verlierer im Gesundheitswesen hat damit

anders als in den meisten anderen Branchen zwei Möglichkeiten, um mit existenzbedrohenden Veränderungen umzugehen. Er kann versuchen, entweder sich dem neuen aufkommenden Wettbewerb zu stellen und seine Produkte zukunftsfähig anzupassen oder gegen den neuen Wettbewerber rechtlich und politisch vorzugehen und ihn rechtzeitig auszuschalten, bevor sein innovatives Produkt vom Markt angenommen werden kann. Wenn er genügend Mitstreiter findet, also andere potenzielle Verlierer, ist die zweite Variante meist eine durchaus bequeme und Erfolg versprechende.

Vor diesem Hintergrund sollte man visionäre Erwartungen im Gesundheitswesen zunächst einmal dämpfen – wenn da nicht der aufkommende enorme Finanzierungsdruck im Laufe der 2020er Jahre wäre. Die Generation der Babyboomer wechselt dann schrittweise vom Erwerbsleben in die Rente. Die Babyboomer reduzieren dann schlagartig ihre Beiträge zu den Sozialversicherungen und ihre Steuerzahlungen und nehmen im Gegenzug mehr Leistungen der Sozialversicherungen in Anspruch. Dies erzeugt einen derart massiven Finanzierungsdruck, dass bestehende Regeln stillschweigend außer Kraft gesetzt werden dürften. Es wird dann nicht mehr darum gehen, ob man Roboter grundsätzlich mag oder nicht. Es wird dann nur noch darum gehen, dass man Rationierung minimiert und eine akzeptable Versorgungsqualität überhaupt irgendwie erreicht – im Notfall mit Robotern.

Tatsächlich könnte aber mit dieser anstehenden Ressourcenverknappung sogar alles besser werden, wenn die Optionen zur Besitzstandswahrung und Innovationsbremse immer weniger Akzeptanz finden. Technischer Fortschritt könnte dann verstärkt Einzug in das Gesundheitswesen halten, und Trends jenseits der demografischen Entwicklung könnten an Bedeutung gewinnen. Welche könnten diese sein? Unser aller Fantasie ist naturgemäß begrenzt, weil wir nur auf Erfahrungen aus der Vergangenheit, nicht aber aus der Zukunft zurückgreifen können. So war der Autopionier Gottfried Daimler Anfang des 20. Jahrhunderts überzeugt, dass es in Zukunft höchstens eine Million Autos geben könne, weil die Anzahl der Chauffeure begrenzt sei ([www.nebelbank.de/irrtuemer.html](http://www.nebelbank.de/irrtuemer.html)). Thomas Watson, CEO von IBM, wiederum ging davon aus, dass es einen Weltmarkt für vielleicht fünf Computer geben wird. Im Folgenden soll dennoch der Versuch unternommen werden, wichtige Trends aus Sicht des Autors zu erörtern.

Im Gesundheitswesen gehört dazu an erster Stelle die Bevölkerungsentwicklung. Der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung wird darüber hinaus eine eigene Bedeutung zukommen. Die Gesundheitswirtschaft profitiert indirekt von effizienzsteigernden Innovationen in anderen Branchen, weil sie zu einem Großteil ihre finanziellen Ressourcen (Krankenversicherungsbeiträge) aus anderen Branchen erhält. Ändern werden sich außerdem die Präferenzen der Nachfrager, das bedeutet der Patienten und der Arbeitnehmerschaft in den Betrieben. Vor allem aber sind völlig neuartige Produkte und Leistungen zu erwarten, die das Potenzial haben, die Art und Weise der Leistungserbringung im Gesundheitswesen auf den Kopf zu stellen. Im Folgenden sollen drei Kategorien von Produkten unterschieden werden:

1. Heute schon existierende Produkte, die jedoch noch nicht oder nur ansatzweise den Weg ins Gesundheitswesen gefunden haben,
2. Produkte, die in den nächsten Jahren sehr wahrscheinlich zu erwarten sind und
3. Produkte, die noch mehr den Charakter von „Fiction“ als „Science“ haben.

### Die Demografie gibt den Ton an

Japan vergreist rapide. Die Lebenserwartung ist hoch, die Geburtenrate niedrig und Zuwanderung spielt praktisch keine Rolle. Ein Viertel der Japaner ist heute älter als 65 Jahre. In 20 Jahren werden 40 Prozent aller Japaner Rentner sein. Am 22. April 2016 berichtete die Süddeutsche Zeitung, wie es Rentnern in Japan ergeht:

„Sie werden aufs Land abgeschoben oder müssen sich nützlich machen. Dabei ist mit Nützlichmachen nicht das Hüten von Enkelkindern gemeint, sondern Freiwilligenarbeit. Auf dem Land pflegen deshalb viele 75-Jährige ihre über 95-jährigen Eltern“.

Demografisch gesehen befindet sich Deutschland auf dem Weg in Richtung Japan. In nur wenigen Jahren wird die in Deutschland neu eingeführte Rente mit 63 bloßes Wunschdenken sein. Sie funktioniert derzeit, weil noch genügend Babyboomer erwerbstätig sind. Sie wird kollabieren, sobald ein Großteil der Babyboomer in Rente gegangen ist. Dann wird sich der Renteneintritt langsam, aber sicher in Richtung 70 Jahre bewegen – nicht um die Menschen zu ärgern, sondern schlichtweg weil es nicht

genügend junge Menschen gibt, die die Arbeit übernehmen und den Lebensunterhalt der Rentner zahlen könnten.

Alterung bedeutet aber nicht nur Reduktion der Erwerbstätigkeit, sondern auch steigende Nachfrage nach Gesundheitsleistungen. Ein 75-jähriger Mann sucht im Durchschnitt fünfmal häufiger ein Krankenhaus auf als ein 35-jähriger Mann. Auch wenn die Menschen im Alter länger fit bleiben als in früheren Zeiten, wird der altersbedingte Unterschied in der Krankenhausinanspruchnahme beachtlich bleiben. Dafür dürfte schon der medizinisch-technische Fortschritt sorgen, der unter anderem dazu führt, dass besonders hochbetagte Menschen heute noch medizinische Behandlungen erfahren können, was zu früheren Zeiten weitaus weniger häufig möglich war. So stieg die Krankenhaushäufigkeit der über 80-Jährigen zwischen 2005 und 2014 um rund 50 Prozent (Augurzky et al. 2016). Dies bedeutet, dass künftig die Zahl der Krankenhausesfälle weiter steigen wird, je nach Annahmen zum medizinisch-technischen Fortschritt mehr oder weniger stark – vorausgesetzt alles läuft so weiter wie bisher. Sicher ist jedoch, dass die Altersmedizin und Altenpflege immer mehr das Leistungsspektrum der Medizin dominieren werden.

Mehr Patienten heißt mehr Gesundheitsausgaben. Gleichzeitig schrumpfen die Zahl der jüngeren Erwerbstätigen und damit die Beitragseinnahmen der Krankenkassen. Zwar dürfte ein stetiges Wirtschaftswachstum dem entgegenwirken. Das bedeutet, pro Erwerbstätigem dürfte 2030 eine deutlich höhere Wertschöpfung erreicht werden, sodass die absoluten Beiträge pro Kopf höher ausfallen werden. Gleichzeitig treiben aber steigende Lohnkosten, gespeist durch die zunehmende Knappheit an Fachkräften, die Preise für Dienstleistungen wie im Gesundheitswesen nach oben. Eine Pflegefachkraft wird im Jahr 2030 am Arbeitsmarkt noch gefragter sein als heute. Entsprechend steigen die am Markt realisierbaren Löhne und infolgedessen die Preise.

Zum Mengeneffekt der steigenden Gesundheitsnachfrage gesellt sich also ein nicht unerheblicher Preiseffekt. Der so wachsende Finanzierungsdruck im Gesundheitswesen dürfte allein mit Wirtschaftswachstum nicht aufgefangen werden können. Im Rahmen eines allgemeinen Gleichgewichtsmodells prognostizieren Augurzky und Felder (2013)

bei Fortschreibung des Status quo und einem Wirtschaftswachstum von 1,1 Prozent pro Kopf einen GKV-Beitragssatz von über 20 Prozent bis 2030. Dabei gilt: je stärker das Wirtschaftswachstum ausfällt, desto weniger stark muss der GKV-Beitragssatz steigen. Hinzu kommen wachsende Beitragssätze der Sozialen Pflegeversicherung und der Rentenversicherung. In der Summe dürften die Sozialabgaben ein Niveau erreichen, das Erwerbstätigen nicht zumutbar sein wird. Insofern wird es zwangsläufig zu einer Rationierung des Angebots an Gesundheitsleistungen kommen, um die Sozialabgaben auf einem gerade noch erträglichen Niveau zu halten.

Auf der regionalen Ebene wird sich der demografische Wandel recht unterschiedlich äußern. Einige Ballungsgebiete erleben durch innerdeutsche Wanderungsbewegungen und durch Zuwanderung von außen einen Zustrom an erwerbsfähigen Menschen. Viele ländliche Regionen dagegen erfahren neben der generellen Alterung der Bevölkerung zusätzlich einen Wegzug von jungen erwerbsfähigen Bürgern. Beides zusammen wird es immer schwieriger machen, dort die vorhandene öffentliche Infrastruktur und die Gesundheitsversorgung in ihrer heutigen Form kostendeckend aufrechtzuerhalten.

Neben den Effekten der demografischen Entwicklung auf die Nachfrage nach und die Finanzierung von Gesundheitsleistungen wird sie auch den Arbeitsmarkt beeinflussen. Weniger jüngere Menschen heißt weniger Fachkräfte. Sollten die Sozialabgaben in schwindelerregende Höhen steigen, dürfte darüber hinaus die Arbeitsmotivation sinken. Aufgrund der Knappheit an qualifizierten Arbeitskräften dürften stattdessen aber eher ihre Bruttolöhne in dem Maße steigen, dass trotz steigender Sozialabgaben die Nettolöhne immer noch moderat wachsen. Höhere Sozialabgaben werden im Segment der qualifizierten Arbeitskräfte voraussichtlich vollständig auf die Bruttolöhne gehen. Dies wiederum verteuert vor allem in Dienstleistungsunternehmen die Leistungserbringung, was mittelfristig zu höheren Preisen führt. Im Ergebnis wird der Druck zur Einsparung von Arbeit in Dienstleistungsbranchen wie dem Gesundheitswesen immens steigen.

### Die Nachfrage wacht auf: Präferenzen der Bürger und Patienten

Nicht nur die Bevölkerungsstruktur wird die Nachfrage nach Gesundheitsleistungen spürbar verändern. Auch die Präferenzen der Bürger und Patienten unterliegen einem

Wandel. Der Patient wird informierter. Heute verfügt er über den Zugang zu weit mehr Informationen als noch vor 15 Jahren. Das Internet ist allgegenwärtig, und es enthält eine Menge Wissen über Medizin und Themen rund um die Gesundheit. Auch wenn sich darunter viel Halbwissen befindet, so wird der moderne Patient dieses mit zu seinem Arzt nehmen und darauf aufbauend Fragen und Forderungen stellen. Einige Patienten werden außerdem zu „Forschern“. Sie sammeln über sogenannte „Wearables“ eigene Gesundheitsdaten in enger zeitlicher Abfolge, wie sie kein Arzt zur Verfügung haben kann. Damit wird der Patient Teil eines Analyseprozesses: Er bringt die nötigen Daten mit, die der Arzt anschließend analysiert. Hieraus entstehen ganz neue Forderungen an die Mediziner. Im Zweifel bringt der Patient sogar schon mögliche Diagnosen mit und erwartet vom Arzt nur noch eine Bestätigung oder geeignete Therapieempfehlungen. Die Kommunikation darüber beschränkt sich aber nicht auf den Arzt und Patienten. Menschen mit Gesundheitsinformationen tauschen sich in sozialen Netzwerken aus. Über die Vernetzung von sehr vielen Patienten, die jeweils für sich genommen Experten ihrer eigenen Krankheit sind, kann ein gepooltes Expertenwissen entstehen, eine Art Schwarmintelligenz. Es kommt zu einer Wissensgenerierung außerhalb des herkömmlichen Gesundheitswesens. Im Ergebnis stehen dem Arzt viel aufgeklärtere Patienten gegenüber.

Ein verändertes Anspruchsverhalten entwickelt sich indessen nicht nur in Bezug auf die medizinische Leistung, sondern auch in Bezug auf sämtliche Services rund um die Medizin. In anderen Branchen erfährt der Patient, wie reibungslos viele Prozesse in elektronischer Form funktionieren. Er erhält elektronische Flugtickets, die er nur mit seinem Smartphone nutzt. Er kauft sich termingebundene Leistungen elektronisch ein, bestellt Produkte im Internet, führt Videokonferenzen durch, kann Filme „streamen“ und vieles mehr. Irgendwann fragt er sich, wieso er eigentlich kein elektronisches Rezept auf dem Smartphone erhält, wieso in manchen Arztpraxen die Wartezimmer voll sind, obwohl ein fester Termin vereinbart wurde, wieso man nicht über E-Mail mit der Arztpraxis kommunizieren und beispielsweise Laborergebnisse austauschen kann. Der Patient wird bequemere und effektivere Prozesse einfordern, wie er sie auch außerhalb der Medizin kennt. Er wird nach telemedizinischen Angeboten suchen, wenn Anfahrtswege zur Arztpraxis zu umständlich sind und zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Das Angebot könnte dann sogar überregional oder weltweit zur Verfügung stehen.

Letztendlich werden immer weniger die Ärzte oder die Selbstverwaltung des Gesundheitswesens entscheiden, welche Regeln gut für den Patienten sind, sondern mehr und mehr der Patient selbst. Der künftige Patient dürfte insgesamt aufgeschlossener gegenüber digitalen Prozessen und Produkten sein und sie von Ärzten und Krankenhäusern einfordern. Er dürfte aber auch aufgeschlossener gegenüber modernen Technologien sein. Rund 83 Prozent der Bundesbürger können sich vorstellen, einen Service-Roboter zu Hause zu nutzen, wenn sie dadurch im Alter länger in den eigenen vier Wänden wohnen könnten. Das geht aus einer Umfrage hervor, die das Meinungsforschungsinstitut forsa im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) anlässlich der Hannover Messe 2016 durchgeführt hat (BMBF 2016).

### Neue Produkte existieren, werden nur noch nicht genutzt

Not macht erfinderisch. So fliegt in Malawi das Blut per Drohne zum AIDS-Test, wie Die WELT am 30.3.2016 berichtet (Die WELT 2016a):

„Statt in Wochen oder Monaten kann ein Testergebnis nun innerhalb von nur fünf Tagen vorliegen. Babys werden ebenfalls getestet, und die Resultate müssen rasch vorliegen, da Neugeborene noch keine eigenen HIV-Antikörper entwickelt haben.“

Eine solch mobile Versorgung erlaubt es, entlegene oder bislang infrastrukturell unerschlossene Gebiete mit grundlegenden Angeboten zu versorgen. Im dünn besiedelten Oberbergischen Land mit durchaus passablem Straßennetz sind dagegen die Strecken zu lang. Der Arzt verbringt dort mehr Zeit im Pkw als beim Patienten. So berichtet Die WELT vom 11. März 2016 über den Landarzt Thomas Aßmann, der sagt:

„25 Minuten Anfahrt, fünf Minuten beim Patienten und 25 Minuten Rückweg – das ist hier auf dem Land ganz normal.“

(Die WELT 2016b). Leider nimmt die Zahl der Landärzte ab.

„Dann hatte er eine Idee, wie er sich die mühsamen Anfahrtswege sparen und dadurch mehr Zeit für die Patienten haben kann.“

Wenn ein älterer, wenig mobiler Patient untersucht werden muss, fährt ein Versorgungsassistent mitsamt einem Telemedizinrucksack los, der unter anderem ein Blutdruckmessgerät, ein Pulsoximeter und ein Drei-Kanal-EKG-Gerät enthält. „Die Praxis fährt zum Patienten hin.“ Vor Ort macht der Assistent beim Patienten ein EKG und misst den Blutdruck. Per Video wird der Landarzt über ein Tablet zugeschaltet. Der persönliche Kontakt mit dem Patienten leide darunter nicht. Die Messwerte werden in die Praxis geschickt.

„Das System ist geschlossen. Die anonymisierten Daten kommen vom Tablet in die Praxis – der Anbieter speichert keine Patientendaten.“

Derzeit darf der Assistent aus rechtlichen Gründen nur einfache Routineüberprüfungen machen. Die Erstbehandlung darf ausschließlich der Arzt vor Ort durchführen. In der Schweiz und in den Niederlanden ist diesbezüglich mehr erlaubt. Dänemark ermöglicht sogar die flächendeckende Telemedizin. Technisch wäre also heute schon einiges mehr möglich.

Viele ähnliche Produkte oder Leistungen, die die Versorgung für Patienten verbessern oder dem Leistungserbringer wertvolle Zeit einsparen würden, könnten heute schon eingesetzt werden. Ihr Einsatz scheitert jedoch oftmals an rechtlichen Hürden. Verwunderlich ist auch, weshalb medizinisch-relevante Daten nicht auf einer elektronischen Patientenakte hinterlegt werden können, wie dies zum Beispiel in Dänemark oder Israel gang und gäbe ist. Nicht nur müsste der Patient nicht bei jedem neuen Arztkontakt seine gesamten Daten handschriftlich hinterlegen, sondern es wäre auch möglich, Doppeluntersuchungen zu vermeiden und den Überblick über die einzunehmenden Arzneimittel zu behalten. Rezepte könnten elektronisch hinterlegt und damit Arbeitsabläufe einfacher gestaltet werden. In Finnland will man beispielsweise Rezepte auf Papier gesetzlich verbieten. Eine elektronische Patientenakte könnte außerdem die Notfallversorgung einfach dadurch verbessern, dass alle relevanten Gesundheitsdaten des Notfallpatienten vorliegen. Sie würde der Versorgungsforschung starken Auftrieb geben. Damit könnte viel besser gute von schlechter Qualität getrennt werden. Erwähnenswert ist hier Israel, das sich zu einem führenden Land bei der Big-Data-Analytik elektronischer Patientenakten entwickelt.

## Sich anbahnende Revolutionen: mittelfristig zu erwartende Produkte

Während einiges schon heute technisch machbar wäre, aber aus Gründen der Besitzstandswahrung mit rechtlichen Mitteln unterbunden wird, bahnen sich schon die nächsten kleinen Revolutionen an. Mit moderner Technik verbessern sich laufend Operationsmethoden. Unter den Stichwörtern Virtual Reality und Augmented Reality ergeben sich für den Operateur neue effektive Hilfsmittel, ebenso wie mit einer immer ausgefeilteren Robotik. Dem Geschick und der Präzision des Chirurgen sind natürliche Grenzen gesetzt. Roboter können diese überwinden. Sie leiden auch nicht unter Übermüdung (Kaku 2012). Sie können dabei extrem präzise Bewegungen ausführen. Insgesamt können so die Behandlungsqualität gesteigert und gleichzeitig Abläufe arbeitssparender gestaltet werden. Durch den wachsenden Einsatz nicht invasiver Chirurgie können außerdem immer mehr Eingriffe mit weniger Risiken und anschließend kaum sichtbaren Wunden durchgeführt werden.

Mit der Sammlung und Zusammenführung von Gesundheitsdaten würde die eher stiefmütterlich betriebene Versorgungsforschung erheblichen Auftrieb erhalten. Auch könnten bessere Prognosen über sich anbahnende Krankheiten getroffen werden. In der Kriminalitätsbekämpfung kommen heute schon datenbasierte Methoden zum Einsatz, um präventiv einschreiten zu können. Mögliche Kriminalitätsbrennpunkte können auf Basis von auffälligen Mustern in entsprechenden Daten prognostiziert werden – ähnlich wie eine Wettvorhersage. In Kombination mit genomischer Information von Patienten würde die Medizin individueller werden können. Genetisch bedingte Unverträglichkeiten könnten berücksichtigt, Arzneimittel gezielt für spezielle Genotypen entwickelt und so viel gezielter und mit größerer Wirkung eingesetzt werden.

Moderne Technik wird die Mobilität sowohl der Patienten als auch der Leistungserbringer erhöhen. Selbstfahrende Autos und Drohnen aus der Luft bringen Leistung und Patient einfacher zusammen. Telemedizin bringt den Arzt und der 3D-Drucker medizinische Produkte direkt in das Wohnzimmer des Patienten. Darüber hinaus erlauben Exoskelette älteren Menschen eine Ausweitung ihrer eigenen Mobilität. Retina-Implantate erlauben Sehen für Blinde, Cochlea-Implantate Hören für Gehörlose, Exoskelette und mentale Steuerung Gehen für Gelähmte oder Gehschwache (SPIEGEL ONLINE 2016).

Mithin bringen künstliche Gliedmaßen und mentale Steuerung den Menschen näher zur Maschine und schaffen womöglich bald schon den „ergrauten Cyborg“, der sich den altersbedingten körperlichen Einschränkungen erfolgreich widersetzt.

Umgekehrt nähern sich Maschinen dem Menschen an. Im Jahr 2014 besteht eine russische Software erstmals den sogenannten Turing-Test: Eine Software wurde von einer Gruppe von menschlichen Prüfern im Rahmen eines Text-Chats für einen Menschen gehalten (SPIEGEL ONLINE 2014). Im Journalismus schreiben heute schon Computer einfache Berichte zu Fußballspielen und Börsenkursen. Bei künstlicher Intelligenz (KI) geht es dabei aber nicht ausschließlich um stures schnelles Rechnen, sondern vor allem um Lernfähigkeit. Das bedeutet, dass sich ein System ständig neu verdrahten muss. Eine KI fängt an wie ein Baby – also für Außenstehende unbeholfen. Sie muss in der Lage sein, Muster erkennen und aus Erfahrungen lernen zu können. Dann kann sie sich zu einem Expertensystem weiterentwickeln, das zum Beispiel im Gesundheitsbereich mit gezielten Fragen und Antworten eine Diagnose liefert, die auf der Erfahrung von zahllosen Ärzten weltweit basiert. Der Schritt dahin sei nicht mehr weit. So betitelte Die WELT am 27. April 2016 einen Artikel zur Evolution der künstlichen Intelligenz

„Lernende Computer sagen Menschen, was sie tun sollen. Klingt nach Science-Fiction, ist es aber nicht mehr“ (Die WELT 2016c).

Im März 2016 schlägt Googles AlphaGo erstmals den Weltmeister im Brettspiel Go, Lee Sedol (bild der wissenschaft 2016). Er musste sich bei vier der fünf Partien geschlagen geben. Experten rechneten damit erst in zehn Jahren. Demis Hassabis, Chef von Google DeepMind, spricht von einem symbolischen Wendepunkt, „vergleichbar mit der Mondlandung“. Anders als beim Schachspiel reicht schiere Rechenleistung bei Go nämlich nicht aus. Während es beim Schach „nur“  $10^{123}$  Züge gibt, sind es bei Go  $10^{1023}$ . Die Zahl der Atome im beobachtbaren Universum schätzt man auf  $10^{80}$ . AlphaGo verfügt über zwei neuronale Netze, die die Funktion von Nervenzellen nachahmen und selbstständiges Lernen ermöglichen. Zunächst wurden die neuronalen Netze drei Wochen lang mit 30 Millionen Zügen menschlicher Experten gefüttert, und das System begann zu

lernen. Es begann schwach und steigerte sich sukzessive. Dabei habe es zuweilen Züge gemacht, die kein Mensch spielen würde, so der Go-Europameister Fan Hui – aber sie seien wunderschön. AlphaGo besitzt die Fähigkeit, global über das Brett zu schauen und Lösungen zu finden, die Menschen nicht beachten würden oder nicht zu spielen trainiert haben. Das ist ein gewaltiges Potenzial für Lösungen, die Menschen nicht sehen. Jeder Go-Spieler könne von dem Programm profitieren und sich dadurch effektiv steigern.

Könnte sich AlphaGo oder ein vergleichbares System auch ärztliches Know-how und Erfahrungen aneignen? Kann es von Ärzten lernen, klein anfangen und irgendwann sogar besser als Ärzte werden? Wird man irgendwann verblüfft feststellen, dass es im medizinischen Bereich Lösungen findet, die Menschen nicht beachten oder nicht zu erkennen trainiert haben, und dass Ärzte von dem Programm profitieren und sich dadurch effektiv steigern könnten? Zum Beispiel IBMs Supercomputer Watson hat sich dieses Ziel gesetzt. Es scheint sehr wahrscheinlich, dass im Jahr 2030 Ärzte aktiv von künstlicher Intelligenz unterstützt werden. Sie können dadurch nicht nur auf die gesamten medizinischen Erkenntnisse weltweit zurückgreifen – tagesaktuell. Sie würden auch fundierte Unterstützung bei der Diagnosefindung und der Erarbeitung und Priorisierung von Therapieanschlüssen erhalten.

## Das noch Denkbare

Im Jahr 2030 wird die medizinisch-technische Entwicklung nicht haltmachen. Viele neue Technologien sind denkbar, die mit den Regeln der Physik grundsätzlich vereinbar sind, aber derzeit noch in das Reich der Science-Fiction fallen. Interessante Überlegungen dazu werden von Kaku (2012) angestellt. Hier soll nur in aller Kürze darauf eingegangen werden anhand folgender Systematik:

1. Mensch und Dinge vernetzen sich miteinander und jeweils untereinander,
2. Maschine unterstützt Mensch: Robotik,
3. Mensch nähert sich Maschine: künstliche Gliedmaßen und Organe, Implantate,
4. Mensch optimiert sich: Genomische Medizin, neue biologische Gliedmaßen und Organe,
5. Maschine nähert sich Mensch: Künstliche Intelligenz.

Bereits heute sind weltweit Milliarden von Menschen untereinander digital vernetzt. Während Nachrichten von Mensch zu Mensch über Kontinente vor Jahrhunderten noch Wochen unterwegs waren, sind es heute nur Bruchteile von Sekunden. Durch inzwischen sehr kleine Speicherchips lassen sich außerdem Dinge miteinander vernetzen, woraus allmählich ein „Internet der Dinge“ entstehen würde. Dinge können dabei Maschinen, Geräte, aber auch die eigene Kleidung oder die eigene Wohnung sein. In ferner Zukunft geht man vermutlich online, sobald man sich anzieht. Oder betritt man das mit Sensoren ausgestattete Badezimmer, finden automatisch Scans statt, um kleinste Krebszellen zu entdecken, Jahre bevor sich überhaupt ein Tumor bildet. Permanent könnten Unregelmäßigkeiten etwa im Herzschlag oder in der Atmung überprüft werden, um rechtzeitig vor einem gesundheitsgefährdenden Ereignis präventiv eingreifen zu können. Über Chip-Implantate direkt am oder im Menschen kann eines Tages sogar der Mensch Teil des Internets werden. Es entstünde ein Internet der Dinge und der Menschen.

In Verbindung mit dem „vernetzten Menschen“ könnten Roboter den Menschen in allen Lebensbereichen unterstützen. Während es heute der Rasenmäher-Roboter oder Staubsauger-Roboter ist, ist es zukünftig vielleicht der Pflegeroboter. Allerdings müssen Roboter nicht immer eine sichtbare Größe besitzen. Kleine Mikroroboter könnten als winzige Helferlein im Körper eines Menschen existieren, um Informationen zu sammeln und um in kritischen Situationen direkt eingreifen zu können. Hier beginnt bereits das Zusammenwachsen von Mensch und Maschine. Künstliche Gliedmaßen und Organe, intelligente Implantate und die mentale Steuerung von denselben setzen das Zusammenwachsen fort.

Noch viel weitreichender wäre dagegen eine Optimierung des Menschen durch temporäre oder dauerhafte Veränderungen an seinem Genom beziehungsweise durch Nutzung von Kenntnissen über die Bedeutung von genetischer Information im Hinblick auf Krankheiten. Über Stammzellen könnten in der Zukunft eigene Organe gezüchtet werden. Organspenden fremder Menschen würden sich erübrigen. Bereits im Jahr 2008 gelang eine erfolgreiche Züchtung von Herzzellen aus embryonalen Stammzellen (N24 2008). Verlorene Gliedmaßen würden sich wiederherstellen lassen – aus eigenem

Gewebe, nicht aus künstlichem Material. Dass dies prinzipiell möglich ist, beweist die Natur am Beispiel des Salamanders, der verloren gegangene Körperteile regenerieren kann. Gentherapie könnte einst die Heilung einiger Erbkrankheiten wie Mukoviszidose, Tay-Sachs-Syndrom oder Sichelzellenanämie ermöglichen. Etwa 5.000 solcher Erbkrankheiten sind derzeit bekannt. Volkskrankheiten könnten besiegt werden: Diabetes, Herzkrankheiten, Alzheimer, Parkinson, Krebs. Denkbar ist auch die Wiederherstellung von Rückenmark. Schlaganfallopfern könnte damit geholfen werden.

Kurz: Die Medizin nach 2030 würde sich weit weniger um die Behandlung von Symptomen kümmern als vielmehr um die grundsätzliche Heilung von Krankheiten beziehungsweise gleich um die effektive Prävention zur Vermeidung von Krankheiten. Die Bedarfe würden sich völlig anders als heute darstellen – und damit auch das Leistungsangebot.

## Die Gesundheitsversorgung 2030

Um Rationierung der Gesundheitsleistungen bei einem Fortschreiben des Status quo zu vermeiden, gibt es drei Wege:

- Ressourcen ausweiten,
- Produktivität erhöhen und
- Nachfrage dämpfen.

Um die Ressourcen auszuweiten, bedarf es einer wachstumsfreundlichen Wirtschaftspolitik. Darunter fallen Themen wie Bildung und Ausbildung, qualifizierte Zuwanderung, Schaffung eines investitionsfreundlichen Klimas, Erhöhung des Renteneintrittsalters. Speziell im Gesundheitswesen fällt darunter auch die Ausweitung der Eigenbeteiligung der Patienten an ihren Gesundheitskosten. Eine Dämpfung des Nachfragewachstums ist in Teilen durch Prävention, nachfragedämpfenden technischen Fortschritt, Vermeidung von Behandlungen mit geringem Nutzen, Ambulantisierung und über die Anreizwirkung wiederum Eigenbeteiligung des Patienten erreichbar.

Die Erhöhung der Produktivität kann wie bisher über eine stetige Steigerung der betrieblichen Effizienz der bestehenden Leistungserbringer angestrebt werden. Dies wird



jedoch nicht reichen. Vielmehr muss eine Steigerung der Effizienz des Systems erzielt werden, indem Strukturen und regulatorische Vorgaben derart angepasst werden, dass eine effizientere Leistungserbringung möglich wird. Im Krankenhausbereich bedeutet dies vor allem Schwerpunktbildung, Spezialisierung, Ambulantisierung, integrierte Versorgung, verbesserte Patientensteuerung, Case Management, Digitalisierung. Dies erfordert eine stärkere Verbundbildung bis hin zur Netzwerkmedizin (Holzinger und Augurzky 2015). Insgesamt ist dafür eine höhere Marktdynamik erforderlich, das bedeutet Marktaustritte von weniger effizienten und Markteintritte von innovativen effizienteren Angeboten. In ländlich geprägten Regionen hat dies zur Konsequenz, dass die Krankenhausdichte, die derzeit als großzügig betrachtet werden kann, sinkt. Im Gegenzug braucht es neue Konzepte der ländlichen Versorgung, sowohl für die Notfallversorgung als auch für die ambulante fach- und hausärztliche Versorgung.

Hierzu bedarf es politischer Weichenstellungen. Sie werden jedoch niemals revolutionärer Natur sein, sondern stets nur graduelle Weiterentwicklungen des Bestehenden, weil dabei sehr vielfältige Interessen berücksichtigt werden müssen. Insbesondere tut sich die Politik schwer damit, Besitzstände infrage zu stellen. Aus diesem Grund sind zusätzlich unternehmerische Impulse nötig. Nur sie besitzen prinzipiell das Potenzial zu fundamentalen Systemveränderungen bis hin zur schöpferischen Zerstörung. Sie dürften in den folgenden Bereichen zu finden sein: Digitalisierung der Medizin, künstliche Intelligenz, „Wearables“ und „Insidables“, Robotik, 3D-Druck, genomische Medizin. Selbstfahrende Kraftfahrzeuge, Drohnen aus der Luft und Telemedizin unterstützen dabei die Mobilität, die zur Versorgung der Fläche benötigt wird.

Völlig neue Akteure könnten dazu wichtige Impulse setzen. Weltweit agierende Unternehmen mit vornehmlich digitalen Angeboten konnten in den vergangenen zehn Jahren enorme Werte schaffen und althergebrachte Industrien in Windeseile geradezu überflügeln. Viele Branchen, in denen die Digitalisierung bereits Einzug gehalten hat, haben ihr Gesicht stark verändert. Das Gesundheitswesen hat sich dem bislang aufgrund seiner enorm hohen Regulierungsdichte und der damit verbundenen Möglichkeit, Besitzstände zu bewahren, entziehen können. Wie oben geschildert, ist es aber aus zwei Gründen unwahrscheinlich, dass dies dauerhaft der Fall sein wird.

- Erstens ändern sich die Präferenzen der Patienten, die Kundenorientiertheit, Transparenz und digitale Angebote aus anderen Lebensbereichen immer mehr gewohnt sind.
- Zweitens wird der wachsende Finanzierungsdruck im Gesundheitswesen effizienzsteigernden Angeboten langfristig zum Durchbruch verhelfen.

Hier gilt wieder: Not macht erfinderisch. Die Frage wird nur sein: Werden diese Angebote von „außen“ kommen, das bedeutet von Akteuren außerhalb des Gesundheitswesens oder von agilen Leistungserbringern innerhalb des bestehenden Gesundheitswesens?

Wer auch immer die Initiative ergreift und sich erfolgreich durchsetzt, die Gesundheitsversorgung 2030 wird nicht mehr wiederzuerkennen sein. Die Babyboomer-Jahrgänge werden dann die „Alten“ stellen und die Märkte durch ihre schiere Zahl dominieren. Die Medizin wandelt sich immer mehr zu einer Altersmedizin. Darunter ist jedoch nicht einfach „Geriatric überall“ zu verstehen. Die Medizin im Jahr 2030 dürfte sich intensiv damit beschäftigen, die Mobilität älterer Menschen zu erhalten oder sogar auszuweiten.

Ein Szenario für das Jahr 2030 könnte wie folgt aussehen. Die Medizin hat längst Einzug in die Wohnzimmer der Menschen gehalten. Die Kommunikation zwischen Arzt und Patient funktioniert ganz selbstverständlich über Videoschaltung beziehungsweise über Geräte zur Erzeugung einer virtuellen Realität, in der sich Arzt und Patient virtuell gegenüberstehen – wohl auch unter Inanspruchnahme von künstlicher Intelligenz. Das einstige Fernbehandlungsverbot erzeugt nur noch ein müdes Lächeln. Das ärztliche Rezept wird selbstverständlich elektronisch ausgestellt, und wenn das Arzneimittel nicht gleich im 3D-Drucker zu Hause produziert wird, bringt es im Laufe des Tages eine Drohne aus der Luft vorbei. Wenn der Betroffene es wünscht, werden all seine einzunehmenden Arzneimittel aufgelistet und er wird rechtzeitig daran erinnert, wann sie einzunehmen sind. Ohnehin ist das Zuhause im Jahr 2030 ein Smart Home, das es älteren Menschen erlaubt, sehr lange in ihrer gewohnten häuslichen Umgebung verbleiben zu können. Japanische Unternehmen haben sich inzwischen zu Weltmarktführern in Sachen Pflegeroboter entwickelt. Für die einfache Pflege und Dienstleistungen rund ums Haus nutzen sie auch die Haushalte in Deutschland gerne – schon alleine deshalb,

weil junge Fachkräfte so knapp und teuer geworden sind, dass deren Dienstleistung für die Mehrzahl der Haushalte kaum noch bezahlbar ist.

Im Gesundheitswesen kam es also zu einer Dezentralisierung von zahlreichen Leistungen. Gleichzeitig kam es aber auch zu einer Zentralisierung der Leistungserstellung. Große integrierte Gesundheitszentren, ehemals Krankenhäuser, kümmern sich 2030 um all jene medizinischen Dienstleistungen, die nicht virtuell erbracht werden können. Dort erfolgen Behandlungen, die direkt am Körper vorgenommen werden müssen. Sie befinden sich weiter vom Wohnort der Patienten entfernt, als dies heute der Fall ist. Im Gegenzug ermöglicht diese Zentralisierung exzellente Qualität. Die gewachsene Qualitätstransparenz in den 2020er Jahren hatte nämlich immer mehr Menschen davon überzeugt, bei Bedarf größere Wege zum Spezialisten zurückzulegen. Am Ende war es eine Abstimmung mit Füßen gepaart mit dem allgegenwärtigen Finanzierungsdruck im Gesundheitswesen, die die wachsende Spezialisierung herbeigeführt haben. Dieses Mehr an Qualität führte dazu, dass Bürgerproteste bei der Verlagerung von Krankenhauskapazitäten in die Zentren weitgehend ausblieben. Begünstigt wurde dies durch selbstfahrende Autos, die die nötige Mobilität gerade für ältere Menschen schufen, durch eine Professionalisierung der Notfallversorgung und durch die zunehmend besser werdende virtuelle Kontaktaufnahme mit Ärzten und Apothekern im eigenen Smart Home. Sollte eine reale Behandlung im Gesundheitszentrum nötig sein, bleiben die Patienten mit ihren Angehörigen auch gerne virtuell in Kontakt. Oder wer möchte, kann bei einem durchschnittlichen Aufenthalt von inzwischen nur noch vier Tagen im Gesundheitszentrum seinen Angehörigen im Hotel nebenan unterbringen.

Die Mobilität älterer Menschen ist 2030 jedoch nicht nur passiver Natur, das bedeutet, dass Leistungen zu den Menschen („Amazonisierung“) oder über mobile Dienste die Menschen zu den Leistungen „wandern“. Der ältere Mensch des Jahres 2030 gibt sich nicht damit zufrieden, „nur“ eine neue Hüfte zu bekommen. Vielmehr legt er sich ein Exoskelett zu, um mit großer Kraft zügig voranzukommen. Rollatoren werden 2030 nur noch in Museen bewundert. Was einst das E-Bike aus dem Bike gemacht hatte, haben das Exoskelett und intelligente Prothesen mit dem Menschen des Jahres 2030 gemacht. Man spricht 2030 von dieser Entwicklung auch von „Cyborgisierung“. Es handelte

sich um einen schleichenden Prozess. Erst waren es Hörgeräte, Brillen und künstliche Gelenke. Mit der Zeit wurden die technischen Unterstützungen für den Menschen immer ausgefeilter und kaum noch als solche zu erkennen. 2016 druckte sich ein Mann aus dem 3D-Drucker einen neuen Fuß, den er im Syrien-Krieg verloren hatte (3druck.com 2016). In den 2020er Jahren folgten künstliche Organe, insbesondere auch Sinnesorgane, bis hin zu ergänzenden Speicherchips für das Gehirn.

Was das Leben erleichterte, die Mobilität erhielt oder sogar verbesserte und technisch machbar war, wurde extensiv nachgefragt. Die Grenze zwischen medizinisch notwendigen aus der Sozialversicherung zu finanzierenden Leistungen und Lifestyle verschwamm zunehmend. Mittlerweile leisten Patienten mit völliger Selbstverständlichkeit eine Eigenbeteiligung für medizinische Leistungen. Wer früher ein eigenes Auto selbst finanziert hatte, finanziert heute sein Exoskelett selbst. Bei vielen Leistungen ist nicht mehr klar abgrenzbar, ob sie rein konsumtiver oder rein medizinischer Natur sind. Aber auch die sinkende Zahl an Beitragszahlern tat ihr Übriges dazu.

Während mit den Errungenschaften der modernen Technik und Medizin im Jahr 2030 die flächendeckende Vergreisung in Deutschland ausgeblieben ist, bewegen sich die Mikrosonden noch immer im toten interstellaren Raum auf ihrem Weg zu Alpha Centauri. 2040 dürften sie mit ihrer Ankunft völlig neue Welten erblicken und die nächste Revolution auslösen ...

## Literatur

- 3druck.com (2016): „Syrier verliert Fuß und druckt sich Prothese mit dem 3D Drucker“.  
<https://3druck.com/objects/syrier-verliert-fuss-und-druckt-sich-prothese-mit-dem-3d-drucker-3545162/> (Download am 9. Juni 2016).
- Augurzky, B. und S. Felder (2013): Volkswirtschaftliche Kosten und Nebenwirkungen einer Bürgerversicherung. RWI-Materialien 75. RWI.
- Augurzky, B., S. Krolow, A. Pilny, C. M. Schmidt und C. Wuckel (2016): Krankenhaus Rating-Report 2016 – Mit Rückenwind in die Zukunft? Heidelberg.
- Beske, F. (2016): Perspektiven des Gesundheitswesens: Geregelt Gesundheitsversorgung im Rahmen der sozialen Marktwirtschaft. Berlin und Heidelberg.

- bild der wissenschaft (2016): „Computer schlägt Go-Profi“. Ausgabe 5. (Auch online unter [http://www.wissenschaft.de/technik-kommunikation/-/journal\\_content/56/12054/9802038/Computer-schlaegt-Go-Profi/](http://www.wissenschaft.de/technik-kommunikation/-/journal_content/56/12054/9802038/Computer-schlaegt-Go-Profi/), Download am 9. Juni 2016.)
- BMBF (2016): „Service-Roboter statt Pflegeheim“. Pressemitteilung. 25. April 2016. [www.bmbf.de/de/service-roboter-statt-pflegeheim-2727.html](http://www.bmbf.de/de/service-roboter-statt-pflegeheim-2727.html)
- Brynjolfsson, E. und A. McAfee (2014): The Second Machine Age. Kulmbach.
- Kaku, M. (2012): Die Physik der Zukunft. Reinbek bei Hamburg.
- N24 (2008): „Forscher züchten Herzzellen aus embryonalen Stammzellen“. 23. April 2008. [www.n24.de/n24/Wissen/d/428434/forscher-zuechten-herzzellen-aus-embryonalen-stammzellen.html](http://www.n24.de/n24/Wissen/d/428434/forscher-zuechten-herzzellen-aus-embryonalen-stammzellen.html) (Download am 9. Juni 2016).
- SPIEGEL ONLINE (2016): „Chip im Hirn: Gelähmter steuert erstmals Arm mit Gedanken“. [www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/querschnittsgelaehmter-steuert-arm-mit-chip-im-hirn-a-1086927.html](http://www.spiegel.de/gesundheit/diagnose/querschnittsgelaehmter-steuert-arm-mit-chip-im-hirn-a-1086927.html)
- SPIEGEL ONLINE (2014): „Durchbruch bei Künstlicher Intelligenz: Der unheimlich menschliche Eugene Goostman“. [www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/eugene-goostman-computer-besteht-erstmal-turing-test-a-974131.html](http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/eugene-goostman-computer-besteht-erstmal-turing-test-a-974131.html) (Download am 9. Juni 2016).
- Topol, E. (2015): The Patient Will See You Now: The Future of Medicine is in Your Hands. New York.
- Die WELT (2016a): „In Malawi fliegt das Blut per Drohne zum Aids-Test“. [www.welt.de/gesundheit/article153806552/In-Malawi-fliegt-das-Blut-per-Drohne-zum-Aids-Test.html](http://www.welt.de/gesundheit/article153806552/In-Malawi-fliegt-das-Blut-per-Drohne-zum-Aids-Test.html) (Download am 9. Juni 2016).
- Die WELT (2016b): „Der Doktor hat Sprechstunde – auf dem Tablet“. [www.welt.de/regionales/nrw/article153191057/Der-Doktor-hat-Sprechstunde-auf-dem-Tablet.html](http://www.welt.de/regionales/nrw/article153191057/Der-Doktor-hat-Sprechstunde-auf-dem-Tablet.html) (Download am 9. Juni 2016).
- Die WELT (2016c): Evolution der künstlichen Intelligenz. [www.welt.de/print/die\\_welt/wirtschaft/article154789401/Evolution-der-kuenstlichen-Intelligenz.html](http://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article154789401/Evolution-der-kuenstlichen-Intelligenz.html) (Download am 9. Juni 2016).

Ein Dank geht an Stephan Holzinger für wertvolle Kommentare.