

PANTHEON

Klaus Schwab  
**Die Vierte  
Industrielle  
Revolution**

KLAUS SCHWAB

**Die Vierte  
Industrielle Revolution**

Aus dem Englischen von  
Petra Pyka und Thorsten Schmidt

Pantheon

Die englische Originalausgabe erschien 2016  
unter dem Titel »The Fourth Industrial Revolution«.  
Diese Übersetzung erscheint in Abstimmung mit dem  
World Economic Forum, Colony, Schweiz.

Der Inhalt dieses E-Books ist urheberrechtlich geschützt und enthält technische  
Sicherungsmaßnahmen gegen unbefugte Nutzung. Die Entfernung dieser Sicherung sowie die  
Nutzung durch unbefugte Verarbeitung, Vervielfältigung, Verbreitung oder öffentliche  
Zugänglichmachung, insbesondere in elektronischer Form, ist untersagt und kann straf- und  
zivilrechtliche Sanktionen nach sich ziehen.

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten, so übernehmen wir für deren  
Inhalte keine Haftung, da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf deren Stand  
zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.

Erste Auflage  
Juni 2016

Copyright © 2016 by World Economic Forum – All rights reserved.  
Copyright © der deutschsprachigen Ausgabe 2016 by  
Pantheon Verlag, München, in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH,  
Neumarkter Str. 28, 81673 München

Umschlag: Büro Jorge Schmidt, München  
Umschlagmotiv: © World Economic Forum  
Satz: Ditta Ahmadi, Berlin  
Grafiken: Peter Palm, Berlin  
ISBN 978-3-641-20317-7  
V004

[www.pantheon-verlag.de](http://www.pantheon-verlag.de)

# Inhalt

## Einleitung

### **1. Die Vierte Industrielle Revolution**

Historische Einordnung

Tiefgreifender und systemischer Wandel

Ungleichheit als systemische Herausforderung

### **2. Triebkräfte**

Megatrends

Physische Megatrends

Digitale Megatrends

Biologische Megatrends

Wendepunkte

### **3. Auswirkungen**

Wirtschaft

Wachstum

Beschäftigung

Das Wesen der Arbeit

Unternehmen

Kundenerwartungen

Digital aufgewertete Produkte

Innovation durch Kooperation

Neue Betriebsmodelle

Nationale und globale Auswirkungen

[Staat](#)

[Länder, Regionen und Städte](#)

[Internationale Sicherheit](#)

[Die Gesellschaft](#)

[Ungleichheit und die Mittelschicht](#)

[Gemeinschaft](#)

[Der Mensch](#)

[Identität, Ethik und Moral](#)

[Menschliche Bindungen](#)

[Der Umgang mit öffentlichen und privaten Daten](#)

**[Wie es weitergeht](#)**

**[Dank](#)**

**[Anhang – Tiefgreifende Veränderungen](#)**

[Umwälzung 1](#)

[Implantierbare Technologien](#)

[Umwälzung 2](#)

[Unsere digitale Präsenz](#)

[Umwälzung 3](#)

[Die Augen als neue Schnittstelle](#)

[Umwälzung 4](#)

[Umwälzung 5](#)

[Allgegenwart der Datenverarbeitung](#)

[Umwälzung 6](#)

[Supercomputer für die Hosentasche](#)

[Umwälzung 7](#)

[Speicher für alle](#)

[Umwälzung 8](#)

[Das Internet der Dinge](#)

[Umwälzung 9](#)

[Das vernetzte Heim](#)

[Umwälzung 10](#)

[Intelligente Städte](#)

[Umwälzung 11](#)

[Entscheidungen auf der Grundlage von Big Data](#)

[Umwälzung 12](#)

[Selbstfahrende Autos](#)

[Umwälzung 13](#)

[Künstliche Intelligenz und Entscheidungsprozesse](#)

[Umwälzung 14](#)

[KI und Arbeitsplätze von Angestellten](#)

[Umwälzung 15](#)

[Robotik und Dienstleistungen](#)

[Umwälzung 16](#)

[Bitcoin und die Blockchain](#)

[Umwälzung 17](#)

[Die Sharing-Economy](#)

[Umwälzung 18](#)

[Staaten und die Blockchain](#)

[Umwälzung 19](#)

[3D-Druck und -Fertigung](#)

[Umwälzung 20](#)

[3D-Druck und die menschliche Gesundheit](#)

[Umwälzung 21](#)

[3D-Druck und Konsumprodukte](#)

[Umwälzung 22](#)

[Designer-Organismen](#)

[Umwälzung 23](#)

[Neurotechnologien](#)

## Anmerkungen



# Einleitung

Die größte und wichtigste der vielen verschiedenen, faszinierenden Herausforderungen, denen wir gegenwärtig gegenüberstehen, ist das Verständnis und die Gestaltung der neuen technologischen Revolution, die mit nichts Geringerem als einem tiefgreifenden Wandel der menschlichen Zivilisation einhergeht. Wir stehen am Anfang einer Revolution, die unsere Art zu leben, zu arbeiten und miteinander zu interagieren, grundlegend verändern wird. Aufgrund ihrer enormen Tiefen- und Breitenwirkung sowie ihrer Komplexität ist das, was ich als die Vierte Industrielle Revolution bezeichne, ein in der Geschichte der Menschheit beispielloser Vorgang.

Die Geschwindigkeit und das Ausmaß dieser neuen Revolution verstehen wir noch immer nicht vollständig. Nehmen wir die unbegrenzten Möglichkeiten, die sich daraus ergeben, dass Milliarden von Menschen über mobile Endgeräte miteinander verbunden sind: Rechenleistung, Speicherkapazität und der Zugang zu Wissen stehen in einem bislang ungekannten Umfang zur Verfügung. Oder denken wir an die erstaunliche Gleichzeitigkeit bahnbrechender technischer Innovationen bei neuen Technologien, in so breit gefächerten Gebieten wie Künstlicher Intelligenz (KI), Robotik, Internet der Dinge (IoT), selbstfahrenden Kraftfahrzeugen, 3D-Druck, Nanotechnologie, Biotechnologie, Materialwissenschaft, Energiespeicherung und Quantenrechner, um nur einige zu nennen. Viele dieser Innovationen stecken zwar noch in den Kinderschuhen, dennoch erreichen sie bereits einen Wendepunkt in ihrer Entwicklung: Über die Grenzen der physischen, digitalen und biologische Welt hinweg verschmelzen sie miteinander und verstärken sich gegenseitig.

Wir erleben tiefgreifende Veränderungen in sämtlichen Wirtschaftszweigen, die durch das Aufkommen neuer Geschäftsmodelle, die Disruption etablierter Unternehmen und neue Produktions-, Konsum-, Transport- und Liefersysteme gekennzeichnet sind. <sup>1</sup> Im gesellschaftlichen Bereich vollzieht sich ein Paradigmenwechsel in unseren Arbeits- und Kommunikationsformen und in der Art und Weise, wie wir uns äußern, informieren und miteinander unterhalten. In



ähnlicher Weise werden staatliche Strukturen und Institutionen umgestaltet, ändern sich Bildungs-, Gesundheits- und Verkehrssysteme. Neue Ansätze nutzen Technik, um das menschliche Verhalten sowie unsere Produktions- und Konsumsysteme zu verändern, und können so dazu beitragen, natürliche Lebensräume zu schützen und wiederherzustellen, statt versteckte Kosten in der Form externer Effekte zu erzeugen. All diese Veränderungen sind in ihrem Ausmaß, ihrer Schnelligkeit und ihrer Reichweite historisch beispiellos.

Wie sich diese neuen Technologien weiterentwickeln und am Markt behaupten werden, ist ungewiss. Ebenso wenig können wir momentan abschätzen, wie die von der industriellen Revolution angestoßenen Transformationen konkret aussehen und welche Folgen sie zeitigen werden. Die Komplexität und die bereichsübergreifende Vernetzung der Entwicklung machen es nötig, dass alle Stakeholder der Weltgesellschaft – Regierungen, Unternehmen, Wissenschaft und Zivilgesellschaft – zusammenarbeiten, um die aufkommenden Trends besser zu verstehen. Ein gemeinsames Verständnis ist unabdingbar, wenn wir eine Zukunft gestalten wollen, in der sich gemeinsame Ziele und Werte widerspiegeln. Die Frage, wie neue Technologien unser Leben und das der nachfolgenden Generationen verändern und wie sie das ökonomische, soziale, kulturelle und menschliche Umfeld umformen werden, bedarf einer weltweit abgestimmten, umfassenden Antwort.

Die Veränderungen sind so tiefgreifend, dass es in der Menschheitsgeschichte noch nie eine Zeit größerer Chancen, aber auch gravierenderer potentieller Gefahren gegeben hat. Meine Sorge ist, dass Entscheidungsträger zu oft traditionellen, linearen (und nicht-disruptiven) Denkmustern verhaftet sind oder zu sehr von kurzfristigen Belangen in Anspruch genommen werden, sodass sie nicht in der Lage sind, mit strategischem Weitblick über die Kräfte der Disruption und Innovation, die unsere Zukunft prägen werden, nachzudenken.

Ich bin mir bewusst, dass einige Wissenschaftler und Experten die Entwicklungen, die ich hier näher betrachte, lediglich als einen Teil der Dritten Industriellen Revolution ansehen. Drei Faktoren untermauern jedoch meine Überzeugung, dass eine eigenständige, eine Vierte Industrielle Revolution im Gange ist:

### *Geschwindigkeit*

Die Vierte Industrielle Revolution verläuft im Gegensatz zu den vorangegangenen industriellen Revolutionen nicht mit linearer, sondern mit exponentieller Geschwindigkeit. Dies ist darauf zurückzuführen, dass wir in einer facettenreichen, stark vernetzten Welt leben und dass neue Technologien ihrerseits neuere und noch leistungsfähigere Technologien hervorbringen.

### *Breite und Tiefe*

Die Vierte Industrielle Revolution basiert auf der digitalen Revolution und verknüpft vielfältige Technologien, die zu beispiellosen Paradigmenwechseln in der Wirtschaft, in der Gesellschaft, aber auch in der individuellen Lebensgestaltung führen. Sie ändert nicht nur, was wir tun und wie wir es tun, sondern auch, wer wir sind.

### *Systemische Auswirkungen*

Die Vierte Industrielle Revolution geht mit der Transformation ganzer Systeme einher, über Länder, Unternehmen und Branchen hinweg sowie quer durch die Gesellschaft insgesamt.

Ich habe dieses Buch als eine Art Einführung in die Vierte Industrielle Revolution geschrieben und mich darum bemüht, einige einfache Fragen zu beantworten: Was ist sie? Was wird sie uns bringen? Welche Auswirkungen wird sie auf uns haben? Was können wir tun, um sie zur Förderung des Gemeinwohls zu nutzen? Dieser Band richtet sich an all diejenigen, die sich für unsere Zukunft interessieren und die entschlossen sind, die Chancen dieses revolutionären Umbruchs zu nutzen, um eine bessere Welt zu schaffen. Mir geht es im Wesentlichen um drei Ziele:

- Ich möchte den Leser für den umfassenden Charakter und die Schnelligkeit der gegenwärtigen technologischen Revolution und ihre vielfältigen Auswirkungen sensibilisieren.
- Ich möchte einen konzeptionellen Bezugsrahmen für das Nachdenken über die technologische Revolution schaffen, der zentrale Probleme skizziert und mögliche Antworten aufzeigt.
- Ich möchte eine Plattform anbieten, die den Anstoß zu öffentlich-privaten

Kooperationen und Partnerschaften gibt, die Probleme in Zusammenhang mit dieser technologischen Revolution lösen.

Vor allem aber soll dieses Buch die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Technologie und Gesellschaft verdeutlichen. Technologie ist keine von außen wirkende Kraft, über die wir keine Gewalt hätten. Wir sind nicht gezwungen, eine Wahl zu treffen zwischen »hinnehmen und damit leben« oder »ablehnen und darauf verzichten«. Vielmehr sollten wir den tiefgreifenden technologischen Wandel als eine Einladung betrachten, darüber nachzudenken, wer wir sind und wie wir die Welt sehen. Je eingehender wir uns mit der Frage befassen, wie wir diese technologische Revolution nutzen können, umso gründlicher werden wir uns selbst und die Gesellschaftsmodelle, die diese Technologien verkörpern und ermöglichen, hinterfragen, und desto eher werden wir in der Lage sein, die Revolution in einer Weise zu gestalten, die dem globalen Gemeinwohl dient.

Es ist nicht die Aufgabe eines einzelnen Stakeholders oder Sektors, einer einzelnen Region, Industrie oder Kultur, die Vierte Industrielle Revolution so zu gestalten, dass sie den Einzelnen ermächtigt und den Menschen in den Mittelpunkt stellt, statt spaltend und entmenschlichend zu wirken. Die fundamentale und globale Natur dieser Revolution bedeutet, dass sie sich auf alle Länder, Volkswirtschaften, Sektoren und Menschen auswirken und ihrerseits von diesen beeinflusst werden wird. Daher kommt es entscheidend darauf an, dass wir Aufmerksamkeit und Energie in die Zusammenarbeit verschiedener Stakeholder investieren, über wissenschaftliche, soziale, politische, nationale und Sektorengrenzen hinweg. Dieses Zusammenwirken und -arbeiten ist notwendig, um gemeinsame, positive und hoffnungsvolle Narrative zu kreieren, die Individuen und Gruppen aus allen Teilen der Welt dazu befähigen und anspornen, an den Transformationen mitzuwirken und von ihnen zu profitieren.

Ein Großteil der Informationen, aber auch meine eigene Analyse in diesem Buch, basiert auf laufenden Projekten und Initiativen des Weltwirtschaftsforums; diverse Veranstaltungen des Forums in jüngster Zeit gaben mir Gelegenheit, meine Analyse zur Diskussion zu stellen und kritische Anmerkungen bei der weiteren Ausarbeitung zu berücksichtigen. Dieses Buch entwirft insofern auch einen Rahmen für die Gestaltung der zukünftigen Aktivitäten des

Weltwirtschaftsforums. Vielfältige Anregungen verdanke ich zudem zahlreichen Gesprächen, die ich mit Führungspersonlichkeiten aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft sowie mit Technologie-Pionieren und jungen Menschen geführt habe. In diesem Sinne handelt es sich um ein »Crowdsourcing«-Buch, ein Produkt des kollektiven Wissens und der Intelligenz der verschiedenen Gemeinschaften, die im Forum vertreten sind.

Das Buch ist in drei Teile gegliedert. Der erste Teil bietet einen Überblick über die Vierte Industrielle Revolution. Der zweite Teil stellt die wichtigsten transformativen Technologien vor. Im dritten Teil werden die (möglichen) Auswirkungen der Revolution und einige der damit verbundenen politischen Herausforderungen eingehend analysiert. Zum Schluss stelle ich einige praktische Ideen und Lösungsansätze vor, die zeigen, wie sich dieser einschneidende Transformationsprozess am besten steuern und sein Potential optimal nutzen lässt.

# 1.

## Die Vierte Industrielle Revolution

### Historische Einordnung

Das Wort »Revolution« bezeichnet einen jähen, tiefgreifenden Umbruch. Revolutionen fanden im Lauf der Geschichte immer wieder statt, wenn neue Technologien und neuartige Weltansichten einen tiefgreifenden Wandel der Wirtschaftssysteme und Gesellschaftsstrukturen auslösten. Die Geschichte lehrt uns allerdings, dass es Jahre dauern kann, bis sich die Folgen dieser abrupten Veränderungen manifestieren.

Die erste epochale Umwälzung unserer Lebensweise – der Übergang von der Zivilisationsstufe der Jäger und Sammler (»Wildbeuter«) zu Ackerbau und Viehzucht – geschah vor rund 10000 Jahren und wurde durch die Domestizierung von Tieren ermöglicht. Die landwirtschaftliche Revolution verknüpfte die Arbeitskraft von Mensch und Tier zum Zweck der Produktion, des Transports und der Kommunikation. Allmählich erhöhte sich die Nahrungsmittelproduktion, wodurch das Bevölkerungswachstum angekurbelt wurde und größere menschliche Siedlungen entstanden. Dies führte schließlich zur Urbanisierung und zum Aufstieg der Städte.

Auf die landwirtschaftliche Revolution folgte eine Reihe industrieller Revolutionen, die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begannen. In ihrem Verlauf wurde Muskelkraft mehr und mehr durch mechanische Kraft ersetzt, ein Prozess, der sich bis zur Vierten Industriellen Revolution fortsetzt, bei der gesteigerte kognitive Kräfte die menschliche Produktion verändern.

Die Erste Industrielle Revolution erstreckt sich von etwa 1760 bis um 1840. Sie wurde ausgelöst durch den Bau von Eisenbahnen und die Erfindung der Dampfmaschine und leitete die Ära der mechanischen Produktion ein. Die im späten 19. Jahrhundert beginnende und bis ins frühe 20. Jahrhundert hineinreichende Zweite Industrielle Revolution, die maßgeblich von der

Nutzung der Elektrizität und der Erfindung des Fließbandes angetrieben wurde, ermöglichte die Massenproduktion. Die Dritte Industrielle Revolution begann in den 1960er Jahren. Sie wird für gewöhnlich Computer- oder digitale Revolution genannt, weil sie durch die Entwicklung von Halbleitern, Großrechnern (1960er Jahre), Personalcomputern (1970er und 1980er Jahre) und des Internets (1990er Jahre) befeuert wurde.

Eingedenk der verschiedenen Definitionen und der wissenschaftlichen Kriterien, mit denen die ersten drei industriellen Revolutionen beschrieben werden, bin ich fest davon überzeugt, dass wir heute am Beginn einer Vierten Industriellen Revolution stehen. Sie begann um die Jahrhundertwende und basiert auf der digitalen Revolution. Ihre Kennzeichen sind ein allgegenwärtiges, mobiles Internet, kleinere und leistungsfähigere Sensoren, deren Herstellungskosten stark gesunken sind, sowie Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen.

Digitale Technologien, deren Kern Computer-Hardware, -Software und -Netzwerke bilden, sind nicht neu, werden jedoch, in einem qualitativen Innovationssprung gegenüber der Dritten Industriellen Revolution, immer komplexer und integrierter. Dadurch leisten sie einem grundlegenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Strukturwandel auf nationaler und globaler Ebene Vorschub. Aus diesem Grund haben die am Massachusetts Institute of Technology (MIT) lehrenden Professoren Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee diese Epoche in ihrem 2014 erschienenen Buch »das zweite Maschinenzeitalter« genannt.<sup>2</sup> Sie behaupten, die Welt stehe an einem Wendepunkt: Die Auswirkungen der neuen digitalen Technologien würden sich durch die Automatisierung und die Produktion »gänzlich neuartiger Dinge« mit »voller Wucht« manifestieren.

In Deutschland wird intensiv über die »Industrie 4.0« diskutiert, ein Begriff, der auf der Hannover-Messe 2011 geprägt wurde, um zu beschreiben, wie die enge Verzahnung der industriellen Produktion mit digitalen Technologien die Organisation globaler Wertschöpfungsketten revolutionieren wird. Dadurch, dass die Vierte Industrielle Revolution »intelligente Fabriken« ermöglicht, erschafft sie eine Welt, in der virtuelle und physische Fertigungssysteme in flexibler Weise weltweit miteinander kooperieren. Dies ermöglicht es, Produkte vollständig gemäß den Kundenwünschen zu gestalten und neue operative

Modelle zu entwickeln.

Doch geht es in der Vierten Industriellen Revolution nicht nur um intelligente Systeme. Ihre Tragweite ist deutlich größer. Gensequenzierung, Nanotechnologie, erneuerbare Energien oder Quantencomputer. Auf vielen verschiedenen Gebieten kommt es gleichzeitig zu regelrechten Wellen weiterer Durchbrüche. Der grundlegende Unterschied zwischen der Vierten Industriellen Revolution und den früheren Revolutionen besteht in der engen Verzahnung dieser Technologien und in ihren Wechselwirkungen über die physische, digitale und biologische Sphäre hinweg.

In der Vierten Industriellen Revolution verbreiten sich neue Technologien und Innovationen viel schneller und viel weiter als in den früheren Revolutionen, die in einigen Regionen der Welt noch im Gange sind. 17 Prozent der Weltbevölkerung (fast 1,3 Milliarden Menschen) hat die Zweite Industrielle Revolution noch immer nicht vollständig erreicht, da sie bis heute keinen Zugang zu Elektrizität haben. Dies gilt auch für die Dritte Industrielle Revolution: Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung – 4 Milliarden Menschen, die meisten davon in den Entwicklungsländern – hat keinen Internetzugang. Bei der Spindel (das Symbol der Ersten Industriellen Revolution) hat es fast 120 Jahre gedauert, bis sie sich außerhalb Europas verbreitete. Dagegen hat das Internet weniger als ein Jahrzehnt benötigt, um sich über den gesamten Globus zu spannen.

Noch immer gilt die Lehre aus der Ersten Industriellen Revolution, wonach die Bereitschaft, mit der eine Gesellschaft technische Innovationen annimmt, ein wichtiger Faktor des Fortschritts ist. Gelingen kann das nur, wenn Staat, öffentliche Institutionen und Privatwirtschaft ihren Beitrag dazu leisten. Es kommt aber auch ganz entscheidend darauf an, dass die Bürger den langfristigen Nutzen erkennen.

Ich bin fest davon überzeugt, dass die Vierte Industrielle Revolution genauso wirkmächtig, folgenreich und historisch bedeutsam sein wird wie die vorhergehenden drei Revolutionen. Dennoch treibt mich die Sorge um, dass sich das Potential der Vierten Industriellen Revolution aufgrund von zwei Faktoren womöglich nicht effektiv und umfassend ausschöpfen lässt.

Erstens scheint es mir, über alle Sektoren hinweg, an Führungsstärke zu mangeln und an Verständnis für die Veränderungen, die gerade im Gang sind.



Zudem ist der institutionelle Ordnungsrahmen, der für die erfolgreiche Durchsetzung von Innovationen und für die Abmilderung disruptiver Effekte erforderlich wäre, sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene bestenfalls nur unzureichend und schlimmstenfalls gar nicht vorhanden. Wir müssen unsere Wirtschafts-, Gesellschafts- und politischen Systeme überdenken, um sie für die Vierte Industrielle Revolution fit zu machen.

Zweitens fehlt uns ein in sich stimmiges, positives und verbindendes Narrativ, das die Chancen und Herausforderungen der Vierten Industriellen Revolution aufzeigt. Eine solche Erzählung ist unverzichtbar, wenn wir eine heterogene Gruppe von Individuen und Gemeinschaften ansprechen und zu aktiver Mitgestaltung bewegen möchten und gleichzeitig verhindern wollen, dass eine breite gesellschaftliche Gegenreaktion gegen die grundlegenden Veränderungen entsteht.

### **Tiefgreifender und systemischer Wandel**

Die Prämisse dieses Buches lautet, dass die neuen Technologien und die Digitalisierung sämtliche Lebensbereiche revolutionieren werden, sodass das überbeanspruchte und oftmals falsch verwendete Diktum »Dieses Mal ist alles anders« auf dieses Zeitalter tatsächlich zutrifft. Kurz gesagt: Grundlegende technologische Innovationen stehen kurz davor, in globalem Maßstab weitreichende Veränderungen herbeizuführen – und zwar unweigerlich.

Die Innovationsgeschwindigkeit ist im Hinblick auf die Entwicklung und Ausbreitung neuer Technologien höher denn je. Die heutigen Disruptoren – Firmen wie Airbnb, Uber, Alibaba und andere Unternehmen – waren vor ein paar Jahren noch relativ unbekannt. Das iPhone etwa kam erst im Jahr 2007 auf den Markt. Ende 2015 gab es zwei Milliarden Smartphone-Nutzer weltweit. Im Jahr 2010 kündigte Google sein erstes selbstfahrendes Auto an. Solche völlig autonomen Fahrzeuge könnten schon bald in großer Zahl über unsere Straßen rollen. Die Liste ließe sich beliebig verlängern.

Aber nicht nur die Geschwindigkeit des Wandels, auch die Skalenerträge sind gigantisch. Digitalisierung bedeutet Automatisierung. Automatisierung bedeutet, dass Unternehmen keine (oder zumindest weniger) rückläufige

Skalenerträge hinnehmen müssen. Um zu verstehen, was das gesamtwirtschaftlich bedeutet, lohnt es sich, Detroit im Jahr 1990 (damals ein Zentrum traditioneller Industrien) mit dem Silicon Valley im Jahr 2014 zu vergleichen. Im Jahr 1990 hatten die drei größten Unternehmen in Detroit zusammengenommen eine Marktkapitalisierung von 36 Milliarden Dollar, einen Umsatz von 250 Milliarden Dollar und 1,2 Millionen Beschäftigte. Im Jahr 2014 hatten die drei größten Unternehmen im Silicon Valley einen deutlich höheren Marktwert (1,09 Billionen Dollar), sie erwirtschafteten einen annähernd gleich hohen Umsatz (247 Milliarden Dollar), aber mit nur zehn Prozent der Beschäftigten (137000).<sup>3</sup>

Die Tatsache, dass eine Wertschöpfungseinheit heute von viel weniger Beschäftigten generiert wird als vor zehn oder 15 Jahren, erklärt sich dadurch, dass digitale Unternehmen Grenzkosten haben, die gegen null tendieren. Zudem produzieren viele neue Unternehmen des digitalen Zeitalters »Informationsgüter« mit Speicher-, Transport- und Replikationskosten, die ebenfalls praktisch gleich null sind. Einige disruptive Technologiefirmen benötigen nur wenig Kapital, um sich am Markt erfolgreich zu etablieren. Unternehmen wie Instagram oder WhatsApp zum Beispiel brauchten keine große Anschubfinanzierung, sodass sich die Rolle von Kapital und betrieblichen Größenvorteilen im Kontext der Vierten Industriellen Revolution wandelt. Insgesamt zeigt dies, dass Skalenerträge eine weitere Skalierung begünstigen und systemübergreifende Veränderungen nach sich ziehen.

Abgesehen von ihrer Geschwindigkeit und ihrer Breitenwirkung ist die Vierte Industrielle Revolution auch deshalb einzigartig, weil sie viele verschiedene Fachgebiete harmonisiert und unterschiedliche Entdeckungen miteinander verknüpft. Konkrete Innovationen, die aus den Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Technologien hervorgehen, sind keine Science-Fiction mehr. So können heute beispielsweise digitale Fertigungstechnologien mit der biologischen Sphäre in Wechselwirkung treten. Einige Designer und Architekten verknüpfen bereits rechnergestütztes Entwerfen mit generativen Fertigungsverfahren, Werkstofftechnik und synthetischer Biologie, um Systeme zu entwickeln, die auf die Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen, unserem Körper, den Produkten, die wir verzehren, und sogar den Gebäuden, in denen wir wohnen, reagieren. So erzeugen (»züchten«) sie Objekte, die sich

ständig verändern und anpassen – eigentlich ein Merkmal von Pflanzen und Tieren.<sup>4</sup>

In ihrem Buch *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird* schreiben Brynjolfsson und McAfee, Computer seien so vielseitig und intelligent geworden, dass es praktisch unmöglich geworden sei vorherzusagen, für welche Anwendungen sie in ein paar Jahren genutzt werden. Die Künstliche Intelligenz (KI) ist mittlerweile allgegenwärtig in unserem Alltag, von virtuellen Assistenten und Übersetzungssoftware bis zu selbstfahrenden Autos und Drohnen. Dies verändert unser Leben von Grund auf. Angetrieben von der exponentiellen Zunahme von Rechenleistung und von der Verfügbarkeit riesiger Datenmengen, hat die KI beeindruckende Fortschritte gemacht. Es gibt Software, mit der neue pharmazeutische Wirkstoffe entdeckt werden, und Algorithmen, die unsere kulturellen Interessen vorhersagen können. Viele dieser Algorithmen lernen von den Datenspuren, die wir in der digitalen Welt hinterlassen. Dies führt zu neuen Typen von »maschinellern Lernen« und vollautomatischer Entdeckung, die »intelligente« Roboter und Computer befähigen, sich selbst zu programmieren und ausgehend von bestimmten Grundprinzipien optimale Lösungen zu finden.

Intelligente digitale Assistenten wie etwa Siri von Apple vermitteln uns einen Eindruck davon, wie leistungsfähig dieser Teilbereich der sich rasch weiterentwickelnden KI schon heute ist. Die ersten intelligenten persönlichen Assistenten sind vor gerade einmal fünf Jahren auf den Markt gekommen. Heute machen Spracherkennung und Künstliche Intelligenz so schnelle Fortschritte, dass die Sprachsteuerung von Computern schon bald die Regel sein wird. Auf diese Weise wird das entstehen, was einige Technologen »smarte Umgebung« (»ambient computing«) nennen, in der persönliche Roboter-Assistenten permanent verfügbar sind, um unsere Gedanken und Wünsche zu notieren und auf unsere Fragen zu antworten. Unsere Geräte werden in zunehmendem Maße Teil unseres persönlichen Ökosystems; sie hören uns zu, errahnen unsere Bedürfnisse und helfen uns – vielleicht sogar, wenn sie nicht eigens darum gebeten werden.

### ***Ungleichheit als systemische Herausforderung***

Die Vierte Industrielle Revolution birgt große Chancen, aber auch große

Risiken. Ein besonderer Anlass zur Sorge ist die zunehmende Ungleichheit. Die Herausforderungen, die wachsende Ungleichheit mit sich bringt, lassen sich allerdings nur schwer quantifizieren, da die allermeisten von uns sowohl Konsumenten als auch Produzenten sind, sodass Innovation und Disruption unseren Lebensstandard sowohl positiv als auch negativ beeinflussen werden.

Am meisten zu profitieren scheint der Verbraucher. Die Vierte Industrielle Revolution hat uns neue Produkte und Dienstleistungen gebracht, die die Effizienz unseres Lebens als Verbraucher erhöhen. Ein Taxi bestellen, einen Flug buchen, ein Produkt kaufen, eine Zahlung tätigen, Musik hören oder einen Film ansehen – jede dieser Tätigkeiten lässt sich heute problemlos aus der Ferne, online erledigen. Der Nutzen der neuesten technologischen Innovationen für uns alle ist unbestreitbar. Das Internet, das Smartphone und Tausende von Apps machen uns das Leben leichter und uns unter dem Strich produktiver. Ein einfaches Gerät wie ein Tablet, das wir zum Lesen, Surfen und Kommunizieren verwenden, besitzt die gleiche Rechenleistung wie 5000 Desktop-Computer vor 30 Jahren, während die Kosten für die Speicherung von Information inzwischen verschwindend gering sind (ein Gigabyte an Daten zu speichern kostet heute im Schnitt weniger als 0,03 Dollar pro Jahr, im Vergleich zu 10000 Dollar vor 20 Jahren).

Die Herausforderungen, die mit der Vierten Industriellen Revolution einhergehen, scheinen überwiegend die Angebotsseite zu betreffen – die Welt der Arbeit und der Produktion. In den letzten Jahren haben die überwältigende Mehrheit der höchstentwickelten Länder und auch einige schnell wachsende Volkswirtschaften wie China einen erheblichen Rückgang der Lohnquote (Anteil der Arbeitnehmerentgelte am Bruttoinlandsprodukt) verzeichnet. Dieser Rückgang ist zur Hälfte auf das Sinken der relativen Preise von Investitionsgütern zurückzuführen, das seinerseits von der hohen Innovationsgeschwindigkeit angetrieben wird (die Unternehmen dazu zwingt, Arbeit durch Kapital zu ersetzen).<sup>5</sup> Daher sind diejenigen, die geistiges oder physisches Kapital bereitstellen, die großen Gewinner der Vierten Industriellen Revolution – die Innovatoren, die Investoren und die Aktionäre. Dies erklärt die wachsende Vermögensungleichheit zwischen denjenigen, die auf ihre Arbeitskraft angewiesen sind, und denjenigen, die Kapital besitzen. Es erklärt auch die Enttäuschung vieler Arbeitnehmer, die mittlerweile davon ausgehen,

dass ihr Realeinkommen im Laufe ihres Lebens nicht steigen wird und dass es ihren Kindern nicht besser gehen wird als ihnen.

Zunehmende Ungleichheit und die lauter werdende Kritik an sozialer Ungerechtigkeit stellen eine so große Herausforderung dar, dass ich diesem Thema in Kapitel 3 einen eigenen Abschnitt widme. Die Konzentration des Nutzens und der Wertschöpfung bei einem kleinen Prozentsatz der Bevölkerung wird noch durch den sogenannten Plattform-Effekt verstärkt: Digitale Unternehmen bauen Netzwerke auf, die Käufer und Verkäufer einer breiten Palette von Produkten und Dienstleistungen zusammenführen, wodurch sie steigende Skalenerträge erzielen.

Der Plattform-Effekt führt zu einer Konzentration weniger, aber mächtiger Plattformen, die eine beherrschende Stellung auf ihren Märkten erringen. Die Vorteile sind offensichtlich, insbesondere für die Verbraucher: ein höherer Kundennutzen, eine größere Annehmlichkeit und niedrigere Kosten. Aber es entstehen auch Risiken. Um die Konzentration der Wertschöpfung und Macht in einigen wenigen Händen und die Abhängigkeit von Plattformen zu verhindern, müssen wir Mittel und Wege finden, damit sich Nutzen und Risiken digitaler Plattformen (einschließlich Industrie-Plattformen) in etwa die Waage halten. Offenheit und Chancen zu Kooperationen im Innovationsprozess müssen gewährleistet bleiben.

All dies sind grundlegende Veränderungen, die sich auf Wirtschaft, Gesellschaft und Politik auswirken und die sich nur schwer rückgängig machen lassen, selbst wenn der Prozess der Globalisierung an sich umgekehrt werden könnte. Die Frage für ausnahmslos alle Branchen und Unternehmen lautet nicht länger »Werde ich von Disruption betroffen sein?«, sondern »Wann werde ich von einer disruptiven Innovation betroffen sein, welche Form wird sie annehmen, und wie wird sie sich auf mich und meine Organisation auswirken?«.

Die Realität der Disruption und ihre unvermeidlichen Auswirkungen auf uns bedeuten nicht, dass wir ihr ohnmächtig ausgeliefert sind. Es ist unsere Aufgabe, einen verbindlichen Wertekanon zu definieren, an dem sich unsere politischen Entscheidungen orientieren sollten, und die Veränderungen so zu gestalten, dass die Vierte Industrielle Revolution zu einer Chance für alle wird.

## 2. **Triebkräfte**

Zahllose Organisationen haben Listen erstellt, in denen die verschiedenen Technologien, die die Vierte Industrielle Revolution antreiben, nach ihrer Bedeutung geordnet sind. Die bahnbrechenden naturwissenschaftlichen Entdeckungen und die neuen Technologien, die aus ihnen hervorgehen, scheinen ein grenzenloses Potential zu haben: Sie entfalten ihre Wirkung an vielen verschiedenen Fronten und vielen verschiedenen Orten. Meine Auswahl der Schlüsseltechnologien stützt sich auf Forschungsberichte des Weltwirtschaftsforums und mehrerer Global Agenda Councils des Forums.

### **Megatrends**

Sämtliche neuen Entwicklungen und Technologien haben ein Merkmal gemeinsam: Sie machen sich die alles durchdringende Macht der Digitalisierung und der Informationstechnologie zunutze. Alle in diesem Kapitel beschriebenen Innovationen wurden durch die Macht der Digitaltechnik ermöglicht und in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert. Die Gensequenzierung zum Beispiel wäre ohne die enorme Steigerung der Rechenleistung und den Fortschritten bei der Datenanalyse nicht denkbar. Ebenso gäbe es ohne Künstliche Intelligenz, die ihrerseits von Rechenleistung abhängig ist, keine hochentwickelten Roboter. Um die Megatrends zu identifizieren und einen Überblick über die wesentlichen technologischen Triebkräfte der Vierten Industriellen Revolution zu geben, habe ich sie in drei Gruppen unterteilt: physische, digitale und biologische. Alle drei stehen in enger Wechselbeziehung miteinander, und die verschiedenen Technologien profitieren in dem Maße voneinander, wie sich jede einzelne von ihnen weiterentwickelt.

## ***Physische Megatrends***

Es gibt im Wesentlichen vier materielle Manifestationen der der Vierten Industriellen Revolution, die sehr konkret und damit sehr sichtbar sind:

- selbstfahrende Kraftfahrzeuge
- 3D-Druck
- fortgeschrittene Robotik
- neue Materialien

### **Selbstfahrende Kraftfahrzeuge**

Das fahrerlose Auto beherrscht die Schlagzeilen, aber es gibt mittlerweile viele weitere autonome Fahrzeuge wie Lkws, Drohnen, Flugzeuge und Schiffe. Mit der Weiterentwicklung von Technologien wie Sensoren und Künstlicher Intelligenz verbessern sich die Fähigkeiten dieser autonomen Maschinen in rasantem Tempo. Es ist nur eine Frage von Jahren, bis kostengünstige, kommerziell verfügbare Drohnen und Unterwasserfahrzeuge in verschiedenen Anwendungsfeldern eingesetzt werden.

Wenn Drohnen erst einmal in der Lage sind, ihre Umgebung präzise zu erfassen und schnell auf sie zu reagieren (indem sie zum Beispiel ihre Flugbahn ändern, um Zusammenstöße zu vermeiden), werden sie selbstständig Aufgaben erledigen können, wie etwa das Überprüfen von Stromleitungen oder den Transport von medizinischem Material in Kriegsgebiete. In der Landwirtschaft eingesetzte Drohnen werden – in Verbindung mit Datenanalyse – zum Beispiel die präzisere und effizientere Nutzung von Dünger und Wasser ermöglichen.

### **3D-Druck**

Beim 3D-Druck, auch additive Fertigung oder generatives Fertigungsverfahren genannt, wird ein dreidimensionaler Gegenstand erzeugt, indem er gemäß einer als Vorlage dienenden digitalen 3D-Zeichnung oder eines 3D-Modells Schicht für Schicht aufgebaut wird. Das Gegenteil ist die subtraktive Fertigung, die das bisherige Standardverfahren zur Herstellung dreidimensionaler Objekte war; dabei wird von einem Werkstück schichtweise Material abgetragen, bis man die gewünschte Form erhält. Der 3D-Druck hingegen beginnt mit losem Material und baut gemäß einer digitalen Vorlage ein in einer bestimmten Weise



geformtes dreidimensionales Objekt auf.

Die Technologie wird bei einer breiten Palette von Anwendungen eingesetzt, bei großen Objekten (Windturbinen) ebenso wie bei kleinen (medizinischen Implantaten). Gegenwärtig ist das Verfahren noch im Wesentlichen auf Anwendungen in der Automobil-, der Luft- und Raumfahrtindustrie und der Medizin beschränkt. Anders als massengefertigte Industriegüter lassen sich 3D-gedruckte Produkte leicht entsprechend den Kundenbedürfnissen maßschneidern. In dem Maße, wie gegenwärtige Größen-, Kosten- und Geschwindigkeitsbegrenzungen nach und nach überwunden werden, wird sich der 3D-Druck immer weiter durchsetzen und auch die Herstellung integrierter elektronischer Bauteile wie Leiterplatten und sogar menschlicher Zellen und Organe möglich machen. Forscher arbeiten bereits an 4D, einem Verfahren, das eine neue Generation sich selbst verändernder Produkte erzeugen soll, die auf Umweltveränderungen wie Hitze und Feuchtigkeit reagieren. Diese Technologie könnte bei Kleidung oder Schuhen sowie bei medizinischen Produkten wie Implantaten eingesetzt werden, die so konstruiert sind, dass sie sich an den menschlichen Körper anpassen.

#### Fortgeschrittene Robotik

Bis vor kurzem war der Einsatz von Robotern auf eng definierte Aufgaben in ausgewählten Branchen wie etwa der Automobilindustrie begrenzt. Mittlerweile aber werden Roboter in zunehmendem Maße in sämtlichen Sektoren und für ein breites Spektrum von Aufgaben eingesetzt, von der Landwirtschaft bis zur Krankenpflege. Rasche Fortschritte in der Robotik werden schon bald die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine zu einer alltäglichen Realität machen. Zudem werden Roboter aufgrund anderweitiger technischer Fortschritte anpassungsfähiger und flexibler, da ihre konstruktive und funktionale Gestaltung von komplexen biologischen Strukturen inspiriert sein wird (eine Erweiterung des Biomimikry beziehungsweise Bionik genannten Verfahrens, das Muster und Strategien der Natur technisch nachahmt).

Fortschritte in der Sensor-Technologie befähigen Roboter, ihre Umgebung präziser zu erfassen und besser auf sie zu reagieren, sodass sie ein breiteres Spektrum von Aufgaben wie etwa Arbeiten im Haushalt übernehmen können. Anders als früher, als Roboter durch eine autonome Einheit programmiert

werden mussten, können sie heute aus der Ferne, über die Cloud, auf Informationen zugreifen und so mit einem Netz anderer Roboter kommunizieren. Bei der nächsten Generation von Robotern wird die optimale Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle wichtiger werden. In Kapitel 3 werde ich auf die ethischen und psychologischen Fragen eingehen, die die Beziehungen zwischen Mensch und Maschine aufwerfen.

### Neue Materialien

Heutzutage kommen neue Materialien auf den Markt, deren Eigenschaften vor ein paar Jahren noch undenkbar schienen. Sie sind in der Regel leichter, kleiner, fester, anpassungsfähig und wiederverwertbar. Es gibt mittlerweile Anwendungen für intelligente Materialien, die selbstheilend oder selbstreinigend sind, Metalle »mit Gedächtnis«, die nach einer Verformung wieder ihre ursprüngliche Form annehmen, Keramiken und Kristalle, die Druck in Energie umwandeln, und so weiter.

Wie bei vielen Innovationen der Vierten Industriellen Revolution lässt sich die weitere Entwicklung neuer Materialien nur schwer absehen. Nehmen wir zum Beispiel fortgeschrittene Nanomaterialien wie den Werkstoff Graphen, der etwa zweihundertmal härter ist als Stahl, eine Million Mal dünner als ein menschliches Haar und ein effizienter Leiter von Wärme und Elektrizität.<sup>6</sup> Sobald Graphen preislich konkurrenzfähig wird (noch ist es eines der teuersten Materialien überhaupt: eine ein Mikrometer große Flocke kostet über 1000 Dollar), könnte es die Fertigungs- und Infrastrukturindustrien gehörig durcheinanderwirbeln.<sup>7</sup> Es könnte auch tiefgreifende Auswirkungen auf Länder haben, die in hohem Maße von einem bestimmten Rohstoff abhängig sind, weil klassische Rohstoffe synthetische Konkurrenz bekommen.

Neue Materialien könnten auch entscheidend dazu beitragen, die globalen Risiken, denen wir ausgesetzt sind, zu entschärfen. So könnten zum Beispiel Innovationen bei wärmehärtenden Kunststoffen (Duroplasten) dazu führen, dass Materialien, die in einer Vielzahl von Produkten verwendet werden, von Handys und Platinen bis zu Bauteilen von Flug- und Weltraumfahrzeugen, und deren Wiederverwertung bislang als praktisch unmöglich galt, recycelt werden könnten. Die jüngste Entdeckung neuer Klassen wiederverwertbarer duroplastischer Polymere namens Polyhexahydrotriazine (PHTs) ist ein großer

Schritt in Richtung einer Kreislaufwirtschaft, die regenerativ ausgerichtet ist und Wachstum von Ressourcenverbrauch entkoppelt.<sup>8</sup>

### ***Digitale Megatrends***

Eine der wichtigsten Brücken zwischen den physischen und digitalen Anwendungen, die die Vierte Industrielle Revolution ermöglicht haben, ist das Internet der Dinge (»Internet of Things«, IoT) – manchmal auch »Internet aller Dinge« genannt. In seiner einfachsten Form lässt es sich als eine Beziehung zwischen Dingen (Produkten, Dienstleistungen, Orten und so weiter) und Menschen beschreiben, die durch vernetzte Technologien und verschiedene Plattformen ermöglicht wird.

Sensoren und zahlreiche andere Hilfsmittel, um Gegenstände der materiellen Welt mit virtuellen Netzwerken zu verknüpfen, verbreiten sich mit erstaunlicher Geschwindigkeit. Immer kleinere, billigere und intelligentere Sensoren werden in Häusern, in Kleidung und Accessoires, in Städten, Verkehrsmitteln und Energienetzen sowie in Fertigungsprozessen installiert. Heute gibt es weltweit Milliarden von Geräten wie Smartphones, Tablets und Computer, die an das Internet angeschlossen sind. Man erwartet, dass diese Zahl im Lauf der nächsten Jahre dramatisch ansteigt, wobei die Schätzungen von mehreren Milliarden bis zu über einer Billion Geräte reichen. Dies wird die Art und Weise, wie wir Lieferketten steuern und koordinieren, radikal verändern, da wir Anlagen und Aktivitäten sehr genau überwachen und optimieren können. Dadurch werden sämtliche Wirtschaftszweige, von der Fertigung über die Infrastruktur bis zum Gesundheitswesen, tiefgreifend umgestaltet werden.

Nehmen wir zum Beispiel die Fernüberwachung – eine weitverbreitete Anwendung des Internets der Dinge. Jeder Container, jede Palette und jedes Päckchen kann jetzt mit einem Sensor, einem Sender oder einem Radiofrequenz-Identifikations-Chip (RFID) ausgerüstet werden, mit denen ein Unternehmen nachverfolgen kann, wo sich der Gegenstand gerade auf seinem Weg durch die Lieferkette befindet – ob alles im Zeitplan liegt, wie er bearbeitet wird und so weiter. Ebenso können Kunden sich fortlaufend (praktisch in Echtzeit) über den Sendungsstatus des Päckchens oder Dokuments, das sie erwarten, informieren. Unternehmen mit langen und komplexen Lieferketten werden dadurch tiefgreifend umgestaltet werden. In naher Zukunft können ähnliche

Überwachungssysteme auch für die Bewegungsverfolgung von Menschen eingesetzt werden.

Die digitale Revolution bringt völlig neue Ansätze hervor, welche die Art und Weise, wie Individuen und Institutionen miteinander interagieren und kooperieren, revolutionieren. Nehmen wir zum Beispiel die Technologie der Blockchain, die oftmals auch »digitales Hauptbuch« genannt wird; es handelt sich um ein Sicherheitsprotokoll, bei dem ein ganzes Netzwerk aus Computern eine Transaktion überprüft, ehe sie protokolliert und genehmigt wird. Die Technologie, auf die sich die Blockchain stützt, schafft dadurch Vertrauen, dass sie Menschen, die einander nicht kennen (und daher keine Vertrauensgrundlage haben), ermöglicht, ohne den Umweg über eine neutrale zentrale Autorität – also einen Treuhänder – zusammenzuarbeiten. Die Blockchain ist im Grunde nichts anderes als eine geteilte, programmierbare, verschlüsselte und daher zuverlässige Datenbank, die kein einzelner Nutzer allein kontrollieren und die jeder einsehen kann. Bitcoin ist mit Abstand die bekannteste Anwendung der Blockchain, aber die Technologie wird schon bald zahllose weitere Anwendungen hervorbringen. Während die Technologie der Blockchain gegenwärtig nur mit digitalen Währungen wie Bitcoin getätigte Finanztransaktionen protokolliert, wird sie in Zukunft als Registratur für so unterschiedliche Dinge wie Geburts- und Sterbeurkunden, Eigentumstitel, Heiratsurkunden, Bildungsabschlüsse, Versicherungspolicen, medizinische Behandlungen und Stimmabgaben – im Grunde genommen jede Art von Transaktion, die sich in Code ausdrücken lässt – dienen. Die Regierung von Honduras zum Beispiel nutzt die Technologie zur Verwaltung von Grundstücksurkunden, während die Isle of Man ihre Anwendung bei der Firmenregistrierung erprobt.

In einem größeren Maßstab ermöglichen technologiegestützte Plattformen das, was heute »On-Demand Economy« (von manchen auch »Sharing Economy«) genannt wird. Diese Plattformen, die sich leicht auf einem Smartphone nutzen lassen, bringen Menschen, Wirtschaftsgüter und Daten zusammen und erzeugen dadurch vollkommen neue Formen des Konsums von Gütern und Dienstleistungen. Sie senken die Hürden für Unternehmen und Privatpersonen, Vermögen aufzubauen, und sie verändern das private und berufliche Lebensumfeld.

Das Geschäftsmodell von Uber veranschaulicht auf beispielhafte Weise die

disruptive Macht dieser Plattformen: Ohne eigene Taxiflotte ist Uber heute das größte Taxiunternehmen der Welt. Die Anzahl der Unternehmen, die als Plattformen neue Dienstleistungen anbieten – vom Wäsche- bis zum Einkaufsservice, von Hausarbeiten bis zur Parkplatzsuche, von Privatunterkünften bis zu Mitfahrgelegenheiten für Fernstrecken – wächst rasant. Sie alle haben eine Gemeinsamkeit: Indem sie Angebot und Nachfrage leicht und kostengünstig zusammenbringen, indem sie Verbrauchern vielfältige Güter anbieten und indem sie Anbietern und Verbrauchern ermöglichen, miteinander zu interagieren und Feedback zu geben, schaffen diese Plattformen auf eine elementare Weise Vertrauen. Technologiegestützte Plattformen ermöglichen die effiziente Nutzung von nicht ausgelasteten Gegenständen – und zwar von Menschen, die sich bislang noch nie als Anbieter gesehen haben (zum Beispiel eines Sitzplatzes in ihrem Auto, eines meist ungenutzten Schlafzimmers in ihrem Haus oder der Zeit und Fähigkeit, eine Dienstleistung wie Zustellung, Reparaturarbeiten im Haushalt und Verwaltungsaufgaben zu erbringen).

Die On-Demand Economy wirft die grundlegende Frage auf: Was lohnt es sich zu besitzen – die Plattform oder die Gegenstände dahinter? Der Medienstratege Tom Goodwin drückt es in einem Artikel für das Nachrichtenportal TechCrunch aus dem März 2015 so aus: »Uber, das größte Taxiunternehmen der Welt, besitzt keine Fahrzeuge. Facebook, Eigentümer des populärsten Mediums der Welt, erzeugt keine Inhalte. Alibaba, der wertvollste Einzelhändler, hat keine Lagerbestände. Und Airbnb, der weltweit größte Anbieter von Unterkünften, besitzt keine Immobilien.«<sup>9</sup>

Digitale Plattformen haben die Transaktions- und Friktionskosten, die anfallen, wenn Privatpersonen oder Organisationen einen Vermögensgegenstand gemeinsam nutzen oder eine Dienstleistung gemeinsam erbringen, drastisch gesenkt. Jede Transaktion lässt sich heute in kleine Schritte unterteilen, wovon alle Beteiligten profitieren. Zudem sinken die Grenzkosten der Herstellung eines jeden zusätzlichen Produktes oder der Erbringung einer jeden zusätzlichen Dienstleistungseinheit im Fall der Nutzung digitaler Plattformen gegen null. Dies hat weitreichende Folgen für die Wirtschaft und die Gesellschaft, auf die ich in Kapitel 3 näher eingehen werde.

### ***Biologische Megatrends***

Die jüngsten Entdeckungen in der Biologie – und insbesondere in der Genetik – sind atemberaubend. In den letzten Jahren wurden nicht nur die Kosten der Gensequenzierung erheblich reduziert, auch ihre praktische Anwendung ist viel einfacher geworden; hinzu kommen in jüngster Zeit große Fortschritte bei der Aktivierung beziehungsweise Editierung von Genen. Es dauerte mehr als zehn Jahre und kostete 2,7 Milliarden Dollar, um das Humangenomprojekt abzuschließen. Heute kann ein Genom in ein paar Stunden und für weniger als 1000 Dollar entschlüsselt werden. <sup>10</sup> Aufgrund der enormen Zunahme der verfügbaren Rechenleistung sind Wissenschaftler nicht länger darauf angewiesen, nach der Methode von Versuch und Irrtum zu verfahren; vielmehr testen sie, auf welche Weise spezifische genetische Variationen bestimmte Merkmale und Krankheiten hervorbringen.

Der nächste Schritt ist die synthetische Biologie. Sie wird es uns ermöglichen, Organismen durch das Schreiben von DNA maßzuschneidern. Einmal abgesehen von den weitreichenden ethischen Fragen, die dies aufwirft, werden diese Fortschritte in kurzer Zeit tiefgreifende Auswirkungen auf die Medizin, die Landwirtschaft und die Produktion von Biokraftstoffen haben.

Diabetes, Herzerkrankungen, Krebs: Viele unserer hartnäckigsten Gesundheitsprobleme haben eine genetische Komponente. Deshalb wird die Fähigkeit, unser individuelles Erbgut auf eine effiziente und kostengünstige Weise (mit Hilfe von Sequenziermaschinen, die im Rahmen der Routinediagnostik eingesetzt werden) zu entschlüsseln, die personalisierte Medizin revolutionieren. Wenn Ärzte die Veränderungen in der Erbsubstanz von Tumoren kennen, können sie die Krebserkrankung eines Patienten gezielter und effektiver behandeln.

Obgleich wir die Zusammenhänge zwischen Genmarkern und Erkrankungen erst ansatzweise verstehen, werden zunehmende Datenmengen den Weg zu einer »Präzisionsmedizin« bahnen, da sie die Entwicklung sehr zielgenauer Therapien ermöglichen, die zu besseren Behandlungsergebnissen führen. Schon heute kann der Supercomputer Watson von IBM in nur wenigen Minuten personalisierte Therapieempfehlungen für Krebspatienten erstellen, indem er deren Krankheitsgeschichten, bisherige Behandlungen, Scans und genetische Daten mit dem (beinahe) gesamten verfügbaren medizinischen Wissen vergleicht. <sup>11</sup>

Die Fähigkeit zur DNA-Sequenzierung lässt sich auf praktisch jeden Zelltyp

anwenden; so kann man gentechnisch veränderte Pflanzen oder Tiere erschaffen, aber auch die Zellen ausgewachsener Organismen einschließlich des Menschen modifizieren. Der Unterschied zu der in den 1980er Jahren praktizierten Gentechnik besteht darin, dass sie viel präziser, effizienter und leichter anwendbar ist. Tatsächlich verläuft der naturwissenschaftliche Erkenntnisfortschritt so rasant, dass die Begrenzungen heute weniger technischer als vielmehr rechtlicher, regulatorischer und ethischer Natur sind. Die Liste potentieller Anwendungen ist praktisch unendlich lang – sie reicht von der Fähigkeit, Nutztiere gentechnisch so zu verändern, dass sie mit billigerem oder besser an die örtlichen Gegebenheiten angepasstem Futter gezüchtet werden können, bis zur Erzeugung von Nahrungspflanzen, die extremen Temperaturen oder Dürre widerstehen können. Weitere Fortschritte in der Gentechnik (zum Beispiel die Weiterentwicklung der CRISPR/Cas9-Methode zur Geneditierung und -therapie) werden die Probleme der Zielgenauigkeit bei der Verabreichung und Wirkung von Medikamenten beheben. Dann werden wir eine – insbesondere unter ethischen Gesichtspunkten – äußerst schwierige Frage beantworten müssen: Wollen wir die sich aus der Geneditierung ergebenden revolutionären Möglichkeiten im Bereich der medizinischen Forschung und Behandlung uneingeschränkt nutzen?

Grundsätzlich ließen sich sowohl Pflanzen als auch Tiere gentechnisch so verändern, dass sie pharmazeutische Wirkstoffe und andere therapeutisch nutzbare Produkte erzeugen. Es wird nicht mehr lange dauern, bis genmanipulierte Kühe in ihrer Milch einen Blutgerinnungsfaktor produzieren, der Blutern fehlt. Forscher haben bereits begonnen, die Genome von Schweinen so zu verändern, dass sich ihre Organe für die Transplantation in Menschen eignen (ein »Xenotransplantation« genanntes Verfahren, das bis dato aber ein sehr hohes Risiko der Abstoßung und von Infektionen mit sich bringt).

Gemäß der oben erwähnten Erwartung, dass sich verschiedene Technologien immer enger miteinander verzahnen und gegenseitig bereichern werden, könnte etwa die 3D-Fertigung mit der Geneditierung verbunden werden, um lebende Zellstrukturen zum Zweck der Reparatur und Regeneration von geschädigtem Gewebe herzustellen – ein »Bioprinting« genanntes Verfahren. Auf diese Weise wurden bereits Haut, Knochen, Herz- und Gefäßgewebe erzeugt. Langfristig könnten vor allem Lebertransplantate aus gedruckten Leberzellenschichten



aufgebaut werden.

In der Forschung entwickelt man neue Methoden, um Geräte einzusetzen und einzubetten, die unser Aktivitätsniveau und unsere Blutwerte überwachen, und um Erkenntnisse darüber zu gewinnen, was uns diese Messwerte über unser Wohlbefinden, unsere geistige Gesundheit und unsere Produktivität zu Hause und am Arbeitsplatz sagen können. Unser Wissen über die Funktionsweise des menschlichen Gehirns hat enorm zugenommen, sodass sich spannende neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Neurotechnologie absehen lassen. Unterstrichen wird dies durch die Tatsache, dass in den letzten Jahren zwei der am stärksten geförderten Forschungsprogramme weltweit im Bereich der Neurowissenschaften angesiedelt waren.

Die Entwicklungen im Bereich der Biologie stellen uns vor große Herausforderungen, da wir für sie erst noch einen geeigneten normativen und regulatorischen Ordnungsrahmen entwickeln müssen. Wir sind mit neuen Fragen konfrontiert, was es bedeutet, Mensch zu sein, welche Daten und Informationen über unseren Körper und unsere Gesundheit wir mit anderen teilen wollen und welche Rechte und Pflichten wir haben, wenn es um nichts Geringeres geht als darum, in den genetischen Code zukünftiger Generationen einzugreifen.

Um noch einmal auf das Thema der Geneditierung zurückzukommen: Der Umstand, dass es heute viel leichter geworden ist, das Genom schon bei lebensfähigen Embryonen präzise zu verändern, bedeutet, dass in Zukunft Designer-Babys geboren werden können, die besondere Merkmale besitzen oder gegen eine bestimmte Krankheit resistent sind.

Selbstverständlich ist die Diskussion über die Chancen und Risiken dieser neuen Technologien längst im Gange. So veranstalteten etwa die National Academy of Sciences und die National Academy of Medicine in den USA, die chinesische Akademie der Wissenschaften und die britische Royal Society im Dezember 2015 eine internationale Tagung zur Frage der Geneditierung beim Menschen. Allerdings sind wir trotz solcher Beratungen noch nicht so weit, uns mit den Chancen und Konsequenzen der neuesten gentechnischen Verfahren in sachgerechter Weise auseinanderzusetzen. Die damit verbundenen gesellschaftlichen, medizinischen, ethischen und psychologischen Herausforderungen sind immens, und sie müssen gelöst oder zumindest in einer Weise, die ihrer Bedeutung gerecht wird, angegangen werden.

## Die Dynamik von Entdeckungen

Innovation ist ein komplexer gesellschaftlicher Prozess, den wir nicht für selbstverständlich halten sollten. Obwohl wir in diesem Abschnitt ein breites Spektrum technischer Fortschritte mit dem Potential, die Welt zu verändern, betrachtet haben, sollten wir uns daher eingehend mit der Frage befassen, wie wir sicherstellen können, dass es weiterhin solche Fortschritte geben wird und dass sie auf bestmögliche Ergebnisse abzielen.

Hochschulen gelten vielfach als produktive Geburtsstätten zukunftsreicher Ideen. Doch deuten neuere Studien darauf hin, dass die Karriereanreize und Finanzierungsbedingungen an Universitäten heute eher vorsichtige Forschungsprojekte »der kleinen Schritte« begünstigen, als dass sie wagemutige Innovationen fördern.<sup>12</sup>

Eine Möglichkeit, der allzu vorsichtigen Forschungspolitik der Hochschulen entgegenzuwirken, besteht darin, kommerziellere Formen der Forschung zu fördern. Im Jahr 2015 stellte Uber 40 Forscher und Wissenschaftler aus dem Fachbereich Robotik der Carnegie Mellon University ein, ein erheblicher Prozentsatz der gesamten wissenschaftlichen Mitarbeiter; dies hat die Forschungsfähigkeit der Universität beeinträchtigt und es ihr erschwert, die Verpflichtungen aus den Verträgen, die sie mit dem US-Verteidigungsministerium und anderen Organisationen abgeschlossen hatte, zu erfüllen.<sup>13</sup> Um bahnbrechende Entdeckungen im Bereich der Grundlagenforschung und zugleich innovative technische Entwicklungen sowohl an den Hochschulen als auch in der Wirtschaft zu fördern, sollten Regierungen ehrgeizige Forschungsvorhaben großzügiger finanzieren. Ebenso sollten öffentlich-private Forschungsk Kooperationen so angelegt sein, dass sie Wissen und Talente zum Nutzen aller Beteiligten optimal vernetzen und fördern.

## Wendepunkte

Wenn diese Megatrends ganz allgemein diskutiert werden, wirken sie recht abstrakt. Allerdings gehen aus ihnen sehr praktischen Anwendungen und Entwicklungen hervor. Ein im September 2015 veröffentlichter Bericht des Weltwirtschaftsforums identifiziert 21 Kipp- beziehungsweise Wendepunkte

(»Tipping Points«), also Momente, in denen sich bestimmte technologische Entwicklungen in einer Gesellschaft plötzlich auf breiter Front durchsetzen, die unsere zukünftige digitale und vernetzte Welt prägen werden. <sup>14</sup> Da man erwartet, dass sie alle in den nächsten zehn Jahren eintreten werden, vermitteln sie ein plastisches Bild der durch die Vierte Industrielle Revolution ausgelösten tiefgreifenden Veränderungen. Die Wendepunkte wurden mit Hilfe einer Umfrage ermittelt, die das Global Agenda Council on the Future of Software and Society durchgeführt hat und an der über 800 Führungskräfte und Experten aus dem Sektor der Informations- und Kommunikationstechnik teilnahmen.

Tabelle 1 listet den Prozentsatz der Befragten auf, die erwarten, dass der jeweilige Wendepunkt bis zum Jahr 2025 eingetreten sein wird. <sup>15</sup> Im Anhang des Buches werden jeder Wendepunkt und seine positiven und negativen Auswirkungen ausführlicher dargestellt. Zwei Punkte, die in der ursprünglichen Erhebung nicht abgefragt wurden – Designer-Organismen und Neurotechnologien –, wurden ebenfalls berücksichtigt, sind in Tabelle 1 jedoch nicht enthalten. Diese Wendepunkte liefern uns wichtige Hintergrundinformationen, da sie die tiefgreifenden Veränderungen, die auf uns zukommen – und die durch ihre systemische Natur noch verstärkt werden –, signalisieren und uns Anhaltspunkte liefern, wie wir uns am besten auf sie vorbereiten und auf sie reagieren. Im nächsten Kapitel werde ich darlegen, dass die erfolgreiche Gestaltung dieses Übergangs damit beginnt, dass man sich die Veränderungen, die bereits im Gang sind und die uns noch bevorstehen, sowie deren Auswirkungen auf sämtliche Ebenen der globalen Gesellschaft bewusst macht.

Tabelle 1

**Wendepunkte, die sich bis zum Jahr 2025 ereignen sollen**

	von ... Prozent der Befragten erwartet
10 Prozent der Menschen tragen Kleidung, die mit dem Internet verbunden ist	91,2
90 Prozent der Menschen haben unbegrenzten und kostenlosen (durch Werbung finanzierten) Speicherplatz	91,0
1 Billion Sensoren sind mit dem Internet verbunden	89,2
Der erste Apotheker-Roboter existiert in den USA	86,5
10 Prozent der Lesebrillen sind mit dem Internet verbunden	85,5
80 Prozent der Weltbevölkerung haben eine digitale Präsenz im Internet	84,4
Das erste 3D-gedruckte Auto geht in Produktion	84,1
Der erste Staat ersetzt die Volkszählung durch Big-Data-Quellen	82,9
Das erste kommerziell verfügbare implantierbare Handy ist am Markt	81,7
5 Prozent der Konsumgüter werden in 3D gedruckt	81,1
90 Prozent der Weltbevölkerung nutzen Smartphones	80,7
90 Prozent der Weltbevölkerung haben regelmäßig Zugang zum Internet	78,8
Selbstfahrende Fahrzeuge machen 10 Prozent aller Fahrzeuge auf US-amerikanischen Straßen aus	78,2
Die erste Transplantation einer 3D-gedruckten Leber erfolgt	76,4
30 Prozent aller Buchprüfungen in Großunternehmen werden von KI ausgeführt	75,4
Steuern werden von einem Staat erstmals über eine Blockchain eingezogen	73,1
Über 50 Prozent des Internetverkehrs der privaten Haushalte entfällt auf Haushaltsgeräte und sonstige Geräte	69,9
Weltweit finden mehr Ausflüge/Fahrten über Car-Sharing als in Privatautos statt	67,2
Es gibt die erste Stadt mit über 50 000 Einwohnern und ohne Ampeln	63,7
10 Prozent der Weltwirtschaftsleistung ist auf der Blockchain-Technologie gespeichert	57,9
Die erste KI-Maschine arbeitet im Vorstand eines Konzerns	45,2

Quelle: Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, Weltwirtschaftsforum, September 2015.

### 3.

## Auswirkungen

Die Breite und Tiefe der technologischen Revolution, die wir gerade erleben, kündigen so gravierende wirtschaftliche, gesellschaftliche und kulturelle Veränderungen an, dass sie sich heute kaum abschätzen lassen. Trotzdem wird in diesem Kapitel der Versuch unternommen, die potentiellen Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf Unternehmen, Staaten und Länder, auf die Gesellschaft und den Einzelnen zu beschreiben und zu analysieren.

Eine der weitreichendsten Veränderungen in all diesen Bereichen wird auf eine einzelne Kraft zurückzuführen sein: Empowerment. Diese Ermächtigung beziehungsweise Befähigung zur Selbstbestimmung verändert das Verhältnis zwischen dem Staat und seinen Bürgern, zwischen Unternehmen und ihren Mitarbeitern, Aktionären und Kunden sowie zwischen Supermächten und kleineren Ländern. Die disruptive Wirkung der Vierten Industriellen Revolution auf die bestehenden politischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Modelle wird es nötig machen, dass sich »ermächtigte« Akteure als Teile eines weitverzweigten Machtsystem verstehen, das nur mit kooperativeren Formen der Interaktion erfolgreich sein kann.

### **Wirtschaft**

Die Vierte Industrielle Revolution wird so tiefgreifende Auswirkungen auf die Weltwirtschaft haben, dass sich die einzelnen Effekte nur schwer auseinanderhalten lassen. Tatsächlich werden alle möglichen volkswirtschaftlichen Kernvariablen betroffen sein: Bruttoinlandsprodukt, Investitionstätigkeit, Konsum, Beschäftigung, Außenhandel, Inflation und so weiter. Ich werde mich auf die zwei wichtigsten Dimensionen konzentrieren: Wachstum (hauptsächlich betrachtet durch die Linse seiner langfristigen

Bestimmungsgröße, der Produktivität) und Beschäftigung.

### ***Wachstum***

Die Frage, wie sich die Vierte Industrielle Revolution auf das Wirtschaftswachstum auswirken wird, wird unter Ökonomen kontrovers diskutiert. Auf der einen Seite behaupten Technikpessimisten, die digitale Revolution habe bereits ihre entscheidenden Beiträge zum Wirtschaftswachstum geleistet, weswegen mit keiner nennenswerten weiteren Steigerung der Produktivität zu rechnen sei. Die Gegenpartei, die Technikoptimisten, behauptet, Technologie und Innovation stünden an einem Wendepunkt und würden schon bald einen massiven Produktivitätsschub und ein höheres Wirtschaftswachstum erzeugen.

Obwohl ich beiden Seiten in gewissen Aspekten Recht gebe, bleibe ich ein pragmatischer Optimist. Ich sehe durchaus die potentiellen deflatorischen Effekte des technischen Fortschritts (auch wenn sie als »gute Deflation« definiert wird) und ebenso die Tatsache, dass einige ihrer Verteilungseffekte den Faktor Kapital gegenüber dem Faktor Arbeit begünstigen und zudem womöglich die Löhne (und damit den Konsum) unter Druck setzen. Ich sehe allerdings auch, dass die Vierte Industrielle Revolution vielen Menschen ermöglicht, mehr Güter und Dienstleistungen zu niedrigeren Preisen und in einer Weise zu konsumieren, die den Verbrauch oft nachhaltiger und daher verantwortungsbewusster macht.

Um die möglichen Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf das Wachstum richtig einschätzen zu können, ist es wichtig, sie im Zusammenhang mit jüngsten ökonomischen Trends und anderen wachstumsfördernden Faktoren zu betrachten. In den Jahren unmittelbar vor der Wirtschafts- und Finanzkrise von 2008 wuchs die Weltwirtschaft jährlich um etwa fünf Prozent. Wenn sie weiterhin mit dieser Rate gewachsen wäre, hätte sich die Weltwirtschaftsleistung alle 14 bis 15 Jahre verdoppelt, sodass Milliarden von Menschen aus der Armut herausgeholt worden wären.

Unmittelbar nach der Großen Rezession wurde allgemein erwartet, dass die Weltwirtschaft zu ihrer früheren Wachstumsdynamik zurückfindet. Doch das ist nicht geschehen. Die Weltwirtschaft scheint nun dauerhaft mit einer Rate zu wachsen, die unter dem langjährigen Durchschnitt seit Ende des Zweiten Weltkriegs liegt – mit etwa 3 bis 3,5 Prozent jährlich.

Einige Ökonomen stellen die Möglichkeit einer »hundertjährigen Rezession« zur Diskussion und sprechen von einer »säkularen Stagnation«, ein von Alvin Hansen während der Großen Depression geprägter Begriff, der unlängst von den Wirtschaftswissenschaftlern Larry Summers und Paul Krugman wieder aufgegriffen wurde. »Säkulare Stagnation« beschreibt den Zustand eines anhaltenden Ausfalls der Nachfrage, der selbst mit Zinssätzen nahe null nicht überwunden werden kann. Dieses Konzept ist zwar wissenschaftlich umstritten, hat jedoch weitreichende Konsequenzen. Falls es zutrifft, legt es den Schluss nahe, dass die weltwirtschaftliche Wachstumsrate noch weiter sinken könnte. In einem extremen Szenario könnte die jährliche Wachstumsrate des weltweiten Bruttoinlandsprodukts (BIP) auf 2 Prozent fallen, was bedeuten würde, dass es 36 Jahre dauern würde, bis sich das globale BIP verdoppelte.

Es gibt viele Erklärungen für das heute langsamere Wachstum der Weltwirtschaft – von der Fehlleitung von Kapital über Überschuldung bis zu demographischem Wandel und so weiter. Ich werde auf zwei Faktoren eingehen, Alterung und Produktivität, da beide besonders eng mit dem technischen Fortschritt verbunden sind.

### Alterung

Die Weltbevölkerung wird laut Prognosen von heute 7,2 Milliarden Menschen auf 8 Milliarden Menschen im Jahr 2030 und 9 Milliarden 2050 anwachsen. Das Bevölkerungswachstum sollte zu einem Anstieg der Nachfrage führen. Aber es gibt noch einen weiteren folgenreichen demographischen Trend: Alterung. Nach gängiger Meinung sind es vor allem die reichen Länder im Westen, die von der Alterung ihrer Bevölkerung betroffen sein werden. Doch das ist nicht der Fall: In vielen Regionen der Welt fällt die Geburtenziffer unter die sogenannte Bestandsrate – nicht nur in Europa, wo der Bevölkerungsrückgang anfangt, sondern auch in den meisten südamerikanischen Ländern und in der Karibik, in einem Großteil Asiens einschließlich China und Indien, und sogar in einigen Ländern des Nahen Ostens und Nordafrikas wie dem Libanon, Marokko und Iran.

Die Alterung der Bevölkerung stellt eine wirtschaftliche Herausforderung dar, weil die Erwerbsquote sinkt, während der Prozentsatz älterer Menschen, die auf Unterstützung angewiesen sind, steigt. (Sofern nicht das Rentenalter

drastisch erhöht wird und ältere Menschen länger erwerbstätig sein können – ein ökonomischer Imperativ, der mit vielfältigen Vorteilen verbunden ist.) Je stärker eine Bevölkerung altert und je weniger junge Erwachsene es gibt, desto weniger werden teure Anschaffungen getätigt, etwa Immobilien, Möbel, Autos und Haushaltsgeräte. Außerdem werden weniger Menschen unternehmerische Risiken eingehen, weil alternde Arbeitskräfte dazu neigen, die Vermögenswerte, die sie für eine auskömmliche Altersversorgung benötigen, zusammenzuhalten, und keine neuen Firmen zu gründen. Dieser Trend wird in gewissem Umfang durch Personen kompensiert, die in Rente gehen und ihre angesammelten Ersparnisse nutzen, was insgesamt die Ersparnisse und die Investitionsraten verringert.

Diese Gewohnheiten und Muster können sich selbstverständlich verändern, da sich alternde Gesellschaften anpassen, aber im Allgemeinen ist die Wachstumsrate in alternden Gesellschaften niedriger, es sei denn, revolutionäre technologische Neuerungen sorgen für einen deutlichen Produktivitätsschub, der sich dadurch auszeichnet, dass Menschen intelligenter statt härter arbeiten. Die Vierte Industrielle Revolution ermöglicht es uns, ein längeres, gesünderes und aktiveres Leben zu führen. Da wir in einer Zeit leben, in der mehr als ein Viertel der heute in Industrieländern geborenen Kinder ein Alter von hundert Jahren erreichen wird, werden wir die Erwerbstätigkeit im Alter, das Renteneintrittsalter und die individuelle Lebensplanung überdenken müssen. <sup>16</sup> Die Tatsache, dass die Diskussion dieser Themen in vielen Ländern auf erhebliche Widerstände stößt, ist ein weiterer Beleg dafür, dass wir (noch) nicht bereit sind, die Kräfte des Wandels angemessen zur Kenntnis zu nehmen, geschweige denn aktiv zu gestalten.

### Produktivität

In den letzten zehn Jahren hat sich die Produktivität (ob gemessen als Arbeitsproduktivität oder als Gesamtproduktivität) weltweit kaum erhöht, ungeachtet des technischen Fortschritts und der Investitionen in Innovationen. <sup>17</sup> Diese jüngste Manifestation des Produktivitätsparadoxons – der Umstand, dass technologische Innovationen scheinbar nicht mit Produktivitätsfortschritten einhergehen – ist eines der größten Rätsel der Ökonomie, das älter ist als der Beginn der Großen Rezession und für das es keine befriedigende Erklärung gibt.



Betrachten wir etwa die USA, wo die Arbeitsproduktivität zwischen 1947 und 1983 durchschnittlich um 2,8 Prozent jährlich stieg, zwischen 2000 und 2007 um 2,6 Prozent und zwischen 2007 und 2014 nur noch um 1,3 Prozent. <sup>18</sup> Ein Großteil dieses Rückgangs ist auf eine niedrigere Gesamtproduktivität zurückzuführen – jene Kenngröße, die am häufigsten mit dem Beitrag in Verbindung gebracht wird, den Technologie und Innovation zur Produktivitätsentwicklung leisten. Laut dem US-amerikanischen Bundesamt für Arbeitsmarktstatistik lag der Zuwachs der Gesamtproduktivität zwischen 2007 und 2014 nur bei 0,5 Prozent jährlich, ein deutlicher Rückgang im Vergleich zu der jährlichen Wachstumsrate von 1,4 Prozent zwischen 1995 und 2007. <sup>19</sup> Diese Abnahme der gemessenen Produktivität ist besonders beunruhigend, da die 50 größten US-Konzerne im gleichen Zeitraum Finanzmittel in Höhe von über einer Billion Dollar anhäuferten, obwohl die Realzinsen seit fast fünf Jahren um Null pendeln. <sup>20</sup>

Produktivität ist die wichtigste Bestimmungsgröße langfristigen Wachstums und steigender Lebensstandards; daher wird die stagnierende Produktivität, falls sie die Vierte Industrielle Revolution hindurch anhält, zur Folge haben, dass Wachstum und Lebensstandard sinken. Wie aber können wir die Daten, die auf sinkende Produktivität hindeuten, mit den Erwartungen von Produktivitätssteigerungen, die gemeinhin mit dem exponentiellen Fortschritt von Technik und Innovation in Verbindung gebracht werden, in Einklang bringen?

Ein wichtiges Argument bezieht sich auf die Schwierigkeit, Inputs und Outputs zu messen, also die an der Produktion beteiligten Mittel und Leistungen und das letztliche Produkt. Folglich ist es schwierig, die Produktivität präzise zu bestimmen. Innovative Güter und Dienstleistungen, die in Folge der Vierten Industriellen Revolution produziert werden, haben eine erheblich höhere Funktionalität und Qualität und werden dennoch auf Märkten angeboten, die sich grundlegend von jenen unterscheiden, die wir bislang statistisch erfasst haben. Viele der neuen Güter und Dienstleistungen sind »nicht-rival« (das heißt, ihre Nutzung durch einen Konsumenten schließt die Nutzung durch andere Konsumenten nicht aus), haben Grenzkosten von null und/oder nutzen über digitale Plattformen wettbewerbsintensive Märkte. All dies führt zu niedrigeren Preisen. Unter diesen Bedingungen ist es durchaus möglich, dass unsere

traditionellen Statistiken reale Wertsteigerungen nicht erfassen, weil sich die Konsumentenrente (also die Differenz aus dem Preis, den der Konsument für ein Gut zu zahlen bereit ist, und dem Marktpreis) noch nicht in den Gesamtumsätzen oder in höheren Gewinnen widerspiegelt.

Hak Varian, der Chefökonom von Google, weist auf verschiedene Beispiele hin, etwa auf den Effizienzgewinn, wenn man ein Taxi über eine App ruft oder ein Auto in der neuen On-Demand-Welt »auf Knopfdruck« mietet. Es gibt viele weitere ähnliche Dienstleistungen, deren Nutzung tendenziell die Effizienz und folglich auch die Produktivität steigert. Da sie im Wesentlichen gratis sind, wird der Nutzen, den sie zu Hause und am Arbeitsplatz generieren, statistisch nicht erfasst. Dadurch entsteht eine Diskrepanz zwischen dem Nutzwert einer bestimmten Dienstleistung und dem Wachstum, wie es von Land zu Land statistisch erfasst wird. Dies deutet darauf hin, dass wir eigentlich effizienter produzieren und konsumieren, als unsere Wirtschaftsindikatoren nahelegen. <sup>21</sup>

Ein anderes Argument gegen die scheinbare Diskrepanz zwischen Fortschritt und sinkender Produktivität lautet, dass die Produktivitätsgewinne aus der Dritten Industriellen Revolution zwar durchaus dahinschwinden mögen, die Produktivitätsexplosion infolge der neuen Technologien, die im Zuge der Vierten Industriellen Revolution produziert werden, aber erst noch bevorsteht. Als pragmatischer Optimist bin ich der festen Überzeugung, dass wir gerade erst beginnen, die positiven Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution zu spüren. Mein Optimismus speist sich im Wesentlichen aus drei Quellen.

Erstens bietet die Vierte Industrielle Revolution die Chance, jene zwei Milliarden Menschen, die bislang nicht ausreichend mit Gütern versorgt werden, in die Weltwirtschaft zu integrieren. Durch die Ermächtigung (»Empowerment«) und Vernetzung von Individuen und Gemeinschaften auf der ganzen Welt entsteht eine zusätzliche Nachfrage nach vorhandenen Produkten und Dienstleistungen.

Zweitens wird die Vierte Industrielle Revolution unsere Fähigkeit, negative externe Effekte auszugleichen, enorm verstärken, wodurch das Wirtschaftswachstum angekurbelt werden kann. Nehmen wir zum Beispiel Kohlenstoffemissionen, eine bedeutende negative Externalität. Bis vor kurzem waren Investitionen in den Umweltschutz nur dann attraktiv, wenn sie staatlich hoch subventioniert wurden. Das ist immer weniger der Fall. Rasche technische

Fortschritte bei erneuerbaren Energien, bei der Kraftstoffeinsparung und Energiespeicherung machen nicht nur Investitionen in diesen Bereichen zunehmend profitabel – und kurbeln dadurch das BIP-Wachstum an –, sie helfen auch, den Klimawandel abzuschwächen, eine der größten weltweiten Herausforderungen unserer Zeit.

Drittens sagen mir alle Führungskräfte aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft, mit denen ich zu tun habe, dass sie hart daran arbeiten, ihre Organisationen so umzugestalten, dass sie die Effizienzsteigerungen, die durch die digitalen Technologien möglich werden, in vollem Umfang nutzen können. Wir stehen noch immer am Anfang der Vierten Industriellen Revolution, und es wird völlig neuer Wirtschafts- und Organisationsstrukturen bedürfen, um ihr Potential auszuschöpfen.

In der Tat bin ich der Auffassung, dass die Wettbewerbsfähigkeit in der Vierten Industriellen Revolution anderen Regeln unterliegt als in früheren Epochen. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen sowohl Unternehmen als auch Staaten Vorkämpfer sein für alle möglichen Innovationen. Strategien, die nur auf Kostensenkung abzielen, werden in Zukunft weniger effektiv sein als solche, mit denen Produkte und Dienstleistungen auf innovativere Weise angeboten werden. Wie wir heute an Beispielen wie Uber und Airbnb sehen, werden etablierte Unternehmen durch aufstrebende Disruptoren und Innovatoren aus anderen Branchen und Ländern extrem unter Druck gesetzt. Das Gleiche könnte man von Ländern sagen, die nicht erkennen, dass sie ihre Innovationsökosysteme entsprechend (um)gestalten müssen.

Insgesamt glaube ich, dass uns die Kombination von strukturellen Faktoren (Überschuldung und alternde Gesellschaften) und systemischen Faktoren (Einführung der Plattform- und On-Demand-Wirtschaft, wachsende Bedeutung sinkender Grenzkosten und so weiter) dazu zwingen wird, unsere volkswirtschaftlichen Lehrbücher umzuschreiben. Die Vierte Industrielle Revolution hat das Potential, sowohl das Wirtschaftswachstum zu steigern als auch einige der größten globalen Herausforderungen, denen wir uns als Menschheit gegenübersehen, zu entschärfen. Wir müssen jedoch auch ihre möglichen negativen Auswirkungen erkennen und angemessen darauf reagieren, insbesondere im Hinblick auf Ungleichheit, Beschäftigung und Arbeitsmärkte.

## ***Beschäftigung***

Ungeachtet der potentiellen positiven Effekte der technologischen Revolution auf das Wirtschaftswachstum ist es unbedingt erforderlich, den möglichen negativen Auswirkungen, die sie zumindest kurzfristig auf den Arbeitsmarkt haben könnte, entgegenzuwirken. Befürchtungen, der technische Fortschritt könnte Arbeitsplätze vernichten, sind nicht neu. Im Jahr 1931 warnte der Wirtschaftswissenschaftler John Maynard Keynes bereits vor verbreiteter technologischer Arbeitslosigkeit, »weil unsere Entdeckung von Mitteln zur Einsparung von Arbeit schneller voranschreitet als unsere Fähigkeit, neue Verwendungen für Arbeit zu finden«. <sup>22</sup> Diese Vorhersage erwies sich damals als falsch, aber was wäre, wenn sie diesmal zutreffen würde? In den letzten Jahren wurde die Debatte neu angefacht durch die Beobachtung, dass Computer eine Reihe von Tätigkeiten übernehmen, die bisher von Menschen ausgeführt wurden und insbesondere Buchhalter, Kassierer und Telefonisten vom Arbeitsmarkt verdrängen.

Die Gründe, warum die neue technologische Revolution größere Umwälzungen herbeiführen wird als die vorhergehenden industriellen Revolutionen, wurden bereits in der Einleitung erwähnt: Schnelligkeit (alles geschieht viel schneller als früher), Breite und Tiefe (viele radikale Veränderungen geschehen gleichzeitig) und die vollständige Transformation ganzer Systeme.

In Anbetracht dieser treibenden Faktoren gibt es nur eine Gewissheit: Neue Technologien werden das Wesen der Arbeit in sämtlichen Branchen und Berufen tiefgreifend verändern. Ungewiss ist vor allem das Ausmaß, in dem die Automatisierung Arbeitskräfte ersetzen wird. Wie lange wird dieser Prozess dauern, und wie weit wird er gehen?

Um das zu verstehen, müssen wir die beiden konkurrierenden Effekte näher betrachten, die der technische Fortschritt auf die Beschäftigung hat: Zum einen hat er eine zerstörerische Wirkung, da die vom technischen Fortschritt angetriebene Disruption und Automatisierung Arbeit durch Kapital ersetzt, sodass Arbeitnehmer arbeitslos werden oder gezwungen sind, sich andere Beschäftigungen zu suchen. Zum anderen geht die zerstörerische Wirkung mit einem Kapitalisierungseffekt einher, der die Nachfrage nach neuen Gütern und Dienstleistungen erhöht und neue Berufe, Firmen und sogar Branchen entstehen

lässt.

Als Menschen besitzen wir eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit und Erfindungsgabe. Jetzt kommt es entscheidend auf den Verlauf und das Ausmaß an, in dem der Kapitalisierungseffekt den Zerstörungseffekt verdrängt, und wie schnell die Ersetzung vonstattengeht.

Die Auswirkungen, welche die neuen Technologien auf den Arbeitsmarkt haben werden, werden unterschiedlich eingeschätzt. Es gibt, grob gesprochen, zwei entgegengesetzte Lager: Die einen glauben an ein Happy End, bei dem durch den technischen Fortschritt verdrängte Arbeitskräfte neue Stellen finden und der Innovationsschub eine neue Ära des Wohlstands einleiten wird. Die anderen glauben, es komme infolge einer massenhaften, von den neuen Technologien verursachten Arbeitslosigkeit zu einer gesellschaftlichen und politischen Apokalypse. Die Geschichte lehrt uns, dass die Realität vermutlich irgendwo in der Mitte liegen wird. Die Frage ist: Was sollten wir tun, um positive Effekte zu verstärken und denjenigen zu helfen, die in der Übergangsphase ihre Beschäftigung verlieren?

Technische Innovationen haben von jeher eine gewisse Anzahl von Arbeitsplätzen vernichtet, diese jedoch durch neue Stellen in einem anderen Wirtschaftszweig und möglicherweise an einem anderen Ort ersetzt. Nehmen wir zum Beispiel die Landwirtschaft: In den USA betrug der Anteil der in der Landwirtschaft tätigen Personen an der gesamten Erwerbsbevölkerung zu Beginn des 19. Jahrhunderts 90 Prozent, heute liegt er bei unter 2 Prozent. Dieser dramatische Schrumpfungsprozess verlief relativ problemlos und führte zu keiner nennenswerten Dauerarbeitslosigkeit.

Die App-Economy ist ein Beispiel für ein neues Job-Ökosystem. Ihre Anfänge reichen in das Jahr 2008 zurück, als Steve Jobs, der Apple-Gründer, externe Entwickler Anwendungen für das iPhone austüfteln ließ. Mitte 2015 soll die globale App-Economy einen Umsatz von über 100 Milliarden Dollar erwirtschaftet haben, womit sie die Filmindustrie überholt hätte, die es seit über hundert Jahren gibt.

Die Technikooptimisten fragen: Wenn wir von der Vergangenheit auf die Gegenwart schließen, weshalb sollte es dann diesmal anders sein? Sie räumen ein, dass neue Technologien disruptiv sein können, aber dass sie letztlich immer die Produktivität verbessern und den Wohlstand steigern, was wiederum zu einer

größeren Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen und damit zu neuen Arbeitsplätzen führt. Das Argument lautet im Wesentlichen folgendermaßen: Da menschliche Bedürfnisse und Wünsche grenzenlos sind, sollte der Prozess, sie zu befriedigen, ebenfalls grenzenlos sein. Abgesehen von den normalen Rezessionen und gelegentlichen Depressionen wird es immer genügend Arbeit für alle geben.

Welche empirischen Belege sprechen für diese optimistische Sicht, und was können sie uns über die Zukunft verraten? Die ersten Anzeichen deuten auf eine Substitution des Faktors Arbeit durch Innovationen in zahlreichen Branchen und Tätigkeiten hin, die sich vermutlich in den kommenden Jahrzehnten ereignen wird.

#### Substitution des Faktors Arbeit

Viele Tätigkeiten, insbesondere jene, die mit in monoton-repetitiver und präziser Handarbeit verbunden sind, wurden bereits automatisiert. Viele andere werden folgen, da die Rechenleistung weiter zunehmen wird. Früher als es die meisten erwarten, werden die Tätigkeiten so unterschiedlicher akademischer Berufe wie Juristen, Finanzanalysten, Ärzte, Journalisten, Buchhalter, Versicherer oder Bibliothekare teilweise oder vollständig automatisiert werden.

Bis jetzt zeichnen die empirischen Daten folgendes Bild: Die Vierte Industrielle Revolution scheint weniger Arbeitsplätze in neuen Branchen zu schaffen als frühere Revolutionen. Laut einer Schätzung des Oxford Martin Programme on Technology and Employment sind nur 0,5 Prozent aller US-amerikanischen Erwerbspersonen in Branchen tätig, die es zur Jahrhundertwende noch nicht gab. Das sind sehr viel weniger als die etwa 8 Prozent der neuen Stellen, die in den 1980er Jahren in neuen Branchen geschaffen wurden, und die 4,5 Prozent der neuen Stellen, die in den 1990er Jahren in neuen Sektoren entstanden. Dies wird durch einen aktuellen US Economic Census, der umfassend alle relevanten Daten der US-amerikanischen Volkswirtschaft erhebt, bestätigt: Er gibt interessante Aufschlüsse über den Zusammenhang zwischen technischem Fortschritt und Arbeitslosigkeit. So zeigt er, dass Innovationen in der Informationstechnologie und in anderen disruptiven Technologien vor allem die Produktivität steigern, indem sie Arbeitskräfte ersetzen, und nicht etwa neue Produkte schaffen, für deren Herstellung mehr

Arbeitskräfte benötigt würden.

Zwei Forscher der Oxford Martin School, der Volkswirt Carl Benedikt Frey und der Experte für maschinelles Lernen Michael Osborne haben den potentiellen Effekt des technischen Fortschritts auf die Arbeitslosigkeit quantifiziert, indem sie 702 verschiedene Berufe nach ihrer Wahrscheinlichkeit einstuften, automatisiert zu werden – von denjenigen mit dem geringsten Automatisierungsrisiko (»0«) bis zu denjenigen mit dem höchsten Risiko (»1«). <sup>23</sup> Tabelle 2 listet eine Auswahl von Berufen mit dem höchsten beziehungsweise dem niedrigsten Risiko auf, durch den Computer ersetzt zu werden. Das Fazit dieser Studie lautete, dass über die nächsten zehn bis 20 Jahre etwa 47 Prozent aller Arbeitskräfte in den USA gefährdet sind; das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Arbeitsplatzvernichtung sind viel größer als der Wandel des Arbeitsmarkts in früheren industriellen Revolutionen. Zudem geht der Trend hin zu einer größeren Polarisierung im Arbeitsmarkt: Mehr Beschäftigte wird es in den geistig anspruchsvollen und kreativen Berufen mit hohem Einkommen sowie bei schlecht bezahlten manuellen Tätigkeiten geben, während deutlich weniger Beschäftigte Routine- und repetitive Tätigkeiten im mittleren Einkommensbereich verrichten werden.

Tabelle 2

**Beispiele für Berufe mit dem höchsten und dem geringsten Automatisierungsrisiko**

<b>Höchstes Automatisierungsrisiko</b>	
Wahrscheinlichkeit Beruf	
0,99	Telefonverkäufer
0,99	Steuerberater
0,98	Versicherungssachverständiger, KFZ-Schäden
0,98	Schiedsrichter und andere Sportoffizielle
0,98	Anwaltsgehilfen
0,97	Servicekräfte in Restaurant, Bar und Café
0,97	Immobilienmakler
0,97	Zeitarbeiter im Agrarsektor
0,96	Sekretäre und Verwaltungsassistenten, außer in den Bereichen Recht, Medizin und Führungsebene von Unternehmen
0,94	Kuriere und Boten
<b>Geringstes Automatisierungsrisiko</b>	
Wahrscheinlichkeit Beruf	
0,0031	Sozialarbeiter im Bereich psychische Gesundheit und Substanzmissbrauch
0,0040	Choreographen
0,0042	Mediziner
0,0043	Psychologen
0,0055	Personalmanager
0,0065	Computer-Systemanalytiker
0,0077	Anthropologen und Archäologen
0,0100	Schiffs- und Schiffbauingenieure
0,0130	Vertriebsleiter
0,0150	Leitende Angestellte

Quelle: Carl Benedikt Frey und Michael Osborne, Universität Oxford, 2013.

Dieser Wandel ist nicht nur auf die wachsende Leistungsfähigkeit von Algorithmen, Robotern und anderen Formen nicht-menschlicher Ressourcen zurückzuführen. Michael Osborne weist darauf hin, dass eine entscheidende



Voraussetzung für die Automatisierung die Tatsache ist, dass sich Unternehmen in den letzten Jahren große Mühe gegeben haben, Tätigkeiten und Arbeitsprozesse besser zu definieren und zu vereinfachen, damit sich diese leichter outsourcen, ins Ausland verlagern und als »digitale Arbeit« erledigen lassen (zum Beispiel über den Dienst Mechanical Turk [MTurk] des Online-Händlers Amazon, einen Internet-Marktplatz für Crowdsourcing). Diese Vereinfachung von Arbeitsvorgängen hat zur Folge, dass Menschen leichter von Algorithmen ersetzt werden können: Klar begrenzte, wohldefinierte Aufgaben lassen sich besser überwachen, was mehr qualitativ hochwertige Daten über die Aufgabe generiert. Dadurch entsteht eine bessere Datenbasis für die Konzipierung von Algorithmen, die die Arbeit übernehmen können.

Wenn wir die Automatisierung und das Phänomen der Substitution näher betrachten, sollten wir der Versuchung widerstehen, bei der Analyse der Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die Zukunft der Arbeit in ein Schwarz-Weiß-Denken zu verfallen. Wie die Studie von Frey und Osborne zeigt, wird die Vierte Industrielle Revolution zwangsläufig weitreichende Auswirkungen auf die Arbeitsmärkte und Arbeitsplätze weltweit haben. Aber das bedeutet nicht, dass die neuen Technologien ausschließlich negative Folgen für die Beschäftigung hätten und wir vor dem Dilemma stünden, uns zwischen dem Erhalt von Arbeitsplätzen und der technischen Innovation entscheiden zu müssen. Vielmehr wird die enge Verzahnung digitaler, physischer und biologischer Technologien, die die gegenwärtigen Veränderungen antreiben, die menschlichen Arbeits- und Denkfähigkeiten verbessern. Das bedeutet, dass Führungskräfte Institutionen darauf vorbereiten und Bildungsmodelle entwickeln müssen, um ihre Mitarbeiter zu befähigen, mit und neben Maschinen zu arbeiten, die immer leistungsfähiger, immer stärker vernetzt und immer intelligenter sein werden.

#### Auswirkungen auf die beruflichen Qualifikationen

In absehbarer Zukunft haben jene Berufe ein geringes Automatisierungsrisiko, die soziale und kreative Kompetenzen erfordern. Besonders wichtig wird die Fähigkeit sein, in schwierigen Situationen Entscheidungen zu treffen und neue Ideen zu entwickeln.

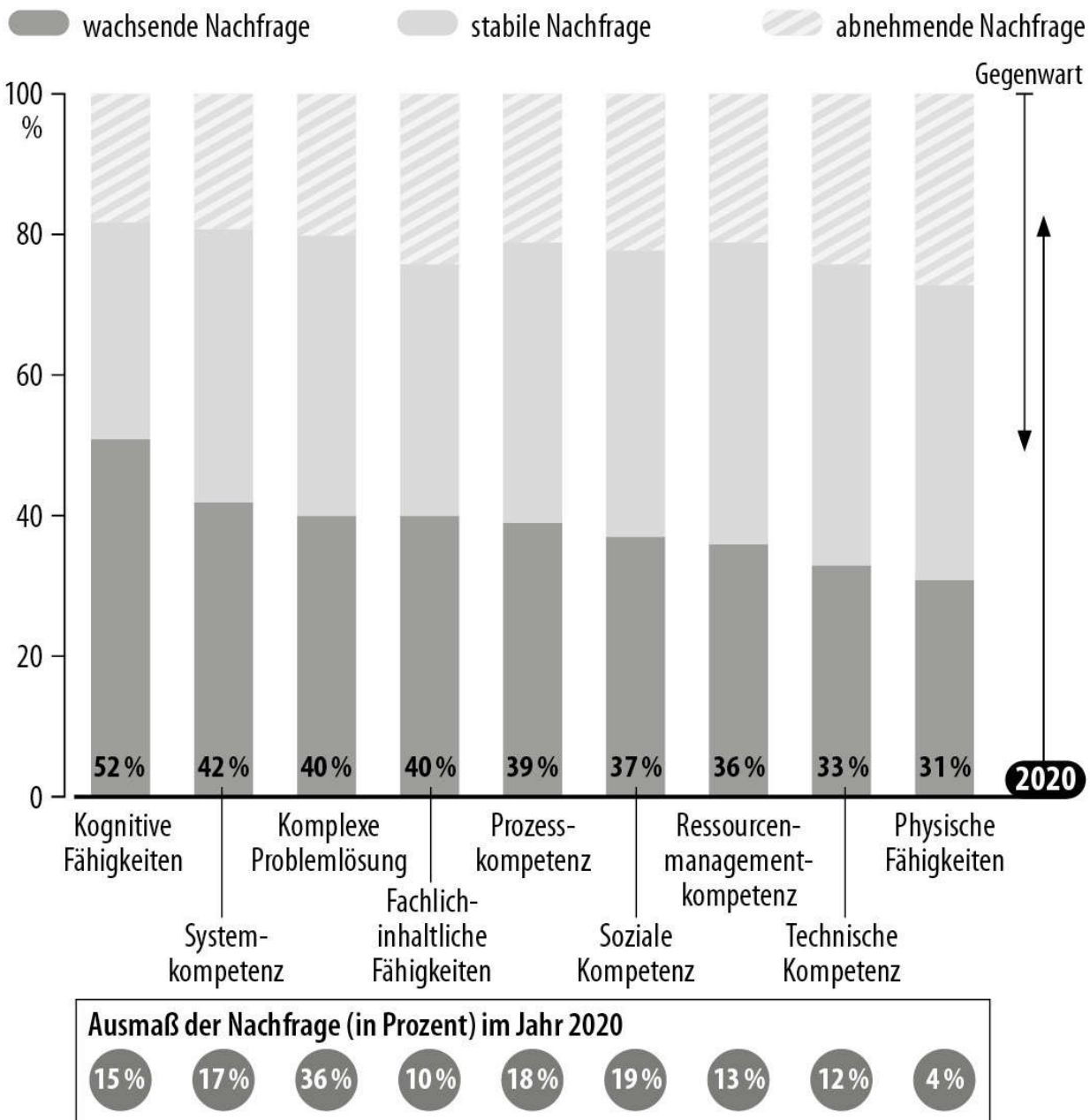
Allerdings mag das nicht auf Dauer so sein. Nehmen wir einen der

kreativsten Berufe – den Autor – und die aufkommende automatisierte Generierung von Texten. Hochkomplexe Algorithmen können Texte in jedem beliebigen, auf eine bestimmte Leserschaft zugeschnittenen Stil erzeugen. Der Text hört sich so »menschengemacht« an, dass ein Quiz der *New York Times* vor kurzem zeigte, dass Leser nach der Lektüre zweier ähnlicher Texte nicht zu sagen vermochten, welcher von einem menschlichen Autor und welcher von einem Roboter verfasst wurde. Die Technologie entwickelt sich so schnell weiter, dass Kristian Hammond, der Mitgründer von Narrative Science, einem Unternehmen, das sich auf die automatisierte Generierung von Texten spezialisiert hat, vorhersagt, dass Mitte der 2020er Jahre 90 Prozent der Nachrichten von einem Algorithmus erzeugt werden könnten, der größte Teil davon, ohne dass ein Mensch in irgendeiner Weise daran beteiligt wäre (abgesehen von der Konzipierung des Algorithmus natürlich). <sup>24</sup>

In einem sich so rapide wandelnden Arbeitsumfeld wird die Fähigkeit immer wichtiger, zukünftige Beschäftigungstrends und -bedürfnisse sowie die Kenntnisse und Fähigkeiten, die hierfür nötig sind, vorhersehen zu können. Da sich diese Trends je nach Branche und Region unterscheiden, ist es wichtig, die Folgen der Vierten Industriellen Revolution für die einzelnen Branchen und Länder gesondert zu betrachten.

Schaubild 1

## Die Nachfrage nach Kompetenzen in der Arbeitswelt im Jahr 2020



Quelle: Future of Jobs Report, Weltwirtschaftsforum 2016.

Für den *Future of Jobs Report* des Weltwirtschaftsforums aus dem Jahr 2016 baten wir die Personalvorstände der größten Arbeitgeber in zehn Wirtschaftszweigen und 15 Ländern, die Auswirkungen der gegenwärtigen Revolution auf Beschäftigung, Arbeitsplätze und berufliche

Kompetenzanforderungen bis zum Jahr 2020 abzuschätzen. Wie Schaubild 1 zeigt, glauben die Befragten, dass komplexe Problemlösungs-, soziale und Systemkompetenzen im Jahr 2020 sehr viel stärker gefragt sein werden als physische oder fachlich-inhaltliche Qualifikationen. Die nächsten fünf Jahre, so das Fazit des Berichts, seien eine kritische Übergangszeit: Während die Beschäftigungsaussichten insgesamt eher dürftig sind, gibt es eine erhebliche Arbeitsplatzfluktuation innerhalb von Branchen und einen Wandel der Kompetenzanforderungen innerhalb der meisten Berufe. Während erwartet wird, dass sich die Löhne und die Work-Life-Balance in den meisten Berufen leicht verbessern, soll sich die Sicherheit des Arbeitsplatzes in der Hälfte der in die Untersuchung einbezogenen Branchen verschlechtern. Klar ist auch, dass Frauen und Männer in unterschiedlicher Weise betroffen sein werden, was die Geschlechterungleichheit möglicherweise noch gravierender machen könnte (siehe Kasten A: Geschlechterungleichheiten und die Vierte Industrielle Revolution).

## **KASTEN A**

### **GESCHLECHTERUNGLEICHHEITEN UND DIE VIERTE INDUSTRIELLE REVOLUTION**

Die zehnte Auflage des Global Gender Gap Report aus dem Jahr 2015 brachte zwei beunruhigende Trends zum Vorschein. Erstens: Wenn es so weitergeht wie bisher, wird es weitere 118 Jahre dauern, ehe die ökonomische Gleichstellung der Geschlechter weltweit verwirklicht sein wird. Zweitens: Es geht nur im Schneckentempo voran, und womöglich ist sogar ein Stillstand eingetreten.

Angesichts dessen ist es unabdingbar, die Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf die Geschlechterungleichheit näher zu betrachten. Wie wird sich die Beschleunigung des technischen Fortschritts, die sich auf die physische, die digitale und die biologische Sphäre erstreckt, auf die Rolle auswirken, die Frauen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft spielen?

In diesem Zusammenhang lautet eine wichtige Frage, ob eher frauen- oder männerdominierte Berufe einem erhöhten Automatisierungsrisiko ausgesetzt sind. Der Future of Jobs-Bericht des Weltwirtschaftsforums zeigt, dass es wahrscheinlich in beiden Kategorien zu erheblichen Arbeitsplatzverlusten kommen wird. Auch wenn die Automatisierung bislang in männerdominierten Sektoren wie Fertigung, Wohnungsbau und Montage zu höherer Arbeitslosigkeit führte, deuten das zunehmende Leistungsspektrum von Künstlicher Intelligenz und die Fähigkeit, Arbeitsaufgaben in Dienstleistungsbranchen zu digitalisieren, darauf hin, dass ein großer Bereich von Arbeitsplätzen gefährdet ist. Das

betrifft zum Beispiel Call-Center in Schwellenländern (die Existenzgrundlage vieler junger Frauen, die als Erste in ihren Familien überhaupt erwerbstätig sind) oder Stellen im Einzelhandel und als Sachbearbeiter in Industrieländern (wichtige Erwerbsmöglichkeiten für Frauen aus der unteren Mittelschicht).

Der Verlust eines Arbeitsplatzes hat in vielerlei Hinsicht negative Auswirkungen, aber die verstärkende Wirkung von Verlusten in mehreren Kategorien von Arbeitsplätzen, die traditionell Frauen Zugang zum Arbeitsmarkt verschaffen, ist besorgniserregend. Dies wird insbesondere die Existenzgrundlage von Haushalten gefährden, in denen gering qualifizierte Frauen die Alleinverdiener sind, sowie die Gesamteinkünfte von Doppelverdienerfamilien mindern und die schon jetzt beunruhigende Geschlechterungleichheit weltweit noch vergrößern.

Aber wie sieht es mit neuen Rollen und Möglichkeiten aus? Welche neuen Chancen könnten sich Frauen in einem Arbeitsmarkt bieten, der durch die Vierte Industrielle Revolution transformiert wird? Auch wenn es schwierig ist, die Kompetenzen und Fähigkeiten zu umreißen, die in noch nicht existierenden Branchen erwartet werden, können wir vernünftigerweise davon ausgehen, dass die Nachfrage nach Qualifikationen ansteigen wird, die Arbeitskräfte befähigen, mit technologischen Systemen etwa beim Design und in der Entwicklung zusammenzuarbeiten oder in Lücken tätig zu sein, die diese technischen Innovationen hinterlassen.

Weil Männer nach wie vor mathematische und Ingenieurberufe sowie die Informatik dominieren, mag die steigende Nachfrage nach speziellen technischen Kompetenzen die Ungleichheiten zwischen den Geschlechtern verschärfen. Zeitgleich steigt die Nachfrage nach Fachkräften, deren Funktionen Maschinen nicht übernehmen können, da sie sich auf nicht automatisierbare psychologische Fähigkeiten wie Empathie und Mitgefühl stützen. In vielen dieser Berufe dominieren Frauen, dazu gehören etwa Psychologen, Therapeuten, Coaches, Eventplaner, Krankenpfleger und andere medizinische Tätigkeiten.

Ein zentrales Problem ist der relative Ertrag (Rendite) der aufgewendeten Zeit und Mühe für Aufgaben, die neue Fachkompetenzen erfordern, da das Risiko besteht, dass persönliche Dienstleistungen und andere gegenwärtig frauendominierte Berufskategorien unterbewertet bleiben. Wenn dem so sein sollte, mag die Vierte Industrielle Revolution dazu führen, dass männliche und weibliche Rollen noch stärker auseinanderklaffen. Dies wäre eine negative Folge der Vierten Industriellen Revolution, da sie sowohl die Ungleichheit in der Bevölkerung insgesamt als auch die Geschlechterungleichheit erhöhen würde. Frauen hätten es in Zukunft schwerer, ihre Talente am Arbeitsmarkt angemessen zur Geltung zu bringen. Zudem wären die erhöhte diversitätsbedingte Wertschöpfung und die ökonomischen Vorteile gefährdet, die Organisationen durch die gesteigerte Kreativität und Effizienz von Teams mit ausgewogenem Geschlechterverhältnis auf allen Ebenen erwachsen. Viele der Persönlichkeitszüge und Fähigkeiten, die traditionell mit Frauen und typischen Frauenberufen in Verbindung gebracht werden, werden im Zeitalter der Vierten Industriellen Revolution in viel höherem Maße nachgefragt werden.

**Auch wenn wir die unterschiedlichen Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf Männer und Frauen nicht vorhersagen können, sollten wir die Chance nutzen, die diese wirtschaftliche Transformation eröffnet, um die Arbeitsmarktpolitik und die betriebliche Beschäftigungspolitik so umzugestalten, dass Männer und Frauen ihre Fähigkeiten bestmöglich einbringen können.**

In der Welt von morgen werden viele neue Stellen und Berufe entstehen, nicht nur unter dem Einfluss der Vierten Industriellen Revolution, sondern auch aufgrund nicht-technologischer Faktoren wie demographischer Dynamiken, geopolitischer Verschiebungen und neuer sozialer und kultureller Normen. Heute können wir all dies nicht exakt prognostizieren, aber ich bin überzeugt davon, dass in der Zukunft das Talent, mehr als das Kapital, der entscheidende Produktionsfaktor sein wird. Aus diesem Grund dürfte der Mangel an hochqualifizierten Fachkräften und weniger die unzureichende Verfügbarkeit von Kapital der wichtigste limitierende Faktor für die Innovationskraft, die Wettbewerbsfähigkeit und das Wachstumspotenzial einer Volkswirtschaft sein.

Dadurch entsteht möglicherweise ein Arbeitsmarkt, der in zunehmendem Maße in zwei Segmente zerfällt: einen Niedriglohnsektor von gering qualifizierten Arbeitskräften und einen Hochlohnsektor von hochqualifizierten Fachkräften. Martin Ford, der Autor und Software-Unternehmer aus dem Silicon Valley, sagt sogar voraus, dass die gesamte Basis der Pyramide berufsbezogener Qualifikationen ausgehöhlt werden wird. <sup>25</sup> Dies wiederum führe zu wachsender Ungleichheit und einer Zunahme der sozialen Spannungen, sofern wir uns nicht umgehend auf diese Veränderungen einstellen.

Dieser Anpassungsdruck wird uns auch dazu zwingen, das zu überdenken, was wir im Rahmen der Vierten Industriellen Revolution unter »hochqualifiziert« verstehen. Traditionelle Definitionen des Begriffs »Fachkraft« beinhalten einen höheren Bildungsabschluss oder eine Fachausbildung sowie eine Reihe genau definierter Fähigkeiten im Rahmen eines Berufs oder eines Fachgebiets. Angesichts der Tatsache, dass sich der technische Fortschritt beschleunigt, verlangt die Vierte Industrielle Revolution von Arbeitskräften, dass sie sich fortwährend an den Wandel anpassen und in vielfältigen Kontexten neue Kompetenzen und Herangehensweisen erlernen.

Die *Future of Jobs*-Studie des Weltwirtschaftsforums zeigte, dass weniger als 50 Prozent der Personalvorstände der Ansicht sind, die bestehende

Personalentwicklungsstrategie ihrer Organisation werde die Beschäftigten zumindest einigermaßen auf diese Veränderungen vorbereiten. Zu den Haupthindernissen für ein entschlosseneres Vorgehen gehören das fehlende Verständnis der Unternehmensleitung für die Eigenart disruptiver Veränderungen, eine geringe oder fehlende Abstimmung zwischen den Personalentwicklungs- und Innovationsstrategien von Unternehmen, Ressourcenengpässe und der Druck, die Ertragskraft kurzfristig zu steigern. Daher besteht eine Diskrepanz zwischen dem Ausmaß der bevorstehenden Veränderungen und den relativ geringfügigen Maßnahmen, die Unternehmen ergreifen, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Organisationen müssen zu diesen wichtigen Fragen eine neue Haltung entwickeln, um ihren eigenen Bedarf an qualifiziertem Personal zu decken und unerwünschte gesellschaftliche Folgewirkungen abzumildern.

#### Auswirkungen auf Entwicklungsländer

Es ist wichtig, darüber nachzudenken, was dies für Entwicklungsländer bedeutet. Phasen der industriellen Revolution, die die westlichen Wohlstandsländer längst durchgemacht haben, haben viele Menschen in den Entwicklungsländern noch immer nicht erreicht: Ihnen fehlt es weiterhin an Zugang zu Elektrizität, sauberem Wasser, Abwasserentsorgung und vielen Arten von Sachkapital (Anlagegütern), die in den Industrieländern als selbstverständlich angesehen werden. Ungeachtet dessen wird die Vierte Industrielle Revolution zwangsläufig Auswirkungen auf die Entwicklungsländer haben.

Zur Stunde lassen sich die Folgen der Vierten Industriellen Revolution nicht genau absehen. Doch auch wenn in den letzten Jahrzehnten die Ungleichheit *innerhalb* von Ländern zugenommen hat, hat die Ungleichheit *zwischen* Ländern deutlich abgenommen. Besteht die Gefahr, dass die Vierte Industrielle Revolution die in jüngster Vergangenheit schmaler werdende Kluft zwischen den Volkswirtschaften in Bezug auf Einkommen, Humankapital, Infrastruktur, Finanzmärkte und andere Faktoren wieder breiter werden lässt? Oder werden neue Technologien und schnelle Veränderungen die Entwicklungsdynamik und die technologische Modernisierung insgesamt beschleunigen?

Diesen schwierigen Fragen müssen wir die gebotene Aufmerksamkeit zuwenden, auch wenn die Industrieländer gegenwärtig von ihren eigenen

Herausforderungen in Anspruch genommen werden. Es ist kein moralisches Gebot, dafür zu sorgen, dass ganze Regionen des Globus wirtschaftlich nicht abgehängt werden. Vielmehr ist es unabdingbar, um das Risiko globaler Instabilität aufgrund geopolitischer und sicherheitspolitischer Herausforderungen wie etwa der Migrationsströme einzudämmen.

Ein mögliches Szenario dürfte Niedrigeinkommensländer vor ernste Schwierigkeiten stellen, wenn nämlich die Vierte Industrielle Revolution in größerem Umfang zu einer Rückverlagerung der globalen Fertigung in die Industrieländer führen sollte. Dies ist durchaus möglich, wenn die Verfügbarkeit kostengünstiger Arbeitskräfte die Wettbewerbsfähigkeit von Firmen nicht mehr maßgeblich beeinflusst. Der Aufbau großer, auf Kostenvorteilen basierender Fertigungssektoren im Dienst der Weltwirtschaft ist eine gängige Entwicklungsstrategie, die es Ländern erlaubt, Kapital anzuhäufen, den Technologietransfer seitens der Industriestaaten zu befördern und die Einkommen zu erhöhen. Wenn dieser Pfad verbaut wird, müssen viele Länder ihre Industrialisierungsmodelle und -strategien überdenken. Die Frage, ob und wie Entwicklungsländer die Chancen der Vierten Industriellen Revolution nutzen können, ist für die ganze Welt von größter Bedeutung. Es bedarf dringend weiterer Studien und theoretischer Reflexion, um sachgerechte Anpassungsstrategien zu entwerfen.

Es besteht die Gefahr, dass im Zuge der Vierten Industriellen Revolution zwischen und innerhalb von Ländern eine Dynamik entsteht, wonach der Sieger den ganzen Gewinn abräumt. Dies würde soziale Spannungen und Konflikte weiter verschärfen, den gesellschaftlichen Zusammenhalt untergraben und zu erhöhter globaler Instabilität führen, insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass Menschen heute ein viel feineres Gespür für soziale Ungerechtigkeiten und die weit auseinanderklaffenden Lebensbedingungen in verschiedenen Ländern haben. Wenn führende Politiker und Unternehmer den Bürgern nicht die Gewissheit vermitteln, dass sie glaubwürdige Strategien umsetzen, um den Lebensstandard der Bevölkerung zu heben, könnten sich soziale Unruhen, Massenmigration und gewalttätiger Extremismus verschärfen und zum Risiko für Länder auf sämtlichen Entwicklungsstufen werden. Menschen brauchen das sichere Gefühl, einer sinnvollen beruflichen Tätigkeit nachgehen zu können, um sich selbst und ihre Familien zu ernähren. Was geschieht jedoch, wenn die



Nachfrage nach Arbeitskräften unzureichend ist oder wenn sich die Nachfrage nicht länger mit den verfügbaren Kompetenzen deckt?

### ***Das Wesen der Arbeit***

Die Anfänge einer Welt, in der das vorherrschende Arbeitsparadigma aus einer Reihe von Transaktionen zwischen einer Arbeitskraft und einer Firma besteht – statt eines dauerhaften Verhältnisses zwischen beiden –, hat Daniel Pink vor 15 Jahren in seinem Buch *Free Agent Nation* beschrieben.<sup>26</sup> Die technologische Innovation hat diesen Trend enorm beschleunigt.

Heute ändert die On-Demand-Wirtschaft unser Verhältnis zur Arbeit und das soziale Gefüge, in das sie eingebettet ist. Mehr und mehr Arbeitgeber nutzen die »Human Cloud«, um Dienstleistungen einzukaufen. Berufliche Tätigkeiten werden in präzise Aufgaben und separate Projekte zerlegt und dann einer virtuellen Cloud strebsamer Arbeitskräfte zugeleitet, die sich an jedem beliebigen Ort der Erde befinden können. Das ist die neue »Wirtschaft auf Abruf«, in der die Anbieter von Arbeitsleistungen keine Beschäftigten im traditionellen Sinne mehr sind, sondern vielmehr selbständige Dienstleister, die spezifische Aufgaben erledigen. Arun Sundarajan, Professor an der Stern School of Business der New York University (NYU), wird von dem Journalisten Farhad Manjoo in einer Kolumne der *New York Times* mit folgenden Worten zitiert: »Am Ende könnte ein bestimmter Prozentsatz der Erwerbstätigen eine ganze Palette von Tätigkeiten verrichten, um Einkommen zu erwirtschaften – sie könnten gleichzeitig Fahrer für Uber, Supermarkteinkäufer für Instacart, Gastgeber für Airbnb und Dienstleister für Taskrabbit sein.«<sup>27</sup>

Die Vorteile für Unternehmen und insbesondere schnell wachsende Existenzgründer in der digitalen Wirtschaft liegen auf der Hand. Solange Human-Cloud-Plattformen Arbeitskräfte als Selbständige einstufen, sind sie – zumindest einstweilen – nicht dazu verpflichtet, Mindestlöhne, Arbeitgeberabgaben und Sozialversicherungszuschüsse zu zahlen. Daniel Callaghan, der Vorstandschef von MBA & Company in Großbritannien, erläuterte diese neue Facette der Arbeitswelt in einem Artikel in der *Financial Times*: »Sie bekommen heute, wen Sie wollen, wann Sie wollen, was Sie wollen und wie Sie es wollen. Und weil diese Leute selbständig sind, haben Sie nicht die Scherereien wie mit Festangestellten und müssen nicht all diese Vorschriften

beachten.« [28](#)

Für die Personen, die in der »Menschenwolke« sind, liegen die Hauptvorteile in der Freiheit (zu arbeiten oder nicht) und in der unübertroffenen Mobilität, die sie durch die Teilnahme an einem globalen virtuellen Netzwerk gewinnen. Einige Freischaffende empfinden dies als die ideale Kombination aus großer Freiheit, weniger Stress und größerer Arbeitszufriedenheit. Auch wenn die Human Cloud noch in den Kinderschuhen steckt, gibt es zahlreiche Anhaltspunkte dafür, dass sie mit einer »unsichtbaren« Auslandsverlagerung einhergeht (unsichtbar deshalb, weil Human-Cloud-Plattformen nicht börsennotiert sind und ihre Daten nicht offenlegen müssen).

Ist dies der Anfang einer revolutionären Flexibilisierung der Arbeitswelt, die jeder Person mit Internetzugang neue Freiräume selbstbestimmter Lebensgestaltung eröffnet und in welcher der Fachkräftemangel endgültig der Vergangenheit angehört? Oder stehen wir am Anfang eines unerbittlichen Unterbietungswettkampfs in einer Welt nicht regulierter virtueller Ausbeuterbetriebe? Wenn Letzteres eintreten sollte – wenn ein neues, großes Prekariat entstünde, eine gesellschaftliche Schicht von virtuellen Handlangern, die sich von einem Auftrag zum nächsten hangeln, um über die Runden zu kommen, während sie Arbeitnehmer- und Tarifverhandlungsrechte sowie die Sicherheit ihres Arbeitsplatzes verlieren –, stellt sich die Frage, ob dies nicht in massiver Weise sozialen Unruhen und politischer Instabilität Vorschub leisten würde. Und schließlich: Könnte die Entwicklung der Human Cloud die Automatisierung von Arbeitsprozessen beschleunigen?

Wir müssen eine adäquate Antwort auf diese Herausforderungen finden, und dazu gehören insbesondere ein neuer Gesellschaftsvertrag und neue Formen von Arbeitsverträgen, die dem Wandel der Anforderungen an die Beschäftigten und der sich weiterentwickelnden Natur der Arbeit gerecht werden. Wir müssen die potentiellen negativen Folgen der Human Cloud – nämlich Ausbeutung – eindämmen, gleichzeitig dürfen wir die Chancen nicht verspielen, also weder das Wachstum des Arbeitsmarktes hemmen noch Menschen daran hindern, so zu arbeiten, wie sie es wünschen. Falls wir das nicht schaffen, könnte die Vierte Industrielle Revolution dazu führen, dass die negativen Aspekte der zukünftigen Arbeitswelt die Oberhand gewinnen. Lynda Gratton, Professorin für praktische Unternehmensführung an der London Business School, beschreibt in ihrem Buch

*Job Future – Future Jobs: Wie wir von der neuen Arbeitswelt profitieren* die zunehmende gesellschaftliche Fragmentierung, Isolation und Exklusion, die dies weltweit zur Folge hätte. <sup>29</sup>

Wie ich nicht müde werde zu betonen, haben wir die Wahl. Alles hängt ausschließlich von unseren politischen und institutionellen Entscheidungen ab. Allerdings müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass eine staatliche Überregulierung, mit der die politischen Entscheidungsträger ihre Gestaltungsmacht unter Beweis stellen wollen, die Anpassungskräfte eines komplexen Systems schwächen.

### Die Bedeutung sinnerfüllter Arbeit

Bei der Diskussion um Veränderungsprozesse von Arbeit geht es nicht nur um Fachkräfte und Kompetenzen. Innovative Technologien ermöglichen eine höhere Effizienz, was die meisten Menschen begrüßen. Aber sie wollen sich nicht nur als ein Rädchen im Getriebe fühlen, vielmehr wollen sie Teil von etwas sein, das größer ist als sie selbst. Karl Marx äußerte die Sorge, der Prozess der Spezialisierung würde unsere Fähigkeit, in und durch die Arbeit Sinnerfüllung zu erleben, beeinträchtigen, während Richard Buckminster Fuller warnte, eine übermäßige Spezialisierung würde »die Breitbandsuchläufe blockieren und damit die weitere Entdeckung allmächtiger generalisierter Prinzipien verhindern«. <sup>30</sup>

Angesichts einer Kombination aus zunehmender Komplexität und Hyperspezialisierung stehen wir heute an einem Punkt, an dem der Wunsch nach sinnvoller Beschäftigung zu einem wichtigen Antrieb wird. Dies gilt besonders für jüngere Menschen, von denen viele das Gefühl haben, der gewöhnliche Job in einem Großunternehmen schränke ihre Fähigkeit ein, ein sinnerfülltes Leben zu führen. In einer Welt, in der die Grenzen zwischen beruflich und privat verschwinden und sich die Ansprüche verändern, wünschen sich Menschen nicht nur ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Arbeits- und Privatleben (»Work-Life-Balance«), sondern auch eine harmonische Integration des Arbeits- in das Privatleben (»Work-Life-Integration«). Meine Sorge ist, dass die zukünftige Arbeitswelt nur einer Minderheit von Menschen eine solche Selbstverwirklichung im Beruf erlauben wird.

## Unternehmen

Abgesehen von den Veränderungen bei Wachstumsmustern, Arbeitsmärkten und in der Arbeitswelt der Zukunft, von denen sämtliche Organisationen betroffen sein werden, gibt es Anhaltspunkte dafür, dass die Technologien, auf denen die Vierte Industrielle Revolution basiert, weitreichende Auswirkungen darauf haben, wie Unternehmen geführt, organisiert und finanziert werden. Dies zeigt sich besonders deutlich im drastischen Rückgang der durchschnittlichen Lebensspanne der im Index Standard & Poor's 500 gelisteten Aktiengesellschaften von rund 60 auf etwa 18 Jahre.<sup>31</sup> Es lässt sich auch daran ablesen, dass die Zeit, die neue Wettbewerber benötigen, um eine marktbeherrschende Stellung zu erlangen und hohe Umsätze und Erträge zu generieren, deutlich kürzer geworden ist. Facebook benötigte sechs Jahre, um einen Jahresumsatz von einer Milliarde Dollar zu erreichen, und Google sogar nur fünf Jahre. Neue Technologien, die fast immer digitale Fähigkeiten nutzen, zwingen Unternehmen dazu, sich schneller und tiefgreifender zu verändern.

Dies hängt auch eng mit einem Thema zusammen, das sich wie ein roter Faden durch meine Gespräche mit Vorstandschefs internationaler Konzerne und anderen Topmanagern zieht, nämlich dass sich die Flut der heute verfügbaren Informationen, die Schnelligkeit disruptiver Prozesse und die Beschleunigung der Innovation kaum noch verstehen beziehungsweise vorhersehen lassen. Sie sorgen für ständige Überraschungen.

Unter solchen Rahmenbedingungen ist für den Erfolg der nächsten Generation von Führungskräften entscheidend, die eigenen unternehmerischen Konzepte und Handlungsstrategien ständig kritisch zu hinterfragen und anzupassen. Daher verlangt die Vierte Industrielle Revolution von Führungskräften vor allem einzuschätzen, ob sie selbst und ihre Organisation fit für die künftigen Herausforderungen sind. Besitzen die Organisation im Allgemeinen und die Führungskräfte im Besonderen die notwendige Lern- und Veränderungsbereitschaft? Wurden Entscheidungen über Investitionen und Entwicklungen neuer Produkte in der Vergangenheit schnell und erfolgreich getroffen? Werden Innovationen und Misserfolge von der Unternehmenskultur akzeptiert? Das Tempo wird sich meiner Einschätzung nach immer weiter beschleunigen, und die Veränderungen werden tiefgreifend sein. Daher ist es

unabdingbar, schonungslos zu prüfen, ob Organisationen in der Lage sind, auf diese veränderten Bedingungen schnell und agil zu reagieren.

### Ursprünge der Disruption

Disruption hat vielfältige Ursachen, die sich unterschiedlich auf Unternehmen auswirken. Auf der Angebotsseite werden in vielen Branchen neuen Technologien eingesetzt, die Bedürfnisse auf eine völlig neue Weise befriedigen und Wertschöpfungsketten stören. Hierfür gibt es eine Fülle von Beispielen: Neue Speicher- und Netztechnologien im Energiesektor werden den Wandel hin zu dezentralen Energiequellen beschleunigen. Der verbreitete Einsatz des 3D-Drucks wird die dezentrale Fertigung und Ersatzteilbeschaffung leichter und billiger machen. Echtzeitdatenerfassung und -auswertung werden uns einzigartige Informationen über Kunden und die Leistung von Produkten geben, die andere technologische Trends verstärken werden.

Eine weitere Quelle von Disruption sind agile, innovative Wettbewerber, die durch Zugriff auf globale digitale Forschungs-, Entwicklungs-, Marketing-, Verkaufs- und Vertriebsplattformen etablierte Unternehmen schneller überholen können als je zuvor, indem sie die Qualität, Schnelligkeit oder den Preis der von ihnen erbrachten Leistungen verbessern. Aus diesem Grund sind viele Führungskräfte der Ansicht, dass die größte Bedrohung für ihre Unternehmen von Wettbewerbern ausgeht, die noch gar nicht als solche erkennbar sind. Es wäre falsch zu glauben, dass Disruption durch Wettbewerber nur von Startups ausgehen könnte. Die Digitalisierung ermöglicht auch alteingesessenen Großunternehmen, Branchengrenzen zu überschreiten, indem sie sich ihren Kundenstamm, ihre Infrastruktur oder Technologie zunutze machen. Der Einstieg von Telekommunikationsunternehmen ins Gesundheitswesen und die Automobilindustrie sind Beispiele dafür. Größe kann noch immer ein Wettbewerbsvorteil sein, wenn sie intelligent genutzt wird.

Auch tiefgreifende Veränderungen auf der Nachfrageseite können bestehende Geschäftsmodelle zerstören: Zunehmende Transparenz und das veränderte Engagement oder Verhalten von Verbrauchern (die immer stärker Mobilfunknetze und mobile Daten nutzen) zwingen Unternehmen dazu, Design, Vermarktung und Lieferung bestehender und neuer Produkte und Dienstleistungen den Kundenwünschen anzupassen. Insgesamt wird meines

Erachtens die wichtigste Auswirkung der Vierten Industriellen Revolution auf die Unternehmen darin bestehen, dass die einfache Digitalisierung, welche die Dritte Industrielle Revolution kennzeichnete, unaufhaltsam von einer viel komplexeren Form der Innovation abgelöst wird, bei der verschiedene Technologien in neuartiger Weise ineinandergreifen. Das zwingt Unternehmen, ihre Geschäftspraktiken auf den Prüfstand zu stellen, und wird für jedes Unternehmen andere Konsequenzen haben. Einige Unternehmen mögen neue Chancen zur Wertschöpfung dadurch nutzen, dass sie Geschäftspotentiale in benachbarten Branchen erschließen, während andere sich bemühen werden, neue oder sich verändernde, lukrative Geschäftsfelder in ihren angestammten Branchen zu entdecken.

Das Fazit lautet für alle gleich: Unternehmer und Topmanager müssen begreifen, dass die Disruption sowohl die Nachfrage- als auch die Angebotsseite ihres Geschäfts betrifft. Das wiederum sollte sie dazu veranlassen, die Annahmen ihrer operativen Arbeit ständig zu hinterfragen und neue Vorgehensweisen zu finden. Kurzum: Sie müssen sich einer Strategie kontinuierlicher Innovation verschreiben.

#### Vier Haupteffekte

Die branchenübergreifenden Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf Unternehmen lassen sich in vier Punkten zusammenfassen:

- die Erwartungen der Kunden ändern sich,
- Produkte werden durch Daten aufgewertet, was die Anlagenproduktivität steigert,
- neue Partnerschaften werden eingegangen, da Unternehmen den Wert neuer Formen der Zusammenarbeit erkennen,
- Betriebsmodelle werden in neue digitale Modelle umgewandelt.

#### ***Kundenerwartungen***

Der Kunde – ob Privatpersonen (Business-to-Consumer, B2C) oder Firmen (Business-to-Business, B2B) – wird für die digitale Wirtschaft, in der es vor allem um die Qualität von Dienstleistungen geht, immer wichtiger. Kundenerwartungen werden als »Erfahrungen« umdefiniert. Die Apple-Erfahrung zum Beispiel besteht nicht nur darin, wie wir ein Produkt der Firma

nutzen, sondern auch in der Verpackung, dem Markenprofil, dem Einkaufserlebnis und dem Kundendienst. Apple definiert also Erwartungen so um, dass sie auch die Produkterfahrung mit einschließen.

Herkömmliche Methoden der demographischen Segmentierung werden abgelöst von der Zielgruppenidentifizierung anhand digitaler Kriterien, bei der sich potentielle Kunden entsprechend ihrer Bereitschaft, Daten zu teilen und zu interagieren, bestimmen lassen. In dem Maße, wie sich der Übergang von Eigentum zu gemeinsamer Nutzung beschleunigt (insbesondere in Städten), wird die Datenteilung zu einem notwendigen Bestandteil des Nutzenversprechens. So erfordern beispielsweise Carsharing-Projekte die Integration persönlicher und finanzieller Informationen aus zahlreichen Unternehmen des Automobil-, Versorger-, Kommunikations- und Bankensektors. Die meisten Unternehmen beteuern ihre Kundenorientierung, aber ihre Behauptungen werden auf den Prüfstand gestellt, wenn Echtzeitdaten und Analyseverfahren ihre Kundenansprache und ihren Kundenservice bewerten lassen. Im digitalen Zeitalter dreht sich alles um den Zugriff auf und die Nutzung von Daten, um die Verfeinerung von Produkten und Erfahrungen und um den Übergang in eine Welt fortwährender Anpassung, während der Mensch weiterhin im Zentrum des Prozesses stehen soll.

Die Fähigkeit, zahlreiche Datenquellen anzuzapfen – ob persönliche oder für eine Branche anonymisierte Daten, ob Daten über den Lebensstil oder das Verhalten –, vermittelt detaillierte Einblicke in die »Einkaufsgeschichten« von Kunden, die bis vor kurzem unvorstellbar gewesen wären. Heute liefern Daten quasi in Echtzeit Erkenntnisse über Kundenbedürfnisse und -verhaltensweisen, auf deren Grundlage Marketing- und Vertriebsentscheidungen getroffen werden.

Die Digitalisierung führt aktuell zu einem Trend in Richtung von mehr Transparenz. Das bedeutet auch mehr Daten in der Lieferkette, mehr Daten, die den Konsumenten zur Verfügung stehen, und folglich mehr Peer-to-Peer-Vergleiche über die Leistung von Produkten, die eine Machtverschiebung zu den Verbrauchern bedeuten. So machen es beispielsweise Vergleichsportale für Verbraucher leicht, Preise, Service-Qualität und Leistung von Produkten zu vergleichen. Mit einem Mausklick oder Fingerwischen bewegen sich Verbraucher augenblicklich von einer Marke, einer Dienstleistung oder einem Online-Händler zum nächsten. Unternehmen können sich nicht länger davor

drücken, Verantwortung für schlechte Qualität zu übernehmen. Der Wert einer Marke muss hart erarbeitet werden und geht schnell verloren. Dieser Trend wird sich in einer transparenteren Welt weiter verstärken.

Vor allem die Generation Y setzt neue Verbrauchertrends. Wir leben heute in einer Welt »auf Knopfdruck«, in der täglich 30 Milliarden WhatsApp-Nachrichten verschickt werden, <sup>32</sup> in der 87 Prozent der jungen Leute in den USA sagen, dass sie ihr Smartphone permanent bei sich haben, und in der 44 Prozent täglich dessen Kamerafunktion nutzen. <sup>33</sup> Wir leben in einer Welt, in der das Teilen von Daten zwischen Privatpersonen und nutzergenerierte Inhalte eine viel größere Bedeutung haben. Es ist eine Welt des *Jetzt*: eine Echtzeit-Welt, in der Verkehrshinweise immer auf dem neuesten Stand sind und Lebensmittel direkt zu Ihnen nach Hause geliefert werden. Diese »Jetzt-Welt« zwingt Unternehmen dazu, in Echtzeit zu reagieren, wo immer sie oder ihre Kunden und Klienten sich gerade befinden.

Es wäre falsch zu glauben, dies betreffe nur die Länder mit hohem Einkommen. Nehmen wir den Online-Handel in China: Am 11. November 2015, der von der Alibaba Group zum »Online-Shopping-Tag« ausgerufen wurde, bearbeitete der Internethändler Online-Bestellungen im Wert von über 14 Milliarden Dollar, wobei 68 Prozent der Käufe über Mobilgeräte getätigt wurden. <sup>34</sup> Ein weiteres Beispiel ist das subsaharische Afrika, das in Bezug auf die Anzahl der Handynutzer die am schnellsten wachsende Region weltweit ist; hier zeigt sich, wie das mobile Internet Einzug hält, ohne dass weite Teile der Bevölkerung zuvor über Festnetzzugänge verfügt hätten. Die GSM Association rechnet über die kommenden fünf Jahre mit weiteren 240 Millionen mobilen Internetnutzern in dieser Region. <sup>35</sup> Und auch wenn fortgeschrittene Volkswirtschaften die höchsten Durchdringungsraten bei sozialen Netzwerken haben, liegen Ostasien, Südostasien und Mittelamerika heute schon über dem globalen Durchschnitt von 30 Prozent und wachsen schnell. WeChat (Weixin), ein chinesischer Dienst für mobile Text- und Sprachnachrichten, gewann allein im Jahr 2015 150 Millionen Nutzer hinzu, ein Zuwachs von mindestens 39 Prozent. <sup>36</sup>

### ***Digital aufgewertete Produkte***

Neue Technologien verändern die Art und Weise, wie Unternehmen



Vermögenswerte bilden und nutzen, da Produkte und Dienstleistungen um digitale Fähigkeiten erweitert werden, die den Nutzen für Kunden erhöhen. Tesla zum Beispiel zeigt, wie ein Produkt (ein Auto) nach dem Erwerb mit Hilfe von Software-Updates wieder aufgewertet werden kann, anstatt sich mit seiner Wertminderung im Laufe der Zeit abzufinden.

Neue Werkstoffe machen Güter beständiger und widerstandsfähiger, während sich durch Daten und Analytik die Rolle der Wartung grundlegend wandelt. Sensoren, die auf Gütern angebracht werden, liefern Daten und erlauben die fortwährende Überwachung und vorausschauende Wartung von Produkten, wodurch sich deren Nutzungsdauer maximieren lässt. Bei der Wartung geht es nicht länger darum, spezifische Mängel zu finden, sondern, anhand von Richtwerten der Leistungsfähigkeit (auf der Basis von Daten, die von Sensoren geliefert und von Algorithmen überwacht werden) herauszufinden, wann eine Maschine nicht mehr im Normalbetrieb arbeitet, für den sie ausgelegt ist. Bei Flugzeugen zum Beispiel wissen die Flugleitzentralen vor den Piloten, ob sich bei einem Triebwerk eines bestimmten Flugzeugs eine Störung anbahnt. So können sie dem Piloten Verhaltensanweisungen geben und das Wartungsteam im Voraus am Zielort des Fluges mobilisieren.

Die Leistungsfähigkeit eines Produktes vorherzusagen zu können ermöglicht nicht nur eine effizientere Wartung, sondern auch die Entwicklung ganz neuer Geschäftsmodelle. Die Leistungsfähigkeit eines Produkts lässt sich im Zeitablauf messen und überwachen, aus diesen Daten lassen sich Erkenntnisse über Betriebstoleranzen gewinnen und Entscheidungen für das Outsourcen von Produkten ableiten, die nicht zum Kerngeschäft gehören oder für das Unternehmen nicht von strategischer Bedeutung sind. SAP ist ein Beispiel für ein Unternehmen, das Daten von landwirtschaftlichen Ausrüstungsgütern sammelt und auswertet, um die verfügbare Betriebszeit und die Nutzungsdauer zu erhöhen.

Die Fähigkeit, die Leistung eines Wirtschaftsguts vorherzusagen, bietet auch neue Chancen, um Preise von Dienstleistungen festzulegen. Wirtschaftsgüter mit hohem Durchsatz wie Aufzüge oder Gangways können nach ihrer Leistung bepreist werden, und Dienstleister können nach ihrer tatsächlich investierten Zeit bezahlt werden. Nehmen wir das Beispiel von Fuhrparks: Für Speditionsunternehmen sind Angebote attraktiv, bei denen sie Reifenhersteller

nach je 1000 Kilometer Straßennutzung bezahlen, statt in regelmäßigen Abständen neue Reifen zu kaufen. Dies können sie deshalb tun, weil Sensoren in Verbindung mit Datenauswertung Reifenherstellern erlauben, die Fahrerleistung, den Kraftstoffverbrauch und die Reifenabnutzung zu überwachen und ein komplettes Servicepaket anzubieten.

### ***Innovation durch Kooperation***

Eine Welt der Kundenerfahrungen, datenbasierter Dienstleistungen und kontinuierlicher Leistungsbeurteilung durch Analytik erfordert neue Formen der Zusammenarbeit, insbesondere in Anbetracht der Schnelligkeit, mit der Innovation und Disruption stattfinden. Dies gilt für alteingesessene Unternehmen ebenso wie für junge, dynamische Firmen. Ersteren fehlen oftmals spezifische Kompetenzen, und sie haben ein schlechteres Gespür für sich verändernde Kundenbedürfnisse, während Letztere kapitalschwach sind und nicht über die große Datenfülle verfügen, die von etablierten Unternehmen generiert wird.

Der Bericht *Collaborative Innovation: Transforming Business, Driving Growth* des Weltwirtschaftsforums zeigt auf, dass Firmen erheblich davon profitieren, wenn sie im Rahmen einer Innovationskooperation Ressourcen teilen; Gleiches gilt übrigens auch für die Volkswirtschaften, in denen solche Kooperationen stattfinden. Ein Beispiel für solch eine Kooperation ist etwa die jüngste Zusammenarbeit zwischen dem Industriekonzern Siemens, der jährlich etwa 4 Milliarden Dollar für Forschung und Entwicklung ausgibt, und Ayasdi, einem innovativen Unternehmen im Bereich des maschinellen Lernens. Das Startup wurde im Jahr 2008 an der Stanford University gegründet und vom Weltwirtschaftsforum als Technology Pioneer ausgezeichnet. Die Zusammenarbeit gibt Siemens Zugang zu einem Partner, der dem Konzern bei der schwierigen Aufgabe helfen kann, aussagekräftige Informationen aus riesigen Datenmengen zu extrahieren, während Ayasdi seine Methode der topologischen Datenanalyse anhand empirischer Daten überprüfen und zugleich seine Marktpräsenz erweitern kann.

Solche Kooperationen sind jedoch oftmals alles andere als einfach. Sie erfordern erhebliche Investitionen von beiden Seiten: Es gilt, eine klare Strategie zu entwickeln, nach geeigneten Partnern zu suchen, Kommunikationskanäle

herzustellen, Prozesse anzugleichen und flexibel auf sich verändernde Rahmenbedingungen innerhalb und außerhalb der Partnerschaft zu reagieren. Manchmal gehen aus solchen Kooperationen völlig neue Geschäftsmodelle hervor, etwa Carsharing-Modelle in Städten, die Unternehmen aus verschiedenen Branchen zusammenbringen, die gemeinsam eine integrierte Mobilität ermöglichen wollen. Das Ganze ist allerdings immer nur so gut wie das schwächste Glied in der Partnerschaftskette. Unternehmen müssen weit über Marketing- und Vertriebsvereinbarungen hinausgehen, wenn sie umfassende Kooperationsstrategien entwickeln und umsetzen wollen. Die Vierte Industrielle Revolution zwingt Unternehmen dazu, darüber nachzudenken, wie die Offline- und die Online-Welt in der Praxis optimal miteinander verbunden werden können.

### ***Neue Betriebsmodelle***

Aufgrund dieser vielfältigen Auswirkungen müssen Unternehmen ihre Betriebsmodelle überdenken. So stellt etwa die Notwendigkeit, betriebliche Leistungsprozesse zu beschleunigen und zu flexibilisieren, eine Herausforderung für die strategische Planung dar.

Wie bereits erwähnt, ist die Plattform ein wichtiges Betriebsmodell, das durch Netzwerkeffekte der Digitalisierung ermöglicht wurde. Während im Zuge der Dritten Industriellen Revolution rein digitale Plattformen entstanden sind, ist das Aufkommen globaler Plattformen, die eng mit der physischen Welt verbunden sind, ein Kennzeichen der Vierten Industriellen Revolution. Die Plattformstrategie ist zugleich profitabel und disruptiv. Eine Studie der MIT Sloan School of Management zeigt, dass im Jahr 2013 14 der 30 Topmarken (nach Marktkapitalisierung) Plattform-orientierte Unternehmen waren. <sup>37</sup>

In Verbindung mit der Notwendigkeit einer stärkeren Kundenorientierung und der Anreicherung von Daten verschieben Plattformstrategien den Fokus in vielen Branchen vom Verkauf von Produkten hin zum Erbringen von Dienstleistungen. Eine wachsende Zahl von Verbrauchern kauft und erwirbt keine physischen Objekte mehr, sondern zahlt für die Bereitstellung der zugrundeliegenden Dienstleistung über eine digitale Plattform. So ist es zum Beispiel möglich, über den Kindle Store von Amazon digitalen Zugang zu Milliarden von Büchern zu erhalten, über Spotify praktisch jeden Song weltweit

abzuspielen oder Mitglied bei einem Carsharing-Anbieter zu werden, der Mobilitätsdienste anbietet, ohne dass der Nutzer das Fahrzeug erwerben müsste. Das ist ein tiefgreifender Wandel, der transparentere, nachhaltigere Modelle des Austauschs von Werten in der Volkswirtschaft ermöglicht. Allerdings stellt uns dieser Wandel auch vor neue Herausforderungen, etwa bei der Frage, wie wir Eigentum definieren, wie wir unbegrenzte Inhalte sinnvoll aufbereiten und nutzen und wie wir mit den immer mächtigeren Plattformen umgehen sollen, die diese Dienstleistungen bereitstellen.

In seiner Untersuchung über die digitale Transformation der Industrie (*Digital Transformation of Industry Initiative*) beschreibt das Weltwirtschaftsforum eine Reihe weiterer Geschäfts- und Betriebsmodelle, die sich die neuen Möglichkeiten der Vierten Industriellen Revolution zunutze machen. Die oben erwähnte »Kundenorientierung« ist eines davon; entsprechende Unternehmen wie etwa Nespresso konzentrieren ihre Anstrengungen auf Prozesse, die den Kundenkontakt betreffen, und ermöglichen es Mitarbeitern, Kundenbelangen höchste Priorität einzuräumen. Auf Kostenminimierung ausgerichtete Geschäftsmodelle nutzen die aus der Wechselwirkung zwischen digitaler, physischer und menschlicher Sphäre erwachsenden Chancen, um neue Formen der Optimierung zu erschließen. Ein Beispiel dafür sind Bemühungen von Michelin, qualitativ hochwertige Dienstleistungen zu geringen Kosten zu erbringen.

Datengestützte Geschäftsmodelle erschließen durch ihren Zugang zu wertvollen Kundeninformationen in einem breiteren Kontext neue Einnahmequellen und nutzen in wachsendem Maße Analytik und Software-Tools, um einen Schatz an Erkenntnissen zu heben. Hybride Unternehmen positionieren sich dabei als Teil eines sich verändernden Ökosystems der Wertschöpfung, während sich »Skynet«-Firmen auf Automatisierung konzentrieren und vor allem in Hochrisiko-Branchen und -Einsatzorten auf dem Vormarsch sind. Außerdem gibt es viele Beispiele für Unternehmen, die sich mit ihren Geschäftsmodellen auf den Einsatz neuer Technologien konzentrieren, um Energie- und Materialflüsse effizienter zu nutzen, und die dadurch Ressourcen und die Umwelt schonen sowie die Kosten senken (vgl. Kasten B: Erneuerung und Erhaltung der Umwelt).

Diese Transformationen werden Unternehmen dazu zwingen, hohe Summen

in Cyber- und Datensicherheitssysteme zu investieren, um ihre digitale Infrastruktur vor Angriffen durch Kriminelle und Aktivisten sowie vor unbeabsichtigten Ausfällen zu schützen. Die durch Cyberkriminalität verursachten Gesamtkosten für Unternehmen bewegen sich in einer Größenordnung von 500 Milliarden Dollar pro Jahr. Die negativen Erfahrungen von Unternehmen wie Sony Pictures, TalkTalk, Target und Barclays deuten darauf hin, dass der Verlust der Kontrolle über sensible Unternehmens- und Kundendaten einen erheblichen Effekt auf den Aktienkurs hat. Dies erklärt, weshalb die Bank of America Merrill Lynch schätzt, dass sich der Markt für Cybersicherheit von 75 Milliarden Dollar im Jahr 2015 auf 170 Milliarden Dollar im Jahr 2020 mehr als verdoppeln wird; dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von über 15 Prozent in den kommenden fünf Jahren. <sup>38</sup>

Das Aufkommen neuer Betriebsmodelle bedeutet auch, dass mit Blick auf die Anforderungen, die Mitarbeiter erfüllen müssen, und auf die Herausforderung für Unternehmen, die richtigen Mitarbeiter zu finden und zu binden, neu über fachliche Kompetenzen und über Unternehmenskultur nachgedacht werden muss. Weil Daten branchenübergreifend immer wichtiger werden, müssen sich Mitarbeiter neue Kompetenzen aneignen, muss die Unternehmenskultur weiterentwickelt und müssen die Prozesse modernisiert werden (zum Beispiel um der Verfügbarkeit von Echtzeit-Informationen gerecht zu werden).

Unternehmen müssen sich dem Konzept des »Talentismus« verschreiben, also des Wertes von hochqualifizierten Mitarbeitern bewusst werden. Dies ist einer der wichtigsten neuen Erfolgsfaktoren im Wettbewerb. In einer Welt, in der die Kompetenz von Fachkräften zum entscheidenden strategischen Vorteil wird, müssen Organisationsstrukturen überdacht und angepasst werden. Flache Hierarchien, neue Methoden der Messung und Belohnung von Leistung sowie neue Strategien zur Gewinnung hochqualifizierter Mitarbeiter werden für den Erfolg eines Unternehmens ausschlaggebend sein. Um schnell und flexibel auf Veränderungen reagieren zu können, sind motivierte Mitarbeiter und die Kommunikation innerhalb des Unternehmens ebenso wichtig wie klar definierte Geschäftsziele und ein effizienter Umgang mit Vermögenswerten.

Erfolgreiche Organisationen werden zunehmend von hierarchischen Strukturen zu vernetzten, kooperativen Modellen wechseln. Die intrinsische Motivation von Mitarbeitern und Führungskräften wird an Bedeutung gewinnen,

weil sie mit ihrer Arbeit gemeinsam nach Erfolgen, Sinnerfüllung und Unabhängigkeit streben. Dies deutet darauf hin, dass Unternehmen immer stärker auf dezentrale Teams, Telearbeiter und dynamische Kollektive setzen, die fortwährend Daten und Erkenntnisse über die Dinge oder Aufgaben austauschen, an denen sie arbeiten.

Ein Arbeitsplatz, der diesen Wandel widerspiegelt, basiert auf der raschen Verbreitung tragbarer Kleinstrechner (sogenannter Wearables) in Verbindung mit dem Internet der Dinge. Diese Kombination ermöglicht es Unternehmen, digitale und physische Erfahrungen mehr und mehr zu verschmelzen, wovon sowohl die Arbeitskräfte als auch die Verbraucher profitieren. So können Wearables beispielsweise Beschäftigten, die mit hochkomplexen Geräten oder in einem schwierigen Umfeld arbeiten, beim Design und der Reparatur von Komponenten helfen. Downloads und Updates vernetzter Maschinen stellen sicher, dass sowohl die Arbeitskräfte vor Ort als auch die von ihnen benutzten Geräte immer auf dem neuesten Stand sind. In der Welt der Vierten Industriellen Revolution, in der Cloud-basierte Software routinemäßig aktualisiert und Datensätze durch die Cloud erneuert werden, wird es sogar noch wichtiger sein, sicherzustellen, dass die Menschen und ihre Fähigkeiten mit dem schnellen Wandel Schritt halten können.

Die Verzahnung der digitalen,  
physischen und biologischen Welt

Unternehmen, die mehrere Dimensionen – die digitale, die physische und die biologische – miteinander verknüpfen, gelingt es oftmals, eine ganze Branche und die mit ihr verbundenen Produktions-, Distributions- und Konsumsysteme zu verdrängen.

So ist etwa Uber in vielen Städten so beliebt, weil die Kunden bei der Nutzung des Fahrdienstes eine bessere Erfahrung machen als etwa beim Taxi: Sie können die Position des Fahrzeugs über ein mobiles Endgerät verfolgen, eine Beschreibung des Fahrzeugs lesen und reibungslos (bargeldlos über das Handy) zahlen, wodurch sie Verzögerungen am Fahrziel vermeiden. Zu dieser positiven Kundenerfahrung kommen das physische Produkt (Beförderung einer Person von A nach B) und die optimierte Nutzung des Wirtschaftsguts (der Wagen, der dem Fahrer gehört). In solchen Fällen schlagen sich die digitalen Chancen

oftmals nicht nur in einem höheren Preis oder niedrigeren Kosten, sondern auch in einer grundlegenden Veränderung des Geschäftsmodells nieder. Angetrieben wird dies von einer Strategie, die beim Kunden ansetzt und beim Kunden endet, beginnend mit der Akquisition von Kunden bis zur Erbringung der Dienstleistung.

Diese mehrdimensionalen Geschäftsmodelle verdeutlichen das Ausmaß der Disruption, die auftritt, wenn digitale Wirtschaftsgüter mit bestehenden digitalen Plattformen verknüpft werden: Die Beziehungen zu materiellen Wirtschaftsgütern werden neu organisiert (wobei die Verschiebung von Eigentum zu Zugang bemerkenswert ist). Das Unternehmen ist nicht Eigentümer des Wirtschaftsguts: Bei Uber gehört das Auto dem Autofahrer, und er stellt es zur Verfügung; bei AirBnB stellt der Haus- oder Wohnungsbesitzer ein Zimmer zur Verfügung. In beiden Fällen beruht der Wettbewerbsvorteil auf der positiven Kundenerfahrung, verbunden mit geringeren Transaktions- und Friktionskosten. Außerdem schaffen es diese Unternehmen, Angebot und Nachfrage schnell und bequem zusammenzubringen, was die Geschäftsmodelle der alteingesessenen Unternehmen aushebelt.

Diese Strategie untergräbt nach und nach die beherrschende Stellung der etablierten Unternehmen am Markt und überwindet die Abgrenzung von Branchen. Viele Spitzenführungskräfte erwarten, dass die Branchenkonvergenz die Kraft ist, die in den nächsten drei bis fünf Jahren den stärksten Einfluss auf ihr Unternehmen haben wird. <sup>39</sup> \_Sobald ein Kunde der Plattform aufgrund positiver Erfahrungen vertraut, wird es für den digitalen Anbieter leicht, auch andere Produkte und Dienstleistungen auf der Plattform anzubieten.

Schnell agierende Wettbewerber spalten traditionelle Wertschöpfungsketten und isoliert arbeitende Industrien auf und führen zu einem Bedeutungsverlust von klassischen Vermittlern zwischen Angebot und Nachfrage. Neue Disruptoren können sehr schnell zu viel niedrigeren Kosten als die etablierten Unternehmen expandieren und dabei durch Netzwerkeffekte massive Ertragszuwächse realisieren. Die Entwicklung Amazons von einem Online-Buchhändler zu einem hoch diversifizierten Einzelhandelsgiganten mit einem Jahresumsatz von über 100 Milliarden Dollar zeigt, wie man Kundentreue nutzt, um mit dem Wissen über Kundenpräferenzen und mit zuverlässiger Abwicklung Produkte aus unterschiedlichsten Branchen zu verkaufen. Diese

Erfolgsgeschichte verdeutlicht auch die Vorteile, die mit der Größe eines Unternehmens verbunden sind.

In fast allen Branchen haben digitale Technologien neue, disruptive Arten der Verknüpfung von Produkten und Dienstleistungen geschaffen und die traditionellen Grenzen zwischen Branchen aufgelöst. So ist zum Beispiel ein Auto heutzutage ein Computer auf Rädern: ungefähr 40 Prozent der Kosten eines Autos entfallen auf die Elektronik. Die Entscheidung von Apple und Google, in den Automobilmarkt einzusteigen, zeigt, dass sich ein Technologieunternehmen heute in einen Autohersteller verwandeln kann. Da sich die Wertschöpfung Richtung Elektronik verschiebt, können die Technologie und die Lizenzierung von Software strategisch wertvoller sein als die Herstellung des Fahrzeugs an sich.

Die Finanzbranche durchläuft eine ähnliche Phase disruptiven Wandels. P2P- (Peer-to-Peer)-Plattformen reißen heute Barrieren für den Markteintritt nieder und senken die Kosten für Anbieter. Im Geschäft mit Kapitalanlagen stellen Algorithmen und Apps Beratungsdienstleistungen und Portfolio-Tools zu einem Bruchteil der früheren Transaktionskosten bereit – 0,5 Prozent statt der bisher üblichen zwei Prozent. Die neuen Plattformen werden dadurch zu einer Bedrohung für ein ganzes Segment der heutigen Finanzindustrie. Die Branche ist sich auch bewusst, dass die Blockchain schon bald ihre Arbeitsweise revolutionieren wird, weil ihre möglichen Anwendungen im Finanzsektor die Abwicklungs- und Transaktionskosten um bis zu 20 Milliarden Dollar senken und das Geschäftsmodell der Branche von Grund auf verändern können. Die Technologie der gemeinsam genutzten Datenbank kann so unterschiedliche Aktivitäten wie die Speicherung von Kundenkonten, grenzüberschreitende Zahlungen und die Abrechnung von Wertpapiergeschäften rationalisieren, und sie ermöglicht zudem Produkte und Dienstleistungen, die gegenwärtig noch nicht existieren, wie intelligente Terminkontrakte, die sich ohne Börsenhändler selbst ausführen (zum Beispiel ein Kreditderivat, das automatisch ausgezahlt wird, wenn ein Land oder ein Unternehmen zahlungsunfähig wird).

Die Gesundheitsbranche steht ebenfalls vor der Herausforderung, die gleichzeitigen Fortschritte bei physischen, biologischen und digitalen Technologien zu integrieren, da die Entwicklung neuer diagnostischer Verfahren und Therapien mit dem Vorhaben zusammenfällt, Krankenakten zu digitalisieren



und den Schatz an Informationen zu heben, der mit Hilfe von Wearables, tragbaren Kleinstrechnern, und implantierbarer Technologien gesammelt werden könnte.

Nicht alle Branchen stehen am selben Punkt der Disruption, aber die Kräfte, die die Vierte Industrielle Revolution antreiben, üben auf alle einen starken Anpassungsdruck aus. Es gibt Unterschiede, je nach Branche und demographischem Profil des Kundenbestands. Aber in einer Welt, die von Ungewissheit geprägt ist, kommt es entscheidend auf die Fähigkeit zur Anpassung an – wenn ein Unternehmen sich nicht entsprechend umgestaltet, wird es möglicherweise vom Markt gedrängt.

Die Unternehmen, die überleben und wachsen, müssen sich ständig weiterentwickeln, um ihren Innovationsvorsprung aufrechtzuerhalten. Mittelständische Firmen, Großunternehmen, aber auch ganze Wirtschaftszweige werden einem permanenten darwinistischen Auslesedruck unterworfen sein, und daher wird sich die Philosophie des »unermüdlichen Besserwerdens« (der ständigen Weiterentwicklung) zunehmend durchsetzen. Das deutet darauf hin, dass die Zahl der Entrepreneure (Unternehmer) und Intrapreneure (unternehmerisch handelnde Mitarbeiter von Unternehmen) weltweit steigen wird. Kleine und mittelständische Unternehmen werden die Vorteile der Schnelligkeit und Agilität besitzen, die notwendig sind, um den Herausforderungen der Disruption und Innovation gerecht zu werden.

Große Organisationen dagegen werden überleben, indem sie ihre Größenvorteile nutzen und in Neugründungen und mittelständische Betriebe investieren, sodass sie kleinere, innovativere Firmen übernehmen oder Partnerschaften mit ihnen eingehen. Dadurch bewahren sie in ihren jeweiligen Branchen ihre Selbstständigkeit, während sie gleichzeitig ihre operativen Prozesse effizienter und flexibler gestalten können. Die jüngste Entscheidung von Google, sich als Holdinggesellschaft mit dem Namen Alphabet neu aufzustellen, ist ein anschauliches Beispiel für diesen Trend; der Umstrukturierung lag die Einsicht zugrunde, dass das Unternehmen unbedingt seine Innovationskraft und Agilität erhalten muss.

Wie in den folgenden Abschnitten ausführlich dargelegt wird, haben auch die gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen einen erheblichen Einfluss darauf, wie Forscher, Firmen und Bürger neue Technologien und

Betriebsmodelle entwickeln und übernehmen. Obgleich innovative Technologien und Unternehmen die Herstellung neuer Produkte und Dienstleistungen ermöglichen, die den Lebensstandard vieler Menschen heben, können dieselben Technologien und Systeme auch Auswirkungen haben, die wir nach Möglichkeit vermeiden möchten. Diese reichen von weitverbreiteter Arbeitslosigkeit und wachsender Ungleichheit, die wir bereits erörtert haben, bis hin zu den Gefahren automatischer Waffensysteme und neuen Cyberrisiken.

Während die Frage nach dem optimalen Mix regulatorischer Maßnahmen unterschiedlich beantwortet werden mag, deuten meine Gespräche mit Führungspersonlichkeiten aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft darauf hin, dass sie sich in dem übergeordneten Ziel einig sind: Sie alle wollen flexible, ausgewogene regulatorische und gesetzliche Ökosysteme, die einerseits die Innovationskräfte optimal fördern, während sie andererseits deren Gefahren minimieren, um gesellschaftliche Stabilität und Wohlstand zu sichern.

## **KASTEN B**

### **ERNEUERUNG UND ERHALTUNG DER UMWELT**

Die Konvergenz der physischen, digitalen und biologischen Welt, die im Zentrum der Vierten Industriellen Revolution steht, verheißt enorme Fortschritte bei der Ressourceneinsparung und -effizienz. Wie das Project MainStream, die Initiative des Weltwirtschaftsforums zur Beschleunigung des Übergangs zur Kreislaufwirtschaft, gezeigt hat, besteht nicht nur die begründete Aussicht, dass die Schädigung der natürlichen Umwelt durch Individuen, Unternehmen und Staaten deutlich abnehmen wird, sondern es besteht auch ein erhebliches Potential, die Umwelt durch den Einsatz von Technologien und intelligentem Systemdesign zu erneuern und zu regenerieren.

Dabei bietet sich vor allem die Chance, Unternehmen und Verbraucher aus der linearen Wegwerfwirtschaft, die auf dem Abbau und Verbrauch großer Mengen leicht zugänglicher Ressourcen beruht, in eine neue Form des Wirtschaftens zu führen, in der Material-, Energie-, Arbeits- und Informationsflüsse miteinander in Wechselwirkung treten und gezielt ein restauratives, regeneratives und produktiveres Wirtschaftssystem fördern.

Vier Pfade helfen uns, dieses Ziel zu erreichen. Erstens ist es heute dank des Internets der Dinge (IoT) und intelligenter Güter möglich, Material- und Energieflüsse nachzuverfolgen und so auf der gesamten Länge der Wertschöpfungskette enorme Effizienzverbesserungen zu erreichen. Von den 14,4 Billionen Dollar an Wertschöpfung, die das IoT nach Schätzung von Cisco über die nächsten zehn Jahre generieren wird, entfallen 2,7 Billionen Dollar auf Abfallvermeidung und verbesserte Prozesse in Lieferketten und Logistik. IoT-gestützte Lösungen könnten die Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 um 9,1 Milliarden Tonnen

reduzieren, was 16,5 Prozent der errechneten Gesamtmenge für das Jahr 2016 entspricht. <sup>40</sup>

Zweitens, die Demokratisierung von Information und Transparenz, die mit digitalisierten Gütern einhergeht, verleiht Bürgern neue Machtbefugnisse, mit denen sie Unternehmen und Länder zur Rechenschaft ziehen können. Technologien wie die Blockchain werden dazu beitragen, diese Informationen vertrauenswürdiger zu machen, indem sie etwa von Satelliten gelieferte Überwachungsdaten über die Entwaldung festhalten und sichern, um Grundbesitzer verlässlicher zur Verantwortung ziehen zu können.

Drittens können neue Informationsflüsse und zunehmende Transparenz dazu beitragen, dass Bürger ihr Verhalten verändern, um es den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Normen für ein nachhaltiges Kreislaufsystem anzupassen. Eine fruchtbare Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen Wirtschaftswissenschaften und Psychologie hat neue Erkenntnisse darüber erbracht, wie wir die Welt wahrnehmen, wie wir uns verhalten und unser Verhalten rechtfertigen, und eine Reihe groß angelegter Kontrollstudien von staatlichen Einrichtungen, Unternehmen und Hochschulen hat gezeigt, dass eine Verhaltensänderung funktionieren kann. Ein Beispiel ist die Firma OPower: Mit Hilfe von Peer-Vergleichen (also Vergleichen mit dem Energieverbrauch der Nachbarn) übt die Firma einen subtilen Gruppendruck aus und bewegt ihre Kunden dazu, weniger Strom zu verbrauchen, was sowohl die Umwelt schont als auch die Kosten für die Verbraucher senkt.

Viertens versprechen, wie im vorhergehenden Abschnitt geschildert, neue Geschäfts- und Organisationsmodelle innovative Formen der Wertschöpfung und -teilung, die ihrerseits zu Änderungen ganzer Systeme führen, von denen die Umwelt ebenso wie unsere Volkswirtschaften und Gesellschaften profitieren können. Selbstfahrende Kraftfahrzeuge, die Sharing-Economy und Leasing-Modelle führen zu deutlich höheren Auslastungsraten von Gütern und machen es außerdem sehr viel leichter, Materialien zum gegebenen Zeitpunkt zurückzugewinnen, wiederzuverwerten und zu »upcyclen« (sie also wieder aufzuwerten).

Die Vierte Industrielle Revolution wird Firmen in die Lage versetzen, die Nutzungszyklen von Produkten und Ressourcen zu verlängern, ihre Auslastung zu erhöhen sowie Materialien und Energie einzusparen und für andere Zwecke zu nutzen. Das verringert die Emissionen und den Ressourcenverbrauch. In diesem revolutionären neuen Industriesystem wird Kohlendioxid von einem umweltschädlichen Treibhausgas zu einem Wirtschaftsgut: Die Kohlenstoff-Abscheidung und -Speicherung sind dadurch, ökonomisch gesehen, nicht länger ein reines Umwelt- und Kostenproblem, sondern eröffnen vielmehr neue Möglichkeiten der Wertschöpfung. Noch wichtiger aber ist, dass dieses neue System Unternehmen, Regierungen und Bürger dazu bewegen wird, Strategien zu entwickeln und umzusetzen, um die natürlichen Ressourcen wiederherzustellen. So ermöglichen intelligente und regenerative Nutzungsarten des natürlichen Kapitals eine von Grund auf nachhaltige Ausrichtung von Produktion und Konsum und ermöglichen es der Biodiversität, sich in jenen Regionen zu erholen, in denen sie bedroht ist.

## **Nationale und globale Auswirkungen**

Die disruptiven Veränderungen im Gefolge der Vierten Industriellen Revolution verlangen eine Neubestimmung der Aufgaben und Arbeitsweisen öffentlicher Institutionen und Organisationen. Sie zwingen insbesondere Behörden – auf regionaler, nationaler und lokaler Ebene – dazu, sich neu zu erfinden und neue Formen der Zusammenarbeit mit Bürgern und Unternehmen zu entwickeln. Sie wirken sich auch auf die zwischenstaatlichen Beziehungen aus.

In diesem Abschnitt behandle ich die Aufgaben, die der Staat übernehmen muss, um die Vierte Industrielle Revolution erfolgreich zu gestalten. Dabei bin ich mir durchaus der Tatsache bewusst, dass sich die traditionellen Wahrnehmungen von Politikern und ihrer Rolle in der Gesellschaft verändern. Mit wachsender Bürgerbeteiligung (»Empowerment«) und zunehmender Fragmentierung und Polarisierung der Bevölkerung könnten die politischen Verhältnisse das Regieren schwieriger machen und die Gestaltungsmacht der Regierungen einschränken. Dies hat besonders weitreichende Folgen, weil es zu einem Zeitpunkt geschieht, an dem Regierungen als starke Partner den Übergang in einen neuen wissenschaftlichen, technologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Ordnungsrahmen gestalten sollten.

### ***Staat***

Bei der Einschätzung, wie sich die Vierte Industrielle Revolution auf den Staat auswirken wird, steht die Nutzung digitaler Technologien für ein besseres Regierungshandeln an erster Stelle. Die intensivere und innovativere Nutzung von Netztechnologien kann der öffentlichen Hand helfen, ihre Strukturen und Funktionen zu modernisieren, um ihre Leistungsfähigkeit insgesamt zu verbessern. Dies reicht vom Ausbau der sogenannten elektronischen Verwaltung bis zur Förderung einer größeren Transparenz und eines vertrauensvolleren Zusammenwirkens zwischen Behörden und Bürgern. Regierungen müssen außerdem dem Umstand Rechnung tragen, dass sich Macht vom Staat auf nicht-staatliche Akteure und von etablierten Institutionen auf lockere Netzwerke verlagert. Neue Technologien und die davon geförderten sozialen Zusammenschlüsse und Interaktionen erlauben es praktisch jedem, Einfluss in einer Weise auszuüben, die noch vor ein paar Jahren unvorstellbar gewesen

wäre. Die Tatsache, dass Macht immer flüchtiger und unbeständiger wird, hat gerade für staatliche Institutionen besonders weitreichende Folgen. Um es mit Moisés Naíms prägnanter Formulierung zu sagen: »Im 21. Jahrhundert lässt sich Macht leichter erringen, schwerer nutzen und leichter verlieren.«<sup>41</sup> Zweifellos ist das Regieren heute schwieriger als früher. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, fällt es politischen Entscheidungsträgern heute schwerer, Veränderungen herbeizuführen. Rivalisierende Machtzentren auf transnationaler, regionaler, lokaler und sogar individueller Ebene begrenzen ihre Gestaltungsmöglichkeiten. »Mikromächte« können heute Handlungsspielräume von »Makromächten« wie Nationalstaaten einschränken.

Viele der Schranken, die die Machtposition der öffentlichen Gewalt schützten, sind im digitalen Zeitalter gefallen, wodurch die Effizienz und Effektivität des Handelns staatlicher Institutionen vermindert wird. Die Regierten beziehungsweise die Öffentlichkeit sind immer besser informiert und werden immer anspruchsvoller. Die WikiLeaks-Saga – eine kleine nicht-staatliche Organisation bietet einer Supermacht die Stirn – verdeutlicht die Asymmetrie des neuen Machtparadigmas und den Vertrauensverlust, der damit einhergeht.

Um die facettenreichen Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf den Staat beziehungsweise die Regierung genauer zu erkunden, bedürfte es eines eigenen Buches. Von zentraler Bedeutung ist jedoch der folgende Punkt: Der technische Fortschritt wird es den Bürgern immer stärker erlauben, ihre Interessen eigenmächtig zu vertreten, ihre Meinungen uneingeschränkt zu artikulieren, ihre Anstrengungen zu koordinieren und sich womöglich auch staatlicher Kontrolle zu entziehen. Ich sage »womöglich«, weil ebenso gut das Gegenteil eintreten könnte: Neue Überwachungstechnologien verleihen Behörden eine ungekannte Machtfülle.

Neue Strukturen werden dazu genutzt werden, Ideologien zu verbreiten, Anhänger zu werben und Aktionen gegen staatliche Organe zu koordinieren. Regierungen und staatliche Verwaltungsstrukturen werden sich verändern müssen, da ihre zentrale Funktion der Politikgestaltung und -umsetzung aufgrund der wachsenden Konkurrenz und der von neuen Technologien ermöglichten Umverteilung und Dezentralisierung von Macht weiter geschwächt wird. Behörden werden mehr und mehr als öffentliche Dienstleistungszentren

angesehen werden, die nach ihrer Fähigkeit beurteilt werden, erweiterte Dienstleistungen auf die effizienteste und »kundengerechteste« Weise zu erbringen.

Die Anpassungsfähigkeit staatlicher Institutionen wird letztlich darüber entscheiden, ob sie überleben. Nur wenn sich Staaten auf den disruptiven Wandel einstellen und ihre Strukturen so transparent und effizient gestalten, dass sie unter den veränderten Rahmenbedingungen ihren Wettbewerbsvorteil erhalten, können sie sich behaupten. In einem Umfeld neuer und konkurrierender Machtstrukturen werden sie sich zu sehr viel schlankeren und effizienteren Leistungszellen wandeln.

Wie in früheren industriellen Revolutionen wird die Bereitschaft von Gesellschaften, sich neuen Technologien zu öffnen und diese zu übernehmen, entscheidend vom regulatorischen Rahmen beeinflusst, den der Staat vorgibt. Allerdings werden Regierung und Behörden einen anderen Umgang mit dem Erlass, der Überprüfung und der Durchsetzung der nötigen Rechtsvorschriften finden müssen. In der »alten Welt« hatten Entscheidungsträger genügend Zeit, um sich eingehend mit einem spezifischen Problem zu befassen und entsprechend zu reagieren beziehungsweise geeignete Rechtsvorschriften zu erlassen. Der gesamte Prozess war in der Regel linear und lief nach einem bestimmten, hierarchisch kontrollierten Muster ab. Aus verschiedensten Gründen ist dies heute nicht mehr möglich.

Das enorme Tempo des Wandels im Zuge der Vierten Industriellen Revolution stellt die Regulierungsbehörden vor beispiellose Herausforderungen. Regierungen, Parlamente und Regulierungsbehörden werden heutzutage oftmals von den Ereignissen überholt, weil sie nicht mit der Schnelligkeit des technologischen Wandels Schritt halten und seine Tragweite nicht richtig einschätzen. Der 24-stündige Nachrichtenzyklus setzt Politiker unter Druck, auf Ereignisse sofort zu reagieren. Sie haben in der Regel nicht genügend Zeit, um ihre Stellungnahmen und Reaktionen gründlich zu durchdenken und abzuwägen. Es besteht die reale Gefahr eines Kontrollverlusts in wichtigen Fragen, insbesondere in einem globalen System mit fast 200 unabhängigen Staaten und Tausenden verschiedenen Kulturen und Sprachen.

Wie können politische Entscheidungsträger und Regulierer unter solchen Bedingungen den technischen Fortschritt und die Innovationskraft fördern und

gleichzeitig die Interessen der Verbraucher und der Allgemeinheit insgesamt wahren? Die Antwort lautet: durch agile Politikgestaltung (vgl. Kasten C: Grundsätze agiler Politikgestaltung in einem Zeitalter der Disruption).

Für viele der technischen Fortschritte, die wir gegenwärtig erleben, ist der geltende regulatorische Ordnungsrahmen nicht ausreichend, sodass wir Gefahr laufen, dass sie den Gesellschaftsvertrag zerstören, den Staaten mit ihren Bürgern geschlossen haben. Agile Politikgestaltung bedeutet, dass Regulierungsbehörden Mittel und Wege finden müssen, um sich fortwährend an ein neues, sich schnell veränderndes Umfeld anzupassen, um besser zu verstehen, was sie regulieren. Zu diesem Zweck müssen Regierungen und Regulierungsbehörden eng mit Unternehmen und der Zivilgesellschaft zusammenarbeiten, damit die notwendigen globalen, regionalen und industriellen Transformationen sach- und interessengerecht gestaltet werden.

Agile Politikgestaltung bedeutet weder regulatorische Ungewissheit noch fieberhafte, unermüdliche Aktivität seitens der politischen Entscheidungsträger. Wir sollten nicht den Fehler machen zu glauben, wir hätten die Wahl zwischen zwei gleich unangenehmen Rechtsrahmen – überholt, aber stabil einerseits oder zeitgemäß, aber unbeständig andererseits. Im Zeitalter der Vierten Industriellen Revolution brauchen wir nicht unbedingt mehr oder schnellere Politikgestaltung, sondern vielmehr ein ordnungspolitisches und rechtliches Ökosystem, das flexiblere, aber zugleich robustere Ordnungsrahmen erzeugen kann. Dieser Ansatz sollte dadurch ergänzt werden, dass man den Verantwortlichen mehr Zeit zugesteht, um über wichtige Entscheidungen nachzudenken. Es geht darum, diesen Prozess der Reflexion viel produktiver zu machen, als es gegenwärtig der Fall ist, und mit Weitblick optimale Rahmenbedingungen für die Entfaltung der Innovationskräfte zu schaffen. Kurzum, in einer Welt, in der wesentliche öffentliche Aufgaben, soziale Kommunikation und persönliche Information mehr und mehr auf digitale Plattformen übergehen, muss der Staat – in Zusammenarbeit mit Unternehmen und der Zivilgesellschaft – Regeln und Kontrollmechanismen festlegen, um Gerechtigkeit, Wettbewerbsfähigkeit, Fairness, einschließlich des Schutzes des geistigen Eigentums, Sicherheit und Verlässlichkeit aufrechtzuerhalten.

Es gibt zwei konzeptionelle Ansätze. Nach dem ersten ist alles erlaubt, was nicht ausdrücklich verboten ist. Nach dem zweiten ist alles verboten, was nicht

ausdrücklich erlaubt ist. Regierungen müssen beide Ansätze zusammenführen. Sie müssen lernen zusammenzuarbeiten und sich an Veränderungen anzupassen, und gleichzeitig müssen sie dafür sorgen, dass der Mensch im Zentrum aller Entscheidungen steht. Staatliche Institutionen wurden nie so dringend benötigt wie in der Vierten Industriellen Revolution. Ihre Herausforderung besteht darin, optimale Rahmenbedingungen für die Innovation zu schaffen und zugleich die Risiken zu minimieren.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Regierungen und Verwaltungen Bürger effektiver ansprechen und experimenteller an politische Themen herangehen, um ein stetiges Lernen und Anpassen zu ermöglichen. Diese beiden Aufgaben erfordern es, dass öffentliche Hand und Bürger ihre jeweiligen Rollen überdenken und neue Formen des Dialogs finden. Sie sollten den anderen mit hohen Erwartungen konfrontieren und zugleich ausdrücklich anerkennen, dass unterschiedlichsten Sichtweisen Rechnung getragen wird und dass es auf dem gemeinsamen Weg Momente des Scheiterns und Fehlritte geben kann.

## **KASTEN C**

### **GRUNDSÄTZE AGILER POLITIKGESTALTUNG**

#### **IN EINEM ZEITALTER DER DISRUPTION**

##### **Arbeitsmarkt**

**Digitale Technologien und die globale Kommunikationsinfrastruktur erfordern es, traditionelle Begriffe von Arbeit und Lohn neu zu bestimmen, da neue Arten der Zusammenarbeit entstehen, die extrem flexibel und immer nur von kurzer Dauer sind (die sogenannte On-Demand Economy). Diese neuen Beschäftigungsverhältnisse ermöglichen einerseits flexible Arbeitszeiten und stoßen vielleicht eine neue Welle an Innovationen auf dem Arbeitsmarkt an. Andererseits geben die verminderte soziale Absicherung und unsicherere Beschäftigungsverhältnisse im Rahmen der On-Demand Economy Anlass zur Sorge. Der Erwerbstätige ist zu einem selbständigen Auftragnehmer geworden, der nicht mehr von langfristiger Beschäftigungssicherheit profitiert.**

##### **Geld und Besteuerung**

**Auch bezüglich der Steuererhebung wirft die On-Demand Economy ernste Fragen auf, da es für Gelegenheitsarbeiter viel leichter und verlockender ist, schwarzzuarbeiten. Während elektronische Zahlungssysteme Überweisungen und Kleinsttransaktionen transparenter machen, entstehen heute neue dezentrale Zahlungssysteme, die es Behörden und privaten Akteuren erheblich erschweren könnten, den Ursprung und das Ziel solcher Transaktionen nachzuverfolgen.**

##### **Haftung und Verbraucherschutz**



Staatlich geschützte Monopole (zum Beispiel die Taxi-Branche und niedergelassene Ärzte) wurden lange damit begründet, dass bestimmte Typen von Berufen, die mit hohen Risiken verbundene Leistungen erbringen, eine über das normale Maß hinausgehende Überprüfung ihrer Eignung erfordern. Um einen angemessenen Schutz der Verbraucher sicherzustellen, sollten solche Berufe daher nur von staatlich zugelassenen Fachkräften ausgeübt werden. Viele dieser staatlich konzessionierten Monopole geraten gegenwärtig durch technische Fortschritte unter Druck, die Menschen befähigen, auf gleichberechtigter Grundlage miteinander zu interagieren, sowie durch das Auftauchen neuer Vermittler, die Privatpersonen miteinander in Kontakt bringen und ihre Kommunikation erleichtern.

#### **Sicherheit und Privatsphäre**

Trotz des transnationalen Charakters des Internets und der wachsenden Weltwirtschaft sind Datenrecht und Datenschutzvorschriften noch immer stark zersplittert. In Europa gibt es strenge Vorschriften über das Sammeln, Verarbeiten und Weiterverkaufen personenbezogener Daten, aber viele andere Länder haben nur schwache oder gar keine Vorschriften. Die Anhäufung großer Datenmengen ermöglicht es großen Anbietern von Online-Diensten, aus den Daten, die Nutzer selbst (entweder stillschweigend oder ausdrücklich) geliefert haben, weitere Informationen abzuleiten. Das Erstellen von Nutzerprofilen mit Hilfe von Big-Data- und automatisierten Analysen ebnet den Weg zu neuen, viel kundenspezifischeren und noch stärker personalisierten Dienstleistungen, von denen Nutzer und Verbraucher profitieren können, weckt aber auch erhebliche Bedenken, ob der Schutz der persönlichen Daten und das Selbstbestimmungsrecht der Nutzer gewährleistet sind. In Anbetracht der zunehmenden Besorgnis, die Cyberkriminalität und Identitätsdiebstahl hervorrufen, schlägt das Pendel bei der Abwägung zwischen Überwachung und individuellen Freiheitsrechten immer öfter in Richtung verstärkter Überwachung aus. Dies zeigten zuletzt etwa die Enthüllungen Edward Snowdens, des amerikanischen Nachrichtendienstanalytikers, der Dokumente über die Abhörtätigkeiten des US-Geheimdienstes NSA offenlegte.

#### **Verfügbarkeit und Inklusion**

In dem Maße, wie sich die Weltwirtschaft in den digitalen Bereich verlagert, wird die Verfügbarkeit einer zuverlässigen Internet-Infrastruktur zu einer entscheidenden Voraussetzung für eine florierende Wirtschaft. Regierungen müssen das Potential dieser technischen Fortschritte verstehen. Sie müssen die neuen Technologien nicht nur übernehmen, um interne Arbeitsabläufe zu optimieren, sie müssen auch ihren flächendeckenden Einsatz und Gebrauch fördern und unterstützen, um die Entwicklung hin zu einer global vernetzten Informationsgesellschaft voranzutreiben. Das Problem der digitalen Exklusion (beziehungsweise der digitalen Kluft) wird immer dringlicher, da es für Menschen ohne zuverlässig funktionierenden Internetzugang und/oder ohne Zugang zu einem vernetzten Gerät oder ohne ausreichende Kenntnisse für die Nutzung dieses Geräts schwieriger wird, sich an der digitalen Wirtschaft und neuen Formen bürgerschaftlichen Engagements zu beteiligen.

### **Machtasymmetrien**

In der heutigen Informationsgesellschaft könnten Informationsasymmetrien zu erheblichen Machtasymmetrien führen, denn wer das Wissen besitzt, um eine Technologie zu bedienen, hat auch die Macht. Eine Person oder Organisation mit vollem Zugriff auf das Betriebssystem und dessen Ressourcen ist beinahe allmächtig. Da es schwierig ist, das Potential und die Arbeitsweise moderner Technologien umfassend zu verstehen, könnte es allerdings zu wachsenden Ungleichheiten zwischen technikaffinen Personen, die diese Technologien verstehen und kontrollieren, und weniger sachkundigen Personen kommen, die lediglich passive Nutzer einer Technologie sind, die sie nicht verstehen. <sup>42</sup>

### ***Länder, Regionen und Städte***

Weil die digitale Technologie keine Grenzen kennt, drängen sich viele Fragen auf, wenn man über die geographischen Auswirkungen neuer Technologien und die Auswirkungen der Geographie auf den technischen Fortschritt nachdenkt. Welche Rollen werden Länder, Regionen und Städte in der Vierten Industriellen Revolution spielen? Werden Westeuropa und die USA die Transformation anführen, wie sie es in den früheren industriellen Revolutionen taten? Welche Länder werden technologische »Quantensprünge« vollführen können? Wird es zu einer stärkeren und effektiveren Zusammenarbeit kommen, die das Gemeinwohl fördert, oder wird es zu einer wachsenden Zersplitterung nicht nur innerhalb eines Landes, sondern auch zwischen Ländern kommen? Werden sich diejenigen, die es sich leisten können, in einer Welt, in der Güter und Dienstleistungen fast überall produziert werden können und in der ein Großteil der Nachfrage nach gering qualifizierten Niedriglohntätigkeiten durch Automatisierung wegfällt, in Ländern mit starken Institutionen und hoher Lebensqualität sammeln?

### **Innovationsfördernde Regulierung**

Bei der Beantwortung dieser Fragen ist eine Sache klar und von großer Bedeutung: Die Länder und Regionen, denen es gelingt, die für die Zukunft maßgeblichen internationalen Normen in den Hauptkategorien und -feldern der neuen digitalen Wirtschaft zu etablieren (5G-Kommunikation, Einsatz kommerzieller Drohnen, Internet der Dinge, digitale Gesundheit, fortgeschrittene Fertigungstechnologien und so weiter) werden einen erheblichen ökonomischen und finanziellen Nutzen daraus ziehen. Länder hingegen, die ihre Normen und

Regeln durchzusetzen versuchen, um inländische Produzenten zu schützen sowie ausländische Wettbewerber auszusperrern und Lizenzgebühren herabzusetzen, die inländische Unternehmen für ausländische Technologien zahlen, riskieren, sich gegen globale Normen abzuschotten und so zu den Nachzüglern der neuen digitalen Wirtschaft zu werden. <sup>43</sup>

Wie bereits erwähnt, wird das übergeordnete Thema der Gesetzgebung und Regelkonformität (Compliance) auf nationaler und regionaler Ebene eine entscheidende Rolle bei der Gestaltung des Ökosystems spielen, in dem disruptive Unternehmen agieren. Mitunter kommt es in diesen Fragen zu offenem Streit zwischen zwei Ländern. Ein Paradebeispiel ist die Entscheidung des Europäischen Gerichtshofs vom Oktober 2015, das Safe-Harbor-Abkommen, das die Übermittlung personenbezogener Daten zwischen den Vereinigten Staaten und der Europäischen Union regelte, für ungültig zu erklären. Dieses Urteil ist zu einem transatlantischen Streitpunkt geworden und wird zwangsläufig die Compliance-Kosten für Unternehmen erhöhen, die Geschäfte in Europa tätigen.

Das Beispiel unterstreicht die wachsende Bedeutung von Innovations-Ökosystemen als einer zentralen Triebkraft der Wettbewerbsfähigkeit. In Zukunft wird die Unterscheidung zwischen Hochlohn- und Billiglohnländern oder auch zwischen Schwellen- und Industrieländern immer mehr an Bedeutung verlieren. Stattdessen wird die Schlüsselfrage lauten: Wie innovationsfreudig ist eine Volkswirtschaft?

Nordamerikanische Unternehmen sind zum Beispiel nach praktisch allen Maßstäben noch immer die innovativsten weltweit. Sie ziehen die hochkarätigsten Talente an, beantragen die meisten Patente, sichern sich den größten Teil des weltweiten Risikokapitals und werden als Aktiengesellschaften an den Börsen oftmals hoch bewertet. Dies wird weiter verstärkt durch die Tatsache, dass Nordamerika nach wie vor bei vier ineinandergreifenden Technologie-Revolutionen weltweit führend ist: beim Einsatz innovativer Technologien zur Energieerzeugung, bei hochentwickelten und digitalen Fertigungstechnologien, bei den Biowissenschaften und bei der Informationstechnologie. Aber auch wenn Nordamerika und die EU, zu der einige der innovativsten Volkswirtschaften gehören, momentan noch führend sind, so schließen andere Regionen rasch zu ihnen auf. Die Innovationskraft

Chinas beispielsweise ist im Jahr 2015 im internationalen Vergleich auf schätzungsweise 49 Prozent des EU-Niveaus gestiegen (von 35 Prozent im Jahr 2006), da das Land sein Wirtschaftsmodell zunehmend auf Innovation und Dienstleistungen ausrichtet. <sup>44</sup> Selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Chinas Fortschritt von einem vergleichsweise niedrigen Ausgangsniveau aus erfolgte, arbeitet sich das Land kontinuierlich in höhere Wertschöpfungssegmente der globalen Produktion vor und nutzt seine beachtlichen Skalenerträge, um seine globale Wettbewerbsposition zu verbessern. <sup>45</sup>

Letztlich zeigt dies, dass politische Entscheidungen ausschlaggebend dafür sind, ob ein bestimmtes Land oder eine bestimmte Region die Chancen der technologischen Revolution in vollem Umfang nutzen kann.

#### Regionen und Städte als Innovationszentren

Die Auswirkungen der Automatisierung auf einige Länder und Regionen, insbesondere solche in schnell wachsenden Märkten und Entwicklungsländern, die dadurch abrupt ihren Wettbewerbsvorteil bei der Produktion arbeitsintensiver Güter und Dienstleistungen verlieren könnten, erscheinen mir besonders besorgniserregend. Dies könnte die prosperierenden Volkswirtschaften einiger Länder und Regionen zerstören.

Weder Länder noch Regionen können wirtschaftlich florieren, wenn ihre Städte, die Ökosysteme der Innovation, nicht kontinuierlich gehegt und gepflegt werden. Städte waren im Laufe der Geschichte stets die Motoren des wirtschaftlichen Wachstums, des Wohlstands und des sozialen Fortschritts, und sie werden für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Nationen und Regionen von zentraler Bedeutung sein. Heute lebt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in urbanen Gebieten – angefangen von mittelgroßen Städten bis hin zu Megastädten –, und die Anzahl der Städter steigt weltweit ständig. Viele Faktoren, die sich auf die Wettbewerbsfähigkeit von Ländern und Regionen auswirken – von Innovation und Bildung bis zu Infrastruktur und öffentlicher Verwaltung –, fallen in die Zuständigkeit von Städten.

Die Schnelligkeit und Breite, mit der Städte, unterstützt durch eine agile Rahmensetzung der Politik, neue Technologien aufnehmen und einsetzen, entscheiden darüber, wie gut sie im Wettbewerb mit anderen Orten Talente

anlocken können. Der Besitz eines superschnellen Breitbandnetzes, die Einführung digitaler Technologien im Transportwesen, beim Energieverbrauch, beim Recycling und so weiter tragen dazu bei, eine Stadt produktiver und lebenswerter und dadurch attraktiver als andere zu machen. Daher ist es für Städte und Länder weltweit entscheidend, den Zugang zu den Informations- und Kommunikationstechnologien, auf denen die Vierte Industrielle Revolution zum größten Teil basiert, zu gewährleisten.

Wie der *Global Information Technology Report 2015* des Weltwirtschaftsforums feststellt, sind die Infrastrukturen für die Informations- und Kommunikationstechnologien weder so weitverbreitet, noch werden sie so schnell ausgebaut, wie viele Menschen glauben: »Die Hälfte der Weltbevölkerung besitzt keine Handys und 450 Millionen Menschen leben noch immer außer Reichweite eines Mobilfunknetzes. Etwa 90 Prozent der Bevölkerung in Niedrigeinkommensländern und über 60 Prozent der Weltbevölkerung sind noch immer nicht online. Zudem sind die meisten Handys ältere Modelle.« <sup>46</sup>

Regierungen müssen sich daher darauf konzentrieren, die digitale Kluft in Ländern aller Entwicklungsstufen zu schließen. Sie müssen dafür sorgen, dass Städte und Länder die nötige Infrastrukturbasis besitzen, um die ökonomischen Chancen zu nutzen und von dem Wohlstand, der durch neue Modelle der Zusammenarbeit, der Effizienz und des Unternehmertums geschaffen wird, zu profitieren.

Die Arbeiten des Weltwirtschaftsforums zum *Data-Driven Development* unterstreichen, dass nicht nur der Zugang zur digitalen Infrastruktur darüber entscheidet, ob man diese Chancen nutzen kann. Es ist auch unerlässlich, das »Datendefizit« in vielen Ländern zu beheben, insbesondere im globalen Süden, da hier vielfältige Hindernisse für das Erheben, Sammeln, Weiterleiten und Nutzen von Daten bestehen. Die Schließung der vier »Lücken«, die zu diesem Defizit beitragen – seine Existenz, Zugang, Governance und Nutzerfreundlichkeit –, gibt Ländern, Regionen und Städten viele zusätzliche Instrumente zur Förderung ihrer Entwicklung an die Hand, etwa die Möglichkeit, den Ausbruch von Infektionskrankheiten zu verfolgen, besser auf Naturkatastrophen reagieren zu können, Armen einen besseren Zugang zu öffentlichen Leistungen und Finanzdienstleistungen zu ermöglichen oder

Migrationsmuster gefährdeter Bevölkerungsgruppen zu erkennen. <sup>47</sup>

Länder, Regionen und Städte können mehr tun, als lediglich den rechtlichen Rahmen anzupassen. Sie können aktiv investieren, um zu Startrampen für die digitale Transformation zu werden und auf diese Weise Unternehmer und Investoren anzulocken und zur Gründung innovativer Startups zu ermuntern. Gleichzeitig sollten sie etablierte Unternehmen dazu bewegen, sich den Chancen der Vierten Industriellen Revolution zu öffnen. In dem Maße, wie sich junge, dynamische Firmen und etablierte Unternehmen miteinander und mit Bürgern und Hochschulen vernetzen, werden Städte zu Forschungslaboren und zu leistungsfähigen Zentren, in denen sich neue Ideen in reale Wertschöpfung für die Wirtschaft des Landes und der Welt verwandeln.

Laut dem britischen Innovationsförderer Nesta haben die folgenden fünf Städte weltweit das innovationsfreundlichste politische Umfeld: New York, London, Helsinki, Barcelona und Amsterdam. <sup>48</sup> Die Studie von Nesta zeigt, dass diese Städte besonders erfolgreich sind, da sie erstens auf kreative Weise Veränderungen außerhalb der offiziellen politischen Arena herbeiführen, zweitens grundsätzlich offen für Veränderungen sind und drittens eher wie ein Unternehmen (und nicht wie eine Behörde) handeln. Die drei Kriterien bestimmen die Auswahl der globalen »Klassenbesten« und lassen sich in gleicher Weise auf Städte in den Schwellen- und Entwicklungsländern anwenden. So wurde etwa die Stadt Medellin in Kolumbien in Anerkennung ihrer innovativen Konzepte im Bereich Mobilität und ökologische Nachhaltigkeit 2013 vom Urban Land Institute als »Stadt des Jahres« ausgezeichnet; dabei setzte sie sich gegen die beiden anderen Finalisten New York und Tel Aviv durch. <sup>49</sup>

Im Oktober 2015 veröffentlichte der Global Agenda Council on the Future of Cities des Weltwirtschaftsforums einen Bericht, in dem Beispiele von Städten weltweit aufgeführt sind, die für eine Vielzahl von Problemen innovative Lösungsansätze verfolgen (vgl. Kasten D: Urbane Innovationen). <sup>50</sup> Diese Studie zeigt, dass die Vierte Industrielle Revolution einzigartig ist, wird sie doch von einem globalen Netz intelligenter (netzbasierter) Städte, Länder und regionaler Cluster angetrieben, die die Chancen dieser Revolution erkannt haben und nutzen – »von oben nach unten« und »von unten nach oben« – und die aus einer ganzheitlichen, integrierten Perspektive handeln.

## KASTEN D

### URBANE INNOVATIONEN

**Digital umprogrammierbarer Raum:** Die Nutzung von Gebäuden wird sich im Handumdrehen verändern lassen – vom Theater zur Sporthalle zur Begegnungsstätte zum Nachtclub und so weiter. Dies würde den urbanen Fußabdruck insgesamt verkleinern und Städten ermöglichen, aus weniger mehr zu machen.

»Waternet«: Das »Internet der Leitungen« wird mit Hilfe von Sensoren in einem Kanalsystem die Wasserströme überwachen und so den gesamten Kreislauf steuern. Dies ermöglicht eine nachhaltige Wasserversorgung, die menschlichen und ökologischen Bedürfnissen gerecht wird.

**Durch soziale Netzwerke Baumpatenschaften übernehmen:** Studien zeigen, dass die Vergrößerung der Grünfläche einer Stadt um zehn Prozent den durch den Klimawandel verursachten Temperaturanstieg ausgleichen könnte. Die Vegetation hält einen Teil der Kurzwellenstrahlung ab und verdunstet Wasser, was die Umgebungsluft abkühlt und ein angenehmeres Mikroklima schafft. Baumkronen und Wurzelsysteme können außerdem Überschwemmungen nach starken Niederschlägen verringern und im Boden für einen ausgewogenen Nährstoffgehalt sorgen.

**Die Mobilität der nächsten Generation:** Fortschritte bei Sensoren, in der Optik und bei eingebetteten Prozessoren werden die Sicherheit für Fußgänger und für den nicht-motorisierten Verkehr erhöhen und zu einer vermehrten Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel, zu weniger Staus und Umweltverschmutzung sowie zu besserer Gesundheit und schnelleren, pünktlicheren und kostengünstigeren Pendelfahrten zur Arbeit führen.

**Kraft-Wärme-Kopplung und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung:** Mechanische Kraft-Wärme-Kopplungssysteme nutzen schon heute überschüssige Wärme, wodurch sich die Energieausbeute deutlich erhöht. Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungssysteme nutzen die Wärme entweder zum Heizen oder mit Hilfe von Absorptionskältetechnologie zum Kühlen von Gebäuden – etwa zum Kühlen von Bürokomplexen, in denen eine große Anzahl von Computern steht.

**Mobilität auf Abruf:** Die Digitalisierung macht den Kraftfahrzeugverkehr effizienter, indem sie Echtzeit-Informationen und eine beispiellose Überwachung der städtischen Mobilitätsinfrastruktur erlaubt. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, durch dynamische Optimierungsalgorithmen bislang ungenutzte Fahrzeugkapazitäten besser auszulasten.

**Intelligente Lichtmasten:** LED-Straßenleuchten der nächsten Generation können als Plattform für eine Vielzahl von Sensoren dienen, die Daten über das Wetter, die Schadstoffbelastung, seismische Aktivitäten, die Bewegungen von Fahrzeugen und Menschen sowie die Lärmbelastung sammeln. Durch Vernetzung dieser intelligenten Lichtmasten erhält man in Echtzeit hochdetaillierte Informationen über jeden beliebigen Winkel des städtischen Raums, wobei die gesammelten Daten für innovative Lösungen etwa im Bereich der öffentlichen Sicherheit genutzt werden und zudem jederzeit über freie Parkplätze informieren können. [51](#)

### ***Internationale Sicherheit***

Die Vierte Industrielle Revolution wird weitreichende Auswirkungen auf den Charakter zwischenstaatlicher Beziehungen und auf die internationale Sicherheit haben. Ich widme diesem Thema im nachfolgenden Abschnitt besondere Aufmerksamkeit, weil ich der Auffassung bin, dass ihm von all den bedeutsamen Veränderungen im Zusammenhang mit der Vierten Industriellen Revolution in der öffentlichen Diskussion, in nicht-staatlichen Sektoren sowie in der Rüstungsindustrie zu wenig Beachtung geschenkt wird.

Die große Gefahr ist, dass es in einer hypervernetzten Welt mit wachsender Ungleichheit zu verstärkter Fragmentierung, Ausgrenzung und sozialen Unruhen kommt. Das wiederum schafft die Voraussetzungen für gewaltbereiten Extremismus. Die Vierte Industrielle Revolution wird das Wesen der Sicherheitsbedrohungen verändern, aber auch Machtverschiebungen beeinflussen, die sowohl geographisch erfolgen als auch von staatlichen auf nicht-staatliche Akteure. Angesichts der wachsenden Zahl bewaffneter nicht-staatlicher Akteure in einer immer komplexer werdenden geopolitischen Landschaft wird die Frage, ob es gelingt, eine gemeinsame Plattform für Zusammenarbeit an maßgeblichen internationalen Sicherheitsproblemen zu etablieren, zur entscheidenden, wenn auch ungleich schwierigeren Herausforderung.

#### Vernetzung, Fragmentierung und soziale Unruhen

Wir leben in einer hypervernetzten Welt, in der Informationen, Ideen und Menschen schneller unterwegs sind als je zuvor. Wir leben auch in einer Welt der wachsenden Ungleichheit – ein Phänomen, das sich durch die radikalen Veränderungen des Arbeitsmarkts, die ich zuvor beschrieben habe, noch verschärfen wird. Zunehmende soziale Ausgrenzung, die Schwierigkeit, in der modernen Welt verlässliche Quellen für Sinnhaftigkeit zu finden, und die Ernüchterung über – vermeintliche oder reale – etablierte Eliten und Strukturen haben extremistischen Bewegungen Auftrieb gegeben und es ihnen ermöglicht, Unterstützer für einen gewaltsamen Kampf gegen bestehende Systeme zu rekrutieren (siehe Kasten E: Mobilität und die Vierte Industrielle Revolution).

Hypervernetzung geht nicht automatisch einher mit mehr Toleranz oder Anpassungsfähigkeit, wie die Reaktionen auf die tragische Vertreibung von



Menschen zeigen, die 2015 ein bislang ungekanntes Ausmaß erreichte. Dieselbe Hypervernetzung birgt aber auch das Potential, auf der Grundlage von mehr Akzeptanz und Verständnis für Unterschiede eine gemeinsame Basis zu finden, die dazu beitragen könnte, Gemeinschaften einander näherzubringen, statt sie auseinanderzutreiben. Bewegen wir uns jedoch nicht weiter in diese Richtung, steuern wir unweigerlich auf die Alternative zu: die verstärkte Fragmentierung.

## KASTEN E

### **MOBILITÄT UND DIE VIERTE INDUSTRIELLE REVOLUTION**

Die weltweite Mobilität ist maßgebliches Phänomen und enormer Wohlstandstreiber zugleich. Wie wird sich die Vierte Industrielle Revolution auf die Mobilität der Menschen auswirken? Es mag zu früh sein für eine belastbare Aussage, doch wenn man aktuelle Trends betrachtet, spricht viel dafür, dass die Rolle der Mobilität in der Gesellschaft und in der Wirtschaft künftig noch bedeutender sein dürfte als heute:

- **Verwirklichung von Lebensträumen:** Entsprechend dem durch zunehmende Vernetzung gestiegenen Bewusstsein für Entwicklungen und Chancen in anderen Ländern wird mobil zu sein besonders von jungen Menschen immer mehr als eine Lebensentscheidung betrachtet, die früher oder später getroffen wird. Die Motive variieren zwar von Mensch zu Mensch – ob die Suche nach Arbeit, der Wunsch zu studieren, das Bedürfnis nach Schutz oder der Drang, Familien wieder zusammenzuführen, und dergleichen mehr –, doch die Bereitschaft steigt, jenseits des Horizonts nach Lösungen zu suchen.

- **Neudefinition der eigenen Identität:** Früher haben sich Menschen in ihrem Leben vor allem mit einem Ort, einer ethnischen Gruppe, einer bestimmten Kultur oder einer Sprache identifiziert. Der Einzug der Online-Plattformen und die verstärkte Einwirkung von Ideen aus anderen Kulturen bedeutet, dass Identität heute austauschbarer ist als früher. Es ist inzwischen leichter möglich, mehrere Identitäten zu besitzen und zu verwalten.

- **Neudefinition der Familienidentität:** Dank der Kombination aus historischen Migrationsmustern und kostengünstiger Vernetzung werden Familienstrukturen neu definiert. Nicht mehr räumlich beschränkt, reichen sie oft um die ganze Welt, bei ständigem Austausch zwischen Familienmitgliedern, der durch digitale Hilfsmittel erleichtert wird. Die traditionelle Familieneinheit weicht immer mehr dem grenzüberschreitenden Familiennetz.

- **Neuvermessung der Arbeitsmärkte:** Die Mobilität der Arbeitskräfte birgt das Potential, die heimischen Arbeitsmärkte zum Guten oder zum Schlechten zu verändern. Einerseits stellen die Arbeitskräfte in Entwicklungsländern einen Pool an Humankapital dar – mit ganz unterschiedlichem Kompetenzniveau –, das unbefriedigten Arbeitsmarktbedarf in den Industrieländern decken kann. Die Mobilität fähiger Mitarbeiter ist Triebkraft für Kreativität, industrielle Innovation und Arbeitseffizienz. Andererseits aber kann der Zustrom von Migranten in die heimischen Märkte, wenn er nicht effektiv gesteuert wird, zu Verzerrungen bei Löhnen und Gehältern und zu sozialen Unruhen in Zielländern führen,

während die Herkunftsländer wertvollen Humankapitals beraubt werden.

Die digitale Revolution eröffnete neue Chancen zur Kommunikation und »Mobilität«, die die physische Mobilität ergänzten und verstärkten. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Vierte Industrielle Revolution ähnliche Effekte haben wird, da die Verschmelzung der physischen mit der digitalen und der biologischen Welt die Überwindung zeitlicher und räumlicher Hürden erleichtern und so die Mobilität fördern wird. Eine der Herausforderungen der Vierten Industriellen Revolution ist es daher, die Mobilität von Menschen zu regeln, um sicherzustellen, dass ihre positiven Effekte vollständig realisiert werden. Gelingen kann dies durch entsprechende Anpassungen von Hoheitsrechten und -pflichten an die Rechte und Ambitionen Einzelner, durch die Abwägung nationaler und persönlicher Sicherheitsbedürfnisse und durch neue Wege, trotz wachsender Diversität den sozialen Frieden in einer Gesellschaft zu bewahren. <sup>52</sup>

### Der Wesenswandel des Konflikts

Die Vierte Industrielle Revolution wird sich sowohl auf das Ausmaß als auch auf den Charakter von Konflikten auswirken. Die Unterschiede zwischen Krieg und Frieden und zwischen Kombattanten und Nichtkombattanten verschwimmen bedrohlich. Ebenso ist das Schlachtfeld immer mehr lokal und global zugleich. Terrororganisationen wie der sogenannte Islamische Staat (IS beziehungsweise Daesh) sind überwiegend in klar definierten Territorien im Nahen Osten aktiv, rekrutieren ihre Kämpfer aber aus über 100 Ländern, meist über soziale Medien, während Terroranschläge mit Bezug zu solchen Gruppierungen überall auf der Welt verübt werden können. Moderne Konflikte haben zunehmend Hybridcharakter – durch das Zusammenspiel traditioneller Kriegführungsmethoden mit Elementen, die früher meist mit bewaffneten nicht-staatlichen Akteuren assoziiert wurden. Angesichts der immer unberechenbareren Verschmelzung von Technologien und der wechselseitigen Lernprozesse staatlicher und bewaffneter nicht-staatlicher Akteure wird das potentielle Ausmaß des Wandels weithin noch unterschätzt.

Im Lichte dieses Prozesses und wenn man zugleich bedenkt, dass neue, tödliche Technologien immer leichter zu erwerben und einzusetzen sein werden, wird eines deutlich: Die Vierte Industrielle Revolution eröffnet dem Einzelnen immer mehr Möglichkeiten, anderen massiv zu schaden. Diese Erkenntnis führt zu einem stärkeren Gefühl der Verwundbarkeit.

Doch die Aussichten sind nicht nur düster. Der Zugang zu neuen Technologien ermöglicht es zugleich, mit größerer Präzision Krieg zu führen,

sich durch innovative Ausrüstung im Kampf besser zu schützen, wichtige Ersatzteile oder andere Komponenten direkt auf dem Schlachtfeld auszudrucken und so weiter.

### Cyberkrieg

Eine der größten Bedrohungen unserer Zeit ist der Cyberkrieg. Der Cyberspace wird ebenso zum Kriegsschauplatz, wie es bisher Land, Meer und Luft waren. Ich kann mit Sicherheit behaupten, dass ein künftiger Konflikt zwischen einigermaßen entwickelten Akteuren, der sich in der physischen Welt abspielen kann oder auch nicht, höchstwahrscheinlich auch eine Cyberdimension haben wird – einfach deshalb, weil kein moderner Gegner der Versuchung widerstehen könnte, die Sensoren, die Kommunikation und die Entscheidungskapazität des Feindes zu stören, zu verwirren oder auszuschalten.

Das wird nicht nur die Hemmschwelle für Kriege senken, sondern auch die Grenzen zwischen Krieg und Frieden verwischen, denn es können alle Netze oder vernetzten Geräte, von militärischen Systemen bis zu ziviler Infrastruktur wie Energiequellen, Stromnetzen, Gesundheits- und Verkehrssicherheitssystemen oder Wasserversorgung gehackt und angegriffen werden. Dadurch verändert sich auch die Vorstellung davon, was ein Feind ist. Anders als früher kann man nicht sicher sein, wer angreift – noch nicht einmal, ob überhaupt ein Angriff erfolgt ist. Früher konzentrierten sich Verteidigungs-, Militär- und nationale Sicherheitsstrategen auf eine begrenzte Zahl traditionell feindlich gesinnter Staaten. Heute müssen sie ein quasi unbegrenztes und undefinierbares Universum von Hackern, Terroristen, Aktivisten, Kriminellen und anderen potentiellen Gegenspielern in Betracht ziehen. Die Kriegführung im Cyberspace kann viele Formen annehmen, von kriminellen Handlungen und Spionage bis hin zu zerstörerischen Attacken wie Stuxnet, die weitgehend unterschätzt und missverstanden werden, weil sie so neu sind – und so schwer abzuwehren.

Seit 2008 hat es viele Fälle von Cyberangriffen gegen bestimmte Länder und Unternehmen gegeben. Dennoch steht die Diskussion über diese neue Ära der Kriegführung noch ganz am Anfang, und der Abstand zwischen denen, die etwas von den sehr technischen Fragen der Cyberkriegführung verstehen, und denen, die eine Cyberpolitik entwickeln, wächst mit jedem Tag. Ob für den Cyberkrieg

vergleichbare gemeinsame Normen erarbeitet werden wie für nukleare, biologische und chemische Waffen, ist offen. Wir verfügen ja noch nicht einmal über gemeinsame Definitionen, um uns darauf zu verständigen, was überhaupt als Angriff gilt, wie eine angemessene Reaktion aussieht und womit und von welcher Seite sie erfolgen sollen. Ein wichtiges Teilproblem beim Umgang mit Cyberangriffen besteht in der Frage, welche Daten Grenzen überschreiten dürfen. Die Schwierigkeit, vor die uns schon dieses Problem stellt, liefert Anhaltspunkte dafür, wie weit wir davon entfernt sind, grenzüberschreitende cyberbasierte Transaktionen so zu kontrollieren, dass die positiven Effekte einer stärker vernetzten Welt nicht beeinträchtigt werden.

### Autonome Kriegführung

Die autonome Kriegführung einschließlich des Einsatzes von Militärrobotern und von automatischen Waffen, die durch Künstliche Intelligenz gesteuert werden, eröffnet die Möglichkeit eines »Robo-Kriegs«, der künftige Konflikte grundlegend verändern könnte.

Auch der Meeresgrund und der Weltraum dürften zunehmend militarisiert werden, wenn immer mehr Akteure – Staaten ebenso wie Unternehmen – in der Lage sind, Satelliten in den Weltraum zu schießen oder mit Hilfe unbemannter Unterwasserfahrzeuge Glasfaserkabel und Satellitenverkehr zu unterbrechen. Schon heute setzen kriminelle Banden serienmäßig produzierte Quadrocopter-Drohnen ein, um rivalisierende Gangs zu bespitzeln und anzugreifen. Der Einsatz autonomer Waffen, die Ziele ausmachen und ohne menschliches Zutun beschließen können, das Feuer zu eröffnen, wird immer realistischer und stellt die geltenden Gesetze des Krieges infrage.

## **KASTEN F**

### **NEUE TECHNOLOGIEN, DIE DIE INTERNATIONALE SICHERHEIT VERÄNDERN**

**Drohnen: Sie sind im Grunde Flugroboter. Derzeit sind die USA führend, doch die Technik verbreitet sich rasch und wird immer erschwinglicher.**

**Autonome Waffen: Sie verbinden Drohnentechnik mit Künstlicher Intelligenz – mit dem Potential, ohne menschliches Zutun gemäß vorgegebenen Kriterien Ziele auszuwählen und zu bekämpfen.**

**Militarisierung des Weltalls: Mehr als die Hälfte aller Satelliten dienen gewerblichen**

Zwecken. Diese erdumkreisenden Kommunikationsgeräte haben aber auch zunehmend militärische Bedeutung. Eine neue Generation von Überschall-»Gleit«-Waffen steht ebenfalls in den Startlöchern, um in diesen Bereich vorzudringen. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass der Weltraum in künftigen Konflikten eine Rolle spielt, – und es weckt Zweifel daran, dass die vorhandenen Mechanismen zur Regulierung von Aktivitäten im All ausreichend sind.

**Wearables:** Sie können unter extremen Bedingungen den Gesundheitszustand und die Leistung von Kämpfern optimieren oder Exoskelette bilden, die es etwa Menschen ermöglichen, problemlos Lasten bis zu 90 Kilogramm zu tragen.

**Additive Fertigung:** Sie wird die Logistikketten revolutionieren, weil es möglich wird, Ersatzteile aus digital übertragenen Plänen und lokal verfügbarem Material vor Ort herzustellen. Sie könnte auch die Entwicklung neuartiger Gefechtsköpfe mit genauerer Steuerung von Partikelgröße und Detonation ermöglichen.

**Erneuerbare Energien:** Sie ermöglichen es, Strom dezentral zu erzeugen, Logistikketten zu revolutionieren und die Kapazität zum bedarfsgerechten Ausdruck von Teilen zu erhöhen – auch in entlegenen Gebieten.

**Nanotechnologie:** Nano führt nach und nach zu Metamaterialien – intelligenten Werkstoffen, die Eigenschaften besitzen, wie sie in der Natur nicht vorkommen. Waffen werden dadurch besser, leichter, mobiler, intelligenter und präziser. Am Ende stehen Systeme, die sich selbst replizieren und montieren können.

**Biologische Waffen:** Die Geschichte der biologischen Kriegführung ist beinahe so alt wie die Geschichte der Kriegführung selbst. Doch rasche Fortschritte auf den Gebieten der Biotechnologie, der Gen- und Genomforschung sind die Vorboten neuer, extrem tödlicher Waffen. Designerviren, die über die Luft übertragen werden, künstlich erzeugte Supererreger, gentechnisch veränderte Seuchen und Ähnliches: Das alles bildet die Grundlage für potentielle Weltuntergangsszenarien.

**Biochemische Waffen:** Wie bei biologischen Waffen wird die Fertigung solcher Waffen durch technische Innovation sozusagen zum Heimwerkerprojekt. An den Einsatzort gebracht werden können sie mit Hilfe von Drohnen.

**Soziale Medien:** Digitale Kanäle bieten zwar die Chance zur Verbreitung von Informationen und zu Kampagnen für die gute Sache, können aber auch eingesetzt werden, um bösartige Inhalte und Propaganda zu verbreiten und, wie im Fall des IS, zur Rekrutierung und Mobilisierung von Extremisten missbraucht zu werden. Besonders anfällig dafür sind junge Erwachsene – vor allem, wenn ihnen ein stabiles und unterstützendes soziales Umfeld fehlt.

Viele der im vorangegangenen Kasten beschriebenen technischen Entwicklungen existieren bereits. So bemannen beispielsweise Samsungs Roboter vom Typ SGR-A1, ausgerüstet mit zwei Maschinengewehren und einem Gewehr, das Gummigeschosse abfeuern kann, Grenzposten in der

demilitarisierten Zone Koreas. Derzeit werden sie noch von Menschen gesteuert. Sie könnten aber, sobald sie darauf programmiert sind, eigenständig menschliche Ziele identifizieren und angreifen.

Im letzten Jahr gaben das britische Verteidigungsministerium und BAE Systems den erfolgreichen Test des Stealth-Flugzeugs Taranis bekannt, auch Raptor genannt. Es kann abheben, einen vorgegebenen Ort anfliegen und ein anvisiertes Ziel erfassen. Menschen greifen dabei nur ein, wenn es im Einzelfall erforderlich ist. Es gibt noch viele solcher Beispiele, <sup>53</sup> und es werden ständig mehr. Angesichts dieser Entwicklungen ergeben sich entscheidende Fragen an der Schnittstelle von Geopolitik, Militärstrategie und -taktik, Regulierung und Ethik.

### Neue Herausforderungen für die globale Sicherheit

Wie in diesem Buch schon mehrfach betont, können wir das ultimative Potential neuer Technologien und ihrer Zukunft nur begrenzt erfassen. Das gilt auch für das Gebiet der internationalen und nationalen Sicherheit. Jede denkbare Innovation kann positiv genutzt werden, hat aber auch potentiell dunkle Seiten.

Während Neurotechnologien wie etwa die Neuroprothetik bereits eingesetzt werden, um medizinische Probleme zu lösen, könnten sie in Zukunft auch für militärische Zwecke verwendet werden. An das Hirngewebe angeschlossene Computersysteme können es einem gelähmten Patienten ermöglichen, einen Roboterarm oder ein Roboterbein zu steuern. Dieselbe Technik könnte jedoch auch dafür genutzt werden, um einen bionischen Piloten oder Soldaten zu dirigieren. Ins Gehirn implantierte Geräte, die zur Behandlung von Erkrankungen wie Alzheimer entwickelt wurden, könnten Soldaten eingesetzt werden, um ihr Gedächtnis zu löschen oder Erinnerungen zu verändern. »Die Frage ist nicht, ob nicht-staatliche Akteure manche Formen neurowissenschaftlicher Techniken oder Technologien einsetzen, sondern wann – und welche«, sagt James Giordano, Neuroethiker am Medical Center der Georgetown University. »Der Gefechtsraum der Zukunft ist das Gehirn.« <sup>54</sup>

Die Verfügbarkeit und mitunter auch die unregulierte Natur solcher Innovationen haben einen weiteren wesentlichen Effekt. Aktuelle Trends lassen vermuten, dass sich die Fähigkeit, auf sehr breiter Front Schaden zuzufügen – die früher Regierungen und sehr hochentwickelten Organisationen vorbehalten

war –, rasch und stark demokratisiert. Von Waffen aus dem 3D-Drucker bis hin zur Gentechnik aus dem Kellerlabor – Instrumente der Zerstörung werden durch viele verschiedene neue Technologien breiter verfügbar. Und durch die Verschmelzung dieser Technologien, eines der zentralen Themen dieses Buches, entwickelt sich eine unvorhersehbare Eigendynamik, die bestehende Rechts- und Ethiksysteme infrage stellt.

### Der Weg in eine sicherere Welt

Wie können wir angesichts solcher Herausforderungen andere überzeugen, die Sicherheitsbedrohungen durch neue Technologien ernst zu nehmen? Wichtiger noch: Können wir den öffentlichen und den privaten Sektor auf globaler Ebene zur Zusammenarbeit bewegen, um diese Gefahren zu verringern?

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wich die Angst vor einem Atomkrieg allmählich der relativen Stabilität der »wechselseitig zugesicherten Zerstörung« (Mutually Assured Destruction, kurz MAD). Der Einsatz von Nuklearwaffen ist offenbar zum Tabu geworden.

Wenn die Logik der MAD bislang funktioniert hat, dann nur, weil lediglich eine begrenzte Zahl von Akteuren die Macht besaß, einander vollständig zu vernichten. Diese Macht befand sich im Gleichgewicht. Gibt es aber künftig mehr solche potentiell todbringenden Akteure, so könnte dieses Gleichgewicht ausgehebelt werden. Aus diesem Grund waren sich die Atommächte bisher einig darüber, ihren Club exklusiv zu halten, und handelten Ende der sechziger Jahre den Vertrag über die Nichtverbreitung von Kernwaffen aus.

In den meisten anderen Fragen waren sich die Sowjetunion und die Vereinigten Staaten zwar uneins, doch beide Supermächte wussten, dass sie sich selbst am besten schützen konnten, wenn sie dem anderen gegenüber verwundbar blieben. Dieser Haltung entsprang etwa der ABM-Vertrag (Anti-Ballistic Missile Treaty), der effektiv das Recht einschränkte, Abwehrsysteme gegen ballistische Atomraketen aufzubauen. Beschränkt sich die Vernichtungskapazität jedoch nicht länger auf eine Handvoll Akteure mit einigermaßen vergleichbaren Ressourcen, verlieren Taktiken und Interessen an Doktrinen zur Eskalationsvermeidung wie MAD an Bedeutung.

Könnten wir, getragen von den durch die Vierte Industrielle Revolution angekündigten Veränderungen, ein alternatives Gleichgewicht herstellen, das

Verwundbarkeit analog in Stabilität und Sicherheit ummünzt? Akteure mit sehr unterschiedlichen Ansichten und Interessen müssten einen Modus Vivendi finden und zusammenarbeiten, um die unkontrollierte Verbreitung neuer gefährlicher Technologien zu vermeiden.

Verschiedene Stakeholder müssen kooperieren, um aus sich selbst heraus Normen zu entwickeln, rechtsverbindliche Systeme zu etablieren sowie ethische Standards und Mechanismen einzuführen. Die Herausforderung wird darin bestehen, potentiell schadenbringende neue Technologien zu kontrollieren, ohne dabei Forschung zu unterbinden, die zu Innovationen und Wirtschaftswachstum führt. Sicherlich werden internationale Verträge nötig sein, doch meine Sorge ist, dass die auf diesem Gebiet tätigen Aufsichtsbehörden dem technischen Fortschritt hinterherhinken, weil sich dieser so rasch vollzieht und so vielfältige Folgen hat.

Um gemeinsame ethische Leitlinien zu entwickeln und sie in Gesellschaft und Kultur zu etablieren, sind daher Diskussionen zwischen Lehre und Forschung über die ethischen Standards, die für neue Technologien der Vierten Industriellen Revolution gelten sollten, dringend angezeigt. Da staatliche Akteure und Institutionen mit der Regulierung im Rückstand sind, könnte es tatsächlich dem privatwirtschaftlichen Sektor und nicht-staatlichen Akteuren zukommen, hier die Führungsrolle zu übernehmen.

Die Entwicklung neuer Technologien zur Kriegführung findet verständlicherweise in einem relativ isolierten Raum statt. Ich befürchte jedoch, dass sich auch andere Forschungsfelder wie etwa die genbasierte Medizin in isolierte, hochspezialisierte Sphären zurückziehen. Das würde unsere Fähigkeit vermindern, gemeinsam die Herausforderungen und Chancen dieser Entwicklungen zu verstehen, zu diskutieren und zu bewältigen.

## **Die Gesellschaft**

Wissenschaftlicher Fortschritt, Kommerzialisierung und die Verbreitung von Innovationen sind gesellschaftliche Prozesse, die stattfinden, wenn Menschen in unterschiedlichen Kontexten Ideen, Werte, Interessen und soziale Normen entwickeln und austauschen. Die vollständigen gesellschaftlichen Auswirkungen



neuer technischer Systeme sind entsprechend schwer fassbar: Unsere Gesellschaften setzen sich aus vielen ineinandergreifenden Komponenten zusammen, die auf die eine oder andere Weise zu Innovationen beitragen.

Die große Herausforderung für die meisten Gesellschaften wird darin bestehen, die neue Moderne an- und aufzunehmen, ohne dabei die wichtigen Aspekte traditioneller Wertesysteme aufzugeben. Die Vierte Industrielle Revolution, die so viele unserer grundlegenden Annahmen auf die Probe stellt, kann die Spannungen verschärfen, die zwischen tiefreligiösen Gesellschaften bestehen, die ihre Werte verteidigen, und solchen, deren Überzeugungen von einer säkulareren Weltsicht geprägt sind. Die größte Gefahr für die globale Zusammenarbeit und Stabilität könnte darin liegen, dass radikale Gruppen mit extremer, ideologisch motivierter Gewalt gegen den Fortschritt kämpfen.

Wie der Soziologe Manuel Castells, Professor für Kommunikationstechnologie und Gesellschaft an der Annenberg School of Communication and Journalism der University of Southern California, festgestellt hat: »Immer wenn größerer technischer Wandel stattfindet, spüren Menschen, Unternehmen und Institutionen, wie tiefgreifend er ist, lassen sich davon aber oft überwältigen, weil ihnen schlicht nicht klar ist, welche Effekte er hat.«<sup>55</sup> Überwältigung aus Unwissenheit ist genau das, was wir vermeiden sollten – vor allem im Hinblick darauf, wie sich die vielen verschiedenen Gruppen, aus denen sich unsere modernen Gesellschaften zusammensetzen, entwickeln und untereinander in Beziehung stehen.

Die vorausgegangene Diskussion um die unterschiedlichen Effekte der Vierten Industriellen Revolution auf Wirtschaft, Unternehmen, Geopolitik und internationale Sicherheit, Regionen und Städte macht deutlich, dass die neue technologische Revolution vielfältige Einflüsse auf die Gesellschaft haben wird. Im folgenden Abschnitt untersuche ich zwei der wichtigsten Triebkräfte des Wandels – wie die potentiell zunehmende Ungleichheit die Mittelschicht unter Druck setzt und wie sich die Nutzung digitaler Medien auf die Bildung und Interaktion gesellschaftlicher Gruppen auswirkt.

### ***Ungleichheit und die Mittelschicht***

Bei der Diskussion über die Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution auf Wirtschaft und Unternehmen habe ich eine Reihe verschiedener struktureller

Verschiebungen hervorgehoben, die zur bis dato gestiegenen Ungleichheit beigetragen haben und die sich in Zukunft noch verschärfen könnten. Roboter und Algorithmen ersetzen immer mehr Arbeit durch Kapital. Gleichzeitig werden Investitionen (genauer gesagt der Aufbau eines Unternehmens in der digitalen Wirtschaft) weniger kapitalintensiv. Die Arbeitsmärkte verengen sich zugleich auf ein begrenztes Spektrum an Kompetenzen. Global vernetzte digitale Plattformen und Handelsplätze bieten einer kleinen Zahl von »Stars« überdimensionalen Nutzen. Im Zuge der Entfaltung dieser Trends werden diejenigen die Gewinner sein, die in der Lage sind, voll und ganz an innovationsgetriebenen Ökosystemen teilzuhaben, indem sie neue Ideen, Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen beisteuern – nicht profitieren werden hingegen jene, die nur gering qualifizierte Arbeit und herkömmliches Kapital zu bieten haben.

Angesichts dieser Dynamik ist es verständlich, warum Technologie als einer der Hauptgründe dafür gilt, dass in Ländern mit hohem Einkommen für die Mehrheit der Menschen die Einkommen stagnieren oder gar zurückgehen. Die Welt ist heute ausgesprochen ungleich. Laut dem Global Wealth Report 2015 der Credit Suisse wird inzwischen die Hälfte des Vermögens weltweit vom reichsten Prozent der Weltbevölkerung kontrolliert, während »die untere Hälfte der Weltbevölkerung kollektiv über nicht einmal ein Prozent des globalen Wohlstands verfügt«. <sup>56</sup> Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) berichtet, dass das Durchschnittseinkommen der reichsten zehn Prozent der Bevölkerung in OECD-Ländern in etwa dem Neunfachen des Durchschnittseinkommens der ärmsten zehn Prozent entspricht. <sup>57</sup> Hinzu kommt, dass die Ungleichheit in den meisten Ländern zunimmt, selbst in solchen, die rapides Wachstum in allen Einkommensgruppen und einen drastischen Rückgang der Zahl der in Armut lebenden Bürger verzeichnen. So ist beispielsweise Chinas Gini-Index von einem Wert um die 30 in den 1980er Jahren auf über 45 im Jahr 2010 angestiegen. <sup>58</sup>

Wachsende Ungleichheit ist aber mehr als ein besorgniserregendes wirtschaftliches Phänomen – sie ist eine der ganz großen gesellschaftlichen Herausforderungen. In ihrem Buch *Gleichheit. Warum gerechte Gesellschaften für alle besser sind* liefern die britischen Epidemiologen Richard Wilkinson und Kate Pickett Daten, aus denen hervorgeht, dass Ungleichheit in der Gesellschaft

einhergeht mit sinkendem Vertrauen, mehr Gewalt, einer größeren Zahl Inhaftierter, einem verstärkten Auftreten von psychischen Erkrankungen und Fettleibigkeit sowie einer geringeren Lebenserwartung. Die logische Folge, so stellen sie fest: Unter Berücksichtigung des Durchschnittseinkommens steigt in gleicheren Gesellschaften das Kindeswohl, die Kindersterblichkeit ist geringer, die Menschen haben weniger Stress und es kommt seltener zu Drogenmissbrauch. <sup>59</sup> \_Andere Forscher haben herausgefunden, dass mit der Ungleichheit die Ausgrenzung steigt und das Bildungsniveau von Kindern und jungen Erwachsenen sinkt. <sup>60</sup>

Empirische Daten lassen bislang zwar weniger eindeutige Schlüsse zu, doch es gibt die Befürchtung, dass mehr Ungleichheit zu mehr sozialen Unruhen führen könnte. Unter den 29 globalen Risiken und 13 globalen Trends, die im *Global Risks Report 2016* des Weltwirtschaftsforums genannt werden, sind die Zusammenhänge zwischen wachsender Einkommenskluft, Arbeitslosigkeit oder Unterbeschäftigung und tiefgreifender sozialer Instabilität am stärksten. Wie nachstehend noch näher erläutert werden wird, kann eine stärker vernetzte Welt, die höhere Erwartungen erzeugt, erhebliche gesellschaftliche Risiken schaffen, wenn die Bürger keine Chancen auf einen gewissen Wohlstand oder Sinn in ihrem Leben sehen.

Heutzutage garantiert ein Mittelklassejob keinen Mittelklasselebensstil mehr. In den vergangenen 20 Jahren haben sich die vier traditionellen Attribute des Mittelschichtstatus (Bildung, Gesundheit, Renten oder Pensionen und Wohnungseigentum) schwächer entwickelt als die Inflation. In den USA und Großbritannien ist Bildung inzwischen ein Luxusgut geworden. Eine Alles-oder-nichts-Wirtschaft, zu der die Mittelschicht immer begrenzteren Zugang hat, kann in eine Krise oder gar zu einem Verfall der Demokratie führen, was die gesellschaftlichen Herausforderungen noch vergrößern würde.

### **Gemeinschaft**

Von einem breiten gesellschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist einer der größten (und augenfälligsten) Effekte der Digitalisierung die Entstehung der »Ich-zentrierten Gesellschaft« – ein Prozess der Individualisierung und der Herausbildung neuer Formen der Zugehörigkeit und der Gemeinschaft. Anders als früher definiert sich der Begriff der Zugehörigkeit zu einer Gruppe heute eher

durch persönliche Projekte, eigene Werte und Interessen als durch Raum (die lokale Gemeinschaft), Arbeit und Familie.

Neue Formen digitaler Medien, die eine Kernkomponente der Vierten Industriellen Revolution sind, prägen verstärkt unser persönliches und kollektives Bild von Gesellschaft und Gemeinschaft. Wie das Weltwirtschaftsforum in seinem Bericht *Digital Media and Society* untersucht, schaffen digitale Medien »One-to-one«- und »One-to-many«-Verbindungen auf gänzlich neue Weise, sodass Nutzer Freundschaften über Zeit und Entfernung hinweg aufrechterhalten, neue Interessengruppen gegründet werden und sich auch jene, die sozial oder physisch isoliert sind, mit Gleichgesinnten vernetzen können. Die hohe Verfügbarkeit, die geringen Kosten und die geographisch neutralen Aspekte der digitalen Medien ermöglichen zudem einen stärkeren Austausch über soziale, wirtschaftliche, kulturelle, politische, religiöse und ideologische Grenzen hinweg.

Zugang zu Online-Medien bringt vielen erhebliche Vorteile. Neben ihrer Funktion als Informationsdienst (so nutzen zum Beispiel Flüchtlinge aus Syrien Google Maps und Facebook-Gruppen, um Reiserouten zu planen und um sich nicht von Schleppern übervorteilen zu lassen <sup>61</sup>) bieten sie dem einzelnen Bürger auch Möglichkeiten, sich in Diskussionen und Entscheidungen Gehör zu verschaffen und mitzureden.

Die Vierte Industrielle Revolution verleiht Bürgern zwar Mitspracherechte, kann aber auch gegen deren Interessen verwendet werden. Der *Welt-Risiko-Bericht 2016* des Weltwirtschaftsforums beschreibt das Phänomen des »(ent)mündig(t)en Bürgers«: Regierungen, Unternehmen und Interessengruppen nutzen neue Technologien, um Einzelne und Gruppen mit Befugnissen auszustatten und sie zugleich auszuschließen (siehe Kasten G: Der (ent)mündig(t)e Bürger).

Die demokratische Macht der digitalen Medien bedeutet, dass sie auch von nicht-staatlichen Akteuren eingesetzt werden können. Insbesondere kriminelle Gruppierungen nutzen soziale Medien zur Verbreitung von Propaganda und zur Mobilisierung von Anhängern für ihre extremistischen Ziele, wie sich zuletzt beim Aufstieg des IS und anderer medienkompetenter Terrororganisationen beobachten ließ.

Es besteht die Gefahr, dass die Dynamik des Austauschs, die für soziale

Medien kennzeichnend ist, Entscheidungen verzerren und Risiken für die Zivilgesellschaft bergen kann. Entgegen der Intuition kann der Umstand, dass über digitale Kanäle so viele Medien verfügbar sind, für den Einzelnen bedeuten, dass sich die Nachrichtenquellen verengen und polarisieren – und zu dem werden, was Sherry Turkle, Soziologin und Professorin für Science, Technology and Society am MIT, als »Schweigespирale« des Internets bezeichnet. Diese Entwicklung ist so bedeutsam, weil das, was wir in den sozialen Medien lesen, sehen und teilen, unsere politischen und staatsbürgerlichen Entscheidungen prägt.

## **KASTEN G**

### **DER (ENT)MÜNDIG(T)E BÜRGER**

**Der Begriff des »(ent)mündig(t)en Bürgers« beschreibt die Dynamik, die sich aus dem Wechselspiel zweier Trends ergibt: einem, der Mitspracherechte bringt, und einem, der sie entzieht. Menschen fühlen sich mündiger durch den technischen Wandel, der es ihnen erleichtert, Informationen zu beziehen, zu kommunizieren und zu organisieren. Sie haben neue Möglichkeiten, am öffentlichen Leben teilzuhaben. Gleichzeitig werden Einzelne, gesellschaftliche Gruppen und Bewegungen sowie kommunale Gemeinschaften immer mehr von einer sinnvollen Teilhabe an traditionellen Entscheidungsprozessen wie Abstimmungen und Wahlen ausgeschlossen. Ihnen werden insofern Mitspracherechte entzogen, als sie sich bei den vorherrschenden Institutionen und Machtquellen nationaler und regionaler Regierungsführung kein Gehör verschaffen und sie somit nicht beeinflussen können.**

**Im Extremfall besteht die ausgesprochen reale Gefahr, dass Regierungen Kombinationen aus Technologien einsetzen könnten, um Maßnahmen zivilgesellschaftlicher Organisationen und Bürgerinitiativen zu unterdrücken, die für Transparenz staatlichen und wirtschaftlichen Handelns sorgen und Wandel vorantreiben sollen. In vielen Ländern weltweit gibt es Belege dafür, dass der zivilgesellschaftliche Raum schrumpft, da Regierungen Gesetze und andere politische Maßnahmen erlassen, die die Unabhängigkeit zivilgesellschaftlicher Gruppen ebenso einschränken wie ihre Tätigkeit. Die Instrumente der Vierten Industriellen Revolution ermöglichen neue Formen der Überwachung und neue Möglichkeiten zur Kontrolle, die gesunden, offenen Gesellschaften zuwiderlaufen.** <sup>62</sup>

So ergab beispielsweise eine Studie über die Wirksamkeit der Aufrufe zur Erhöhung der Wahlbeteiligung auf Facebook, dass sie »direkt rund 60000 Wähler zur Urne trieben und indirekt, über soziale Ansteckungseffekte, weitere 280000 Wähler, also insgesamt 340000 zusätzliche Stimmen mobilisierten«. <sup>63</sup> Diese Studie verdeutlicht den Einfluss digitaler Medienplattformen bei der

Auswahl und Förderung der Medien, die wir online konsumieren. Sie weist auch auf die Möglichkeit hin, mit Hilfe von Online-Technologien traditionelle Formen des staatsbürgerlichen Engagements (wie die Stimmabgabe bei kommunalen, regionalen und nationalen Wahlen) mit innovativen Wegen zu kombinieren, Bürgern mehr direkten Einfluss auf Entscheidungen zu geben, die sich auf ihre Gemeinschaften auswirken.

Wie bei fast allen in diesem Abschnitt angesprochenen Effekten ist klar, dass die Vierte Industrielle Revolution enorme Chancen eröffnet, aber gleichzeitig beträchtliche Risiken birgt. Im Zuge dieser Revolution besteht nun eine der vordringlichen Aufgaben darin, weltweit mehr und bessere Daten darüber zu sammeln, wie soziale Medien den Zusammenhalt von Gemeinschaften fördern oder gefährden können.

## **Der Mensch**

Die Vierte Industrielle Revolution verändert nicht nur, was wir tun, sondern auch, wer wir sind. Ihre Auswirkungen auf den Einzelnen sind vielfältig und betreffen unsere Identität und ihre vielen verwandten Facetten – unsere Privatsphäre, unsere Vorstellungen von Eigentum, unser Konsumverhalten, Arbeits- und Freizeit, Karriere- und Kompetenzentwicklung. Sie beeinflusst, wie wir andere Menschen kennenlernen und Beziehungen führen, die Hierarchien, von denen wir abhängen, und unsere Gesundheit. Früher als wir denken, könnte das zu Formen menschlicher Weiterentwicklung führen, die uns das Wesen der menschliche Existenz infrage stellen lassen. Solche Veränderungen lösen Begeisterung und Angst zugleich aus, während wir in unvermindertem Tempo voranpreschen.

Bisher hat uns Technik in erster Linie ermöglicht, Aufgaben leichter, schneller und effizienter zu erledigen und uns selbst weiterzuentwickeln. Allmählich erkennen wir nun, dass sie viel mehr zu bieten hat – aber auch weit mehr für uns auf dem Spiel steht. Aus all den erwähnten Gründen stehen wir an der Schwelle eines radikalen Systemwandels, der uns Menschen kontinuierliche Anpassung abverlangt. Womöglich wird dies die Welt zunehmend polarisieren, in diejenigen, die den Wandel begrüßen, und solche, die ihn ablehnen.

Daraus entsteht eine Ungleichheit, die weit über die zuvor beschriebene gesellschaftliche Ungleichheit hinausgeht. Diese ontologische Ungleichheit scheidet die Anpassungswilligen und -fähigen von den Anpassungsverweigerern. Sie definiert also im Grunde die Gewinner und Verlierer in jedem Sinn des Wortes. Die Gewinner profitieren womöglich von gewissen Formen radikaler Optimierungen des Menschen, wie sie durch bestimmte Segmente der Vierten Industriellen Revolution hervorgebracht werden (wie etwa der Gentechnik), die den Verlierern vorenthalten bleiben. Daraus entsteht die Gefahr von Klassenkonflikten und anderen Auseinandersetzungen, die anders sein werden als alles, was wir kennen. Dieser potentielle Bruch und die Spannungen, die dadurch entstehen, werden noch verschärft von einer Kluft zwischen den Generationen – den Menschen, die in der digitalen Welt aufgewachsen sind und nichts anderes kennen, und den Übrigen, die sich anpassen müssen. Auch viele ethische Fragen werden aufgeworfen.

Als gelernter Ingenieur bin ich ausgesprochen technikbegeistert und nehme neue Entwicklungen rasch an. Dennoch frage ich mich, ebenso wie es viele Psychologen und Sozialwissenschaftler tun, wie sich die unerbittliche Integration der Technik in unser Leben auf unseren Identitätsbegriff auswirkt und ob sie wesentliche menschliche Fähigkeiten wie Selbstreflexion, Empathie und Anteilnahme beeinträchtigen kann.

### ***Identität, Ethik und Moral***

Die von der Vierten Industriellen Revolution ausgelösten gewaltigen Innovationen, von Biotechnologie bis zu Künstlicher Intelligenz, legen ganz neu fest, was es bedeutet, ein Mensch zu sein. Sie erweitern die geltenden Grenzen bei Lebensdauer, Gesundheit, Wahrnehmung und anderen Eigenschaften in einer Weise, wie sie bislang nur in Science-Fiction-Filmen vorkam. Angesichts des zunehmenden Wissens und neuer Entdeckungen auf diesen Gebieten ist entscheidend, dass wir ihre moralischen und ethischen Implikationen fortlaufend diskutieren. Als Menschen und soziale Wesen müssen wir uns individuell und gemeinsam überlegen, wie wir auf Fragen wie Lebensverlängerung, Designerbabys, Gedächtnisextraktion und andere mehr reagieren. Gleichzeitig müssen wir uns aber darüber im Klaren sein, dass diese unglaublichen Entdeckungen auch manipuliert werden können, um bestimmten

Einzelinteressen zu dienen – und nicht unbedingt dem Gemeinwohl. Der Physiker und Autor Stephen Hawking und seine Wissenschaftlerkollegen Stuart Russell, Max Tegmark und Frank Wilczek schreiben in der Zeitung *The Independent* zu Künstlicher Intelligenz und ihren Folgen: »Kurzfristig richten sich die Auswirkungen Künstlicher Intelligenz danach, wer sie kontrolliert. Langfristig richten sie sich danach, ob sie überhaupt kontrollierbar sind ... Wir alle sollten uns fragen, was wir jetzt tun können, um die Chancen zu erhöhen, die Vorteile zu nutzen und die Risiken zu vermeiden.« <sup>64</sup>

Eine interessante Entwicklung in diesem Bereich ist OpenAI, eine gemeinnützige Forschungsgesellschaft zu Künstlicher Intelligenz, die im Dezember 2015 vorgestellt wurde und die das Ziel hat, »digitale Intelligenz so voranzutreiben, dass sie mit größter Wahrscheinlichkeit dem Wohle der gesamten Menschheit dient, uneingeschränkt durch die Notwendigkeit, finanzielle Erträge zu erzielen«. <sup>65</sup> Die Initiative unter Vorsitz von Sam Altman, President von Y Combinator, und Elon Musk, CEO von Tesla Motors, konnte sich Kapitalzusagen über eine Milliarde US-Dollar sichern. Diese Initiative verdeutlicht einen bereits angesprochenen wichtigen Punkt – nämlich, dass eine der größten Auswirkungen der Vierten Industriellen Revolution in ihrem Potential liegt, durch die Fusion neuer Technologien Individuen und Gruppen mit mehr Mitspracherechten auszustatten. Diesbezüglich gilt, wie Sam Altman feststellte: »Künstliche Intelligenz kann sich am besten entwickeln, wenn es um die Befähigung des Einzelnen geht und darum, die Menschen besser zu machen, und wenn sie allen uneingeschränkt zur Verfügung steht.« <sup>66</sup>

Die Auswirkungen bestimmter technischer Entwicklungen wie des Internets oder des Smartphones auf den Menschen sind vergleichsweise bekannt und werden von Fachleuten und Akademikern breit diskutiert. In anderen Bereichen sind die Effekte weit schwerer zu erfassen, etwa bei der Künstlichen Intelligenz oder synthetischen Biologie. Womöglich wird es schon bald Designerbabys geben sowie etliche weitere Änderungen am Menschen – von der Ausmerzung genetisch bedingter Erkrankungen bis zur Erweiterung kognitiver Fähigkeiten. Das könnte uns vor die größten ethischen und spirituellen Fragen stellen, mit denen wir uns als Menschen befassen müssen (siehe Kasten H: Am Rande der Ethik).



## **KASTEN H**

### **AM RANDE DER ETHIK**

Technischer Fortschritt bringt uns an neue ethische Grenzen. Sollten wir die atemberaubenden Entwicklungen in der Biologie nur nutzen, um Krankheiten zu heilen und Verletzungen zu kurieren? Oder auch, um uns als Menschen zu optimieren? Im zweiten Fall riskieren wir, dass Elternschaft künftig zu einer Erweiterung des Konsums wird. Unsere Kinder würden dann zur Ware, zu nach unseren Wünschen gestalteten Einzelanfertigungen. Und was heißt überhaupt »optimieren«? Nie mehr krank werden? Länger leben? Schneller laufen? Bestimmte äußere Merkmale aufweisen?

Vor ähnlich komplexe Fragen stellt uns die Künstliche Intelligenz. Stellen Sie sich vor, dass uns Maschinen vorausdenken oder sogar für uns vordenken könnten. Amazon und Netflix verfügen bereits über Algorithmen, die vorhersagen können, welche Filme und Bücher wir möglicherweise sehen beziehungsweise lesen möchten. Online-Partner- und Job-Börsen behaupten, dass die von ihren Systemen – gleich vor der Haustür oder weltweit – vorgeschlagenen potentiellen Lebensgefährten oder Arbeitsstellen am besten zu uns passen könnten. Was nun? Sollen wir auf einen Algorithmus hören? Oder doch lieber auf Familie, Freunde oder Kollegen? Würden wir einen von Künstlicher Intelligenz betriebenen Roboterarzt mit hundert- (oder fast hundert-)prozentiger Erfolgsquote bei der Diagnose aufsuchen – oder weiter zu unserem fürsorglichen Hausarzt gehen, der uns seit Jahren kennt?

Bei der Betrachtung dieser Beispiele und ihrer Auswirkungen auf den Menschen betreten wir Neuland. Es steht uns eine Veränderung des Menschen bevor, wie wir sie nie zuvor erlebt haben.

Weitere wichtige Fragen betreffen die Vorhersagekraft Künstlicher Intelligenz und das maschinelle Lernen. Wenn unser Verhalten in jeder Lebenslage vorhersagbar wird, wie viel persönliche Freiheit genießen wir dann (wirklich oder vermeintlich) noch, von dieser Prognose abzuweichen? Könnte diese Entwicklung möglicherweise dazu führen, dass die Menschen selbst irgendwann wie Roboter agieren? Das bringt uns zu einer weiteren, noch philosophischeren Frage: Wie erhalten wir unsere Individualität, den Ursprung unserer Vielfalt und Demokratie, im digitalen Zeitalter?

### ***Menschliche Bindungen***

Wie die zuvor angesprochenen ethischen Fragen andeuten, gilt: Je digitaler und technisierter die Welt, desto größer ist auch weiterhin das Bedürfnis nach zwischenmenschlichen Kontakten, die durch enge Beziehungen und soziale Bindungen genährt werden. Die Sorge wächst, dass die Vertiefung unserer Beziehungen zur Technik als Individuen und im Kollektiv im Verlauf der Vierten Industriellen Revolution unsere sozialen Kompetenzen und unsere

Empathiefähigkeit beeinträchtigen könnte. An einigen Stellen lässt sich diese Entwicklung bereits beobachten: Eine Studie aus dem Jahr 2010, durchgeführt von einem Forschungsteam der University of Michigan, ermittelte bei Collegestudenten einen Empathierückgang um 40 Prozent (gegenüber einer Vergleichsgruppe von vor 20 oder 30 Jahren). Dieser entfiel größtenteils auf die Zeit nach 2000. <sup>67</sup> Sherry Turkle vom MIT hat in ihren Untersuchungen herausgefunden, dass 44 Prozent aller Teenager ständig online sind, auch beim Sport oder beim Essen mit Familie oder Freunden. Wenn persönliche Gespräche von digitalen Interaktionen verdrängt werden, wächst die Sorge, dass eine ganze Generation junger, von sozialen Medien vereinnahmter Menschen heranwächst, die Probleme haben könnten zuzuhören, Blickkontakt herzustellen oder Körpersprache zu deuten. <sup>68</sup>

Unsere Beziehung zur mobilen Technik ist ein Beispiel dafür. Dass wir ständig vernetzt sind, beraubt uns womöglich eines unserer wichtigsten Fähigkeiten: der Zeit innezuhalten, nachzudenken und sich auf ein tiefsinniges Gespräch einzulassen, das weder technisch unterstützt noch über soziale Medien vermittelt wurde. Turkle verweist auf Studien, die belegen, dass ein Telefon bei einer Unterhaltung zwischen zwei Menschen schon allein dadurch, dass es auf dem Tisch zwischen ihnen liegt oder sich im Blickfeld befindet, verändert, worüber die beiden sprechen und wie stark ihre Bindung ist. <sup>69</sup> Das heißt nicht, dass wir auf unsere Handys verzichten müssen – wohl aber, dass wir sie bewusster verwenden sollten.

Andere Fachleute äußern ähnliche Bedenken. Technik- und Kulturautor Nicholas Carr behauptet, je mehr Zeit wir in digitalen Gefilden verbringen, desto oberflächlicher werden unsere kognitiven Fähigkeiten, weil wir aufhören, unsere Aufmerksamkeit zu steuern. »Das Internet ist von seinem Wesen her ein Unterbrechungssystem, eine Maschine zur Ablenkung und Minderung der Aufmerksamkeit. ... Regelmäßige Unterbrechungen verwirren unsere Gedanken, schwächen unser Erinnerungsvermögen und bereiten uns Anspannung und Stress. Je komplexer der Gedanke, mit dem wir uns gerade befassen, desto größer ist der Schaden, den eine Ablenkung anrichtet.« <sup>70</sup>

Schon 1971 gab Herbert Simon, der 1978 mit dem Wirtschaftsnobelpreis ausgezeichnet wurde, zu bedenken, dass »Informationsreichtum zu Aufmerksamkeitsarmut führt«. Das hat sich mittlerweile noch verschlimmert,

insbesondere bei Entscheidungsträgern, die in aller Regel mit viel zu viel »Ballast« überladen werden – überfordert, übersteuert und ständig gestresst. »In einem Zeitalter der Zerstreuung gibt es nichts Kostbareres als die Achtsamkeit«, schreibt der Reiseschriftsteller Pico Iyer. »Und in einem Zeitalter permanenter Bewegung ist nichts notwendiger als das Stillsitzen.« <sup>71</sup>

Unser Gehirn, das von all der digitalen Technik beansprucht wird, die uns rund um die Uhr vernetzt, riskiert dabei, zum Perpetuum mobile zu werden, das uns in einen unablässigen Rauschzustand versetzt. Ich spreche regelmäßig mit Führungspersönlichkeiten, die mir erzählen, dass sie sich nicht mehr die Zeit nehmen können, innezuhalten und nachzudenken, geschweige denn den »Luxus«, auch nur einen kurzen Artikel vollständig durchzulesen. Entscheider aus allen Teilen der globalen Gesellschaft befinden sich offenbar durch den Ansturm vieler konkurrierender Anforderungen in einem Zustand der ständig wachsenden Erschöpfung und kippen von Frust in Resignation und versinken mitunter auch in Verzweiflung.

Es ist in unserer neuen digitalen Zeit in der Tat schwierig, einen Gang zurückzuschalten – unmöglich ist es jedoch nicht.

### ***Der Umgang mit öffentlichen und privaten Daten***

Eine der größten persönlichen Herausforderungen durch das Internet, und den zunehmenden Grad der Vernetzung im Allgemeinen, betrifft den Datenschutz. Dieses Thema wird immer akuter, denn, wie der Philosoph Michael Sandel von der Harvard Universität beobachtet, »wir sind zunehmend bereit, mit den vielen Geräten, die wir regelmäßig einsetzen, aus Bequemlichkeit auf Privatsphäre zu verzichten«. <sup>72</sup> Zum Teil ausgelöst durch die Enthüllungen von Edward Snowden, hat die globale Debatte um die Bedeutung von Datenschutz in einer zunehmend transparenten Welt gerade erst begonnen, da wir erkennen, wie das Internet ein beispielloses Instrument der Liberalisierung und Demokratisierung sein kann, aber gleichzeitig auch wahllose, weitreichende und nahezu unvorstellbare Massenüberwachung ermöglicht.

Warum legen wir so viel Wert auf Privatsphäre? Wir alle wissen instinktiv, warum Privatsphäre für uns als Individuen so wichtig ist. Selbst diejenigen, die behaupten, sie legten keinen besonderen Wert auf Datenschutz und hätten nichts zu verbergen, haben vielleicht das eine oder andere gesagt oder getan, das andere

nicht unbedingt wissen sollen. Eine Fülle von Forschungsergebnissen belegt, dass sich Menschen konformistischer und angepasster verhalten, wenn sie sich beobachtet fühlen.

Eine ausführliche Reflexion über die Bedeutung der Privatsphäre oder die Eigentumsrechte an Daten würde den Rahmen dieses Buches sprengen. Ich rechne jedoch fest damit, dass in den nächsten Jahren immer reger über viele grundlegende Fragen, wie die Auswirkungen des Kontrollverlusts über unsere Daten auf unser Seelenleben, diskutiert werden wird (siehe Kasten I: Wearables und die Grenzen der Privatsphäre).

Diese Thematik ist unglaublich komplex. Wir gewinnen gerade erst einen vagen Eindruck von ihrer potentiellen psychologischen, moralischen und gesellschaftlichen Tragweite. Persönlich sehe ich beim Datenschutz folgendes Problem auf uns zukommen: Wenn das eigene Leben total transparent und jede Indiskretion, ob groß oder klein, allen offenbar wird, wer hat dann noch den Mut, eine Führungsposition und die damit einhergehende Verantwortung zu übernehmen?

Die Vierte Industrielle Revolution macht Technologie zum allgegenwärtigen und bestimmenden Bestandteil unseres Privatlebens, und wir begreifen erst ansatzweise, wie dieser grundlegende technische Wandel uns als Menschen beeinflusst. Letztlich obliegt es jedem Einzelnen, dafür zu sorgen, dass uns die Technik dient und nicht versklavt. Kollektiv müssen wir daher sicherstellen, dass die Herausforderungen, vor die uns die technische Entwicklung stellt, durchdrungen und analysiert werden. Nur so können wir sicher sein, dass die Vierte Industrielle Revolution unser Wohl mehrt – nicht mindert.

## **KASTEN I**

### **WEARABLES UND DIE GRENZEN**

#### **DER PRIVATSPHÄRE**

**Was wir zurzeit mit Wearables für die Gesundheit erleben, vermittelt einen Eindruck von der Komplexität des Themas Datenschutz. Eine wachsende Zahl von Versicherungsgesellschaften zieht folgendes Angebot an ihre Versicherten in Betracht: Wenn Sie bereit sind, ein Gerät zu tragen, das aufzeichnet, wie lange Sie schlafen, wie viel Sport Sie treiben, wie viele Schritte Sie jeden Tag gehen und wie viele und welche Art von Kalorien Sie aufnehmen etc., und wenn Sie gestatten, dass diese Daten an Ihre Krankenversicherung übermittelt werden, bieten wir Ihnen einen Nachlass auf Ihre Prämie an.**

Sollten wir diese Entwicklung begrüßen, weil sie uns zu einem gesünderen Lebensstil anhält? Oder stellt sie eine besorgniserregende Tendenz hin zu einer Lebensweise dar, in der wir von Staaten und Unternehmen gleichermaßen immer mehr überwacht werden? Im Moment geht es bei diesem Beispiel noch um eine persönliche Entscheidung – jeder kann selbst bestimmen, ob er so ein Gerät an seinem Körper tragen möchte oder nicht.

Doch gehen wir mit unseren Überlegungen noch einen Schritt weiter: Stellen wir uns vor, dass es irgendwann der Arbeitgeber ist, der jedem Beschäftigten vorschreibt, ein Gerät mitzuführen, das der Versicherung Gesundheitsdaten übermittelt, weil er die Produktivität steigern und die eigenen Krankenversicherungskosten senken möchte. Was, wenn der Arbeitgeber Verweigerer mit Geldbußen belegen würde? Was gerade noch wie eine bewusste persönliche Entscheidung für oder gegen solch ein Gerät aussah, gerät schnell zum Zwang, sich an neue soziale Normen zu halten, selbst wenn man sie persönlich inakzeptabel findet.

# Wie es weitergeht

Die Vierte Industrielle Revolution verstärkt womöglich die Disruption, doch die Probleme, vor die sie uns stellt, sind hausgemacht. Es steht daher in unserer Macht, sie zu bewältigen und die nötigen Veränderungen und Maßnahmen einzuleiten, um uns an unser künftiges neues Umfeld anzupassen und darin zu wachsen. Effektiv können wir diese Herausforderungen nur angehen, wenn wir die kollektive Weisheit unserer Herzen, Seelen und unseres Verstands mobilisieren. Dazu müssen wir nach meiner Überzeugung das Potential der Disruption modifizieren, aktiv gestalten und nutzen, indem wir vier verschiedene Arten von Intelligenz kultivieren und praktizieren:

- praktische (oder kontextuelle) Intelligenz (Verstand): wie wir unser Wissen begreifen und anwenden
- emotionale Intelligenz (Herz): wie wir unsere Gedanken und Gefühle verarbeiten und verinnerlichen und uns selbst und anderen vermitteln
- spirituelle Intelligenz (Seele): wie wir ein Gefühl für persönliche und gemeinsame Ziele, Vertrauen und andere Tugenden nutzen, um Wandel herbeizuführen und zum Wohle aller zu handeln
- physische Intelligenz (Körper): wie wir unsere persönliche Gesundheit und unser Wohlbefinden und das unserer Mitmenschen fördern und aufrechterhalten, damit wir die nötige Energie mitbringen, um uns selbst und das System zu verändern.

## Kontextuelle Intelligenz – der Verstand

Fähige Führungskräfte kennen und beherrschen die kontextuelle Intelligenz.<sup>73</sup> Ein Gespür für Kontext ist definiert als die Fähigkeit und Bereitschaft, aufkommende Trends vorwegzunehmen und Zusammenhänge herzustellen. Das sind seit Generationen die gemeinsamen Merkmale effektiver Führung, und in der Vierten Industriellen Revolution ist das eine Voraussetzung für Anpassung und Überleben.

Um kontextuelle Intelligenz zu entwickeln, müssen Entscheider zunächst den

Wert verschiedener Netzwerke verstehen. Sie können sich mit größeren Umbrüchen nur dann effektiv auseinandersetzen, wenn sie über traditionelle Grenzen hinweg gut vernetzt sind. Entscheider müssen in der Lage und bereit sein, sich auf alle einzulassen, die ein Interesse an der jeweiligen Thematik haben. In dieser Hinsicht sollten wir uns also bemühen, uns stärker zu vernetzen und andere einzubeziehen.

Eine ganzheitliche Betrachtung der Entwicklungen wird nur möglich, wenn wir die führenden Köpfe aus Wirtschaft, Staat, Zivilgesellschaft, Religion, Wissenschaft und Forschung und aus der Jugend dazu bringen, sich an einen Tisch zu setzen und zusammenzuarbeiten. Das ist überdies die entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung und Umsetzung integrierter Ideen und Lösungen, die nachhaltige Veränderungen bewirken. Das ist das Prinzip, das der Multi-Stakeholder-Theorie zugrunde liegt, die von den Gruppen des Weltwirtschaftsforums auch gern als »Geist von Davos« bezeichnet wird und die ich 1971 erstmals in einem Buch präsentierte.<sup>74</sup> Die Grenzen zwischen Sektoren und Berufsgruppen sind künstlich und erweisen sich zunehmend als kontraproduktiv. Mehr denn je ist es unbedingt erforderlich, solche Grenzen durch die Macht des Netzwerks und den Aufbau nutzbringender Partnerschaften aufzulösen. Unternehmen und Organisationen, denen das nicht gelingt, die den Worten keine Taten folgen lassen und nicht tatsächlich vielfältige Teams formen, werden Schwierigkeiten haben, sich auf die Umbrüche des digitalen Zeitalters einzustellen.

Führungspersönlichkeiten müssen auch in der Lage sein, ihre Einstellung und Auffassung und ihre Organisationsgrundsätze zu verändern. In der modernen Welt mit ihren Umwälzungen und raschen Veränderungen führen Silomentalität und fest gefügte Zukunftsvorstellungen zum Stillstand. Deshalb ist man besser Fuchs als Igel, um es mit der Dichotomie zu sagen, die der Philosoph Isaiah Berlin 1953 in seinem Essay über Schriftsteller und Denker entwarf. Wer in einer immer komplexeren und von Disruption geprägten Welt bestehen will, ist mit der geistigen und sozialen Wendigkeit des Fuchses besser bedient als mit dem unbeweglichen, engen Fokus des Igels. In der Praxis heißt das, Führungspersönlichkeiten können es sich nicht leisten, in Silos zu denken. Ihr Ansatz zur Überwindung von Problemen, Fragen und Herausforderungen muss ganzheitlich, flexibel und anpassungsfähig sein und laufend viele verschiedene

Interessen und Meinungen einbinden.

#### Emotionale Intelligenz – das Herz

Als Ergänzung zur – nicht etwa als Ersatz für – die kontextuelle Intelligenz ist die emotionale Intelligenz in der Vierten Industriellen Revolution ein Persönlichkeitsmerkmal von zunehmender Bedeutung. Wie der Wirtschaftspsychologe David Caruso vom Yale Center for Emotional Intelligence festgestellt hat, sollte sie nicht als Gegensatz zur rationalen Intelligenz betrachtet werden oder als »Triumph des Herzens über den Kopf – sondern vielmehr als ihre einzigartige Schnittstelle«. <sup>75</sup> In der akademischen Literatur wird der emotionalen Intelligenz zugeschrieben, dass sie Führungskräfte innovativer macht und sie in die Lage versetzt, den Wandel aktiv voranzutreiben.

Für Wirtschaftslenker und Politiker ist emotionale Intelligenz die unabdingbare Grundlage für Fähigkeiten, die im Zeitalter der Vierten Industriellen Revolution absolut erfolgsentscheidend sind, nämlich Selbstbewusstsein, Selbstregulierung, Motivation, Empathie und soziale Kompetenzen. <sup>76</sup> Auf das Studium der emotionalen Intelligenz spezialisierte Akademiker haben nachgewiesen, dass sich herausragende von mittelmäßigen Entscheidern durch ihre emotionale Intelligenz abheben, aber auch durch das Talent, diese Fähigkeit kontinuierlich weiterzuentwickeln.

In einer von ständigem, drastischen Wandel gekennzeichneten Welt werden Institutionen mit vielen Führungskräften von hoher emotionaler Intelligenz nicht nur kreativer sein, sondern auch besser gerüstet, um wendiger und robuster zu werden – ein wesentliches Merkmal, um mit Umwälzungen fertigzuwerden. Die digitale Denkweise, die in der Lage ist, funktionsübergreifende Zusammenarbeit zu etablieren, Hierarchien abzuflachen und ein Umfeld zu schaffen, in dem neue Ideen gefördert werden, ist stark auf emotionale Intelligenz angewiesen.

#### Spirituelle Intelligenz – die Seele

Neben der kontextuellen und der emotionalen Intelligenz gibt es noch eine dritte entscheidende Komponente zum effektiven Umgang mit der Vierten Industriellen Revolution. Diese bezeichne ich als spirituelle Intelligenz. Abgeleitet vom lateinischen Verb *spirare*, atmen, bezieht sich spirituelle



Intelligenz auf die fortgesetzte Suche nach Sinn und Zweck. Sie zielt ab auf die Förderung kreativer Impulse und darauf, Menschen ein neues kollektives und moralisches Bewusstsein auf der Grundlage eines gemeinsamen Schicksals zu vermitteln.

Kerngedanke ist dabei das Gemeinsame. Wie bereits angesprochen gilt: Wenn Technologie ein möglicher Auslöser dafür ist, dass wir uns zu einer egozentrischen Gesellschaft entwickeln, so ist es eine absolute Notwendigkeit, ein Gegengewicht zu diesem Trend zu schaffen, indem wir uns auf das ureigene umfassende Gefühl eines gemeinsamen Ziels konzentrieren. Wir sitzen alle in einem Boot und laufen gleichermaßen Gefahr, an den Herausforderungen durch die Vierte Industrielle Revolution und an der vollständigen Realisierung ihrer Vorteile zu scheitern, wenn wir kein kollektives Gefühl für ein gemeinsames Ziel entwickeln.

Eine Grundvoraussetzung dafür ist Vertrauen. Ein hohes Maß an Vertrauen steigert Einsatzbereitschaft und Teamwork, und das gilt umso mehr in der Vierten Industriellen Revolution, in der kooperative Innovation im Mittelpunkt steht. Weil so viele verschiedene Einzelkomponenten und Themen berührt werden, kann dieser Prozess nur in einem vertrauensvollen Umfeld ablaufen. Letztlich sind alle Stakeholder dafür verantwortlich, dass die Innovationen dem Gemeinwohl dienen. Sobald eine Stakeholder den Eindruck gewinnt, dass dies nicht der Fall ist, bröckelt das Vertrauen. In einer Welt, in der nichts bleibt, wie es ist, wird Vertrauen zu einer der wertvollsten menschlichen Eigenschaften. Vertrauen kann jedoch nur gewonnen und gewahrt werden, wenn Entscheidungsträger in eine Gemeinschaft eingebettet sind und die Entscheidungen stets im Interesse aller treffen – nicht mit dem Blick auf persönliche Ziele.

### Physische Intelligenz – der Körper

Kontextuelle, emotionale und spirituelle Intelligenz sind durchweg grundlegende Eigenschaften, um die Vierte Industrielle Revolution zu bewältigen und Nutzen aus ihr zu ziehen. Sie bedürfen jedoch der Unterstützung durch eine vierte Form der Intelligenz – die physische, zu der die Bewahrung und Förderung der persönlichen Gesundheit und des Wohlbefindens zählen. Das ist so wichtig, weil es umso wesentlicher ist, sich fit zu halten und unter Druck gelassen zu bleiben,

wenn sich der Wandel beschleunigt, die Komplexität wächst und die Anzahl der an unseren Entscheidungsprozessen beteiligten Akteure zunimmt. Die Epigenetik, ein Teilbereich der Biologie, der sich in den letzten Jahren enorm entwickelt hat, umschreibt den Prozess, über den die Umwelt die Genexpression beeinflusst. Sie weist unwiderlegbar nach, wie wichtig Schlaf, Ernährung und körperliche Bewegung für unser Leben sind. Regelmäßige sportliche Betätigung hat beispielsweise positive Effekte auf unser Denken und Fühlen. Sie wirkt sich direkt auf unsere Leistung am Arbeitsplatz aus und letztlich auf unsere Erfolgsaussichten.

Neue Wege zu erkennen und zu verinnerlichen, wie wir Körper und Geist, Gefühlswelt und Umwelt in Einklang bringen, ist essenziell. Die rasanten Fortschritte in vielen Bereichen wie Medizin, Wearables, Implantationstechnologie und Hirnforschung ermöglichen es, unser Wissen darüber ständig zu erweitern. Außerdem brauchen Führungspersönlichkeiten, wie ich gerne sage, »gute Nerven«, um mit den vielen komplexen Herausforderungen, die gleichzeitig auf sie einströmen, effektiv umzugehen. Diese Eigenschaft wird immer entscheidender, damit wir die Chancen, die uns die Vierte Industrielle Revolution bietet, ergreifen und bewältigen können.

#### Auf dem Weg zu einer neuen kulturellen Renaissance

Der Dichter Rainer Maria Rilke schrieb, »daß die Zukunft ... in uns eintritt, um sich in uns zu verwandeln, lange bevor sie geschieht.«<sup>77</sup> Wir dürfen nicht vergessen, dass die Zeit, in der wir leben, das Anthropozän oder Zeitalter des Menschen, die erste Epoche in der Weltgeschichte ist, in der menschliche Aktivität die primäre Kraft ist, die alle lebenserhaltenden Systeme auf der Erde prägt. Es liegt also in unserer Hand.

Wir stehen heute am Anfang der Vierten Industriellen Revolution und blicken auf das, was auf uns zukommt. Und, wichtiger noch: Wir besitzen die Fähigkeit, den Verlauf dieser Revolution zu beeinflussen.

Zu wissen, was nötig ist, um die Zukunft erfolgreich zu gestalten, ist eine Sache – entsprechend zu handeln, eine ganz andere. Wohin wird uns unser Weg führen, und wie bereiten wir uns am besten auf ihn vor? Voltaire, der französische Philosoph der Aufklärung, der viele Jahre lang unweit des Ortes lebte, an dem ich dieses Buch verfasste, schrieb einst: »Zweifel ist keine

angenehme Voraussetzung, aber Gewissheit ist eine absurde.«<sup>78</sup> Tatsächlich wäre es naiv zu behaupten, dass wir genau wissen, wohin die Vierte Industrielle Revolution führt. Nicht minder naiv wäre aber, sich von der Angst und der Ungewissheit um die mögliche Zukunft lähmen zu lassen. Wie ich in diesem Buch immer wieder betone, wird sich der Verlauf, den die Vierte Industrielle Revolution nimmt, letztlich danach richten, inwieweit wir in der Lage sind, sie so zu gestalten, dass sie ihr volles Potential entfalten kann.

Ganz klar: Die Herausforderungen sind so beängstigend, wie die Chancen faszinierend sind. Wir müssen heute gemeinsam darauf hinarbeiten, dass sich die Herausforderungen in Chancen verwandeln, indem wir uns angemessen – und proaktiv – auf ihre Auswirkungen und Effekte einstellen. Die Welt ist schnelllebig, hypervernetzt, immer komplexer und zunehmend fragmentiert. Dennoch können wir unsere Zukunft so gestalten, dass alle davon profitieren. Der Zeitpunkt, damit zu beginnen, ist jetzt.

Als einen ersten, wichtigen Schritt müssen wir weiter in allen Sektoren der Gesellschaft Bewusstsein und Verständnis für die Vierte Industrielle Revolution schaffen. Darauf zielt dieses Buch ab. Wir dürfen bei Entscheidungen nicht länger in Schubladen denken – insbesondere, da die Herausforderungen, vor denen wir stehen, immer stärker miteinander verflochten sind. Nur ein integrativer Ansatz erzeugt das nötige Verständnis, um die vielen Fragen zu beantworten, die die Vierte Industrielle Revolution aufwirft. Dafür sind kooperative und flexible Strukturen notwendig, die das Zusammenspiel verschiedener Ökosysteme widerspiegeln und die alle Stakeholder umfassend berücksichtigen – die also den öffentlichen und den privaten Sektor mit den weltweit klügsten Köpfen aus allen Bereichen zusammenbringen.

Als zweiten Schritt müssen wir auf der Grundlage eines gemeinsamen Verständnisses positive, gemeinschaftliche und umfassende Narrative dafür entwickeln, wie wir die Vierte Industrielle Revolution für gegenwärtige und künftige Generationen gestalten können. Der genaue Inhalt dieser Narrative mag sich uns noch entziehen, doch wir kennen die entscheidenden Eckpunkte, die sie enthalten sollten. So müssen sie beispielsweise explizit die Werte und ethischen Grundsätze darlegen, die unsere künftigen Systeme verkörpern sollen. Märkte sind effektive Treiber des Wohlstands, doch wir müssen sicherstellen, dass Werte und Ethik die Basis unseres persönlichen und kollektiven Verhaltens

bilden sowie der Systeme, die auf ihnen aufbauen. Solche Narrative müssen immer anspruchsvollere Blickwinkel entwickeln, für Aspekte wie Toleranz und Respekt sowie Fürsorge und Anteilnahme. Sie sollten ferner mehr Mitspracherecht und Inklusion ermöglichen und getragen sein von den gemeinsamen Werten, die diese Eigenschaften fördern.

Drittens müssen wir uns auf der Grundlage des gewachsenen Bewusstseins und der gemeinsamen Narrative an die Umstrukturierung unserer wirtschaftlichen, sozialen und politischen Systeme machen, um die sich eröffnenden Chancen voll auszuschöpfen. Unsere bestehenden Entscheidungssysteme und unsere vorherrschenden Wohlstandsmodelle sind in den ersten drei industriellen Revolutionen konzipiert und schrittweise weiterentwickelt worden. Diese Systeme sind im Kontext der Vierten Industriellen Revolution jedoch nicht mehr dafür geeignet, den Bedürfnissen der derzeitigen oder gar künftiger Generationen gerecht zu werden. Erforderlich ist ganz klar die umfassende Erneuerung des gesamten Systems, keine kleinen Anpassungen oder randständigen Reformen.

Wie diese drei Schritte zeigen, hängt der Erfolg von der fortlaufenden Zusammenarbeit und dem kontinuierlichen Dialog ab – auf kommunaler, nationaler und supranationaler Ebene –, bei dem alle interessierten Parteien eine Stimme bekommen. Wir müssen alles daran setzen, hierfür die nötigen Grundvoraussetzungen zu schaffen, und dürfen uns nicht nur auf die technischen Aspekte konzentrieren. Wie der Evolutionstheoretiker Martin Nowak, Professor für Mathematik und Biologie an der Harvard University, uns vor Augen führt, ist Zusammenarbeit »das Einzige, was die Menschheit zu retten vermag«. <sup>79</sup> Seit vier Milliarden Jahren ist Zusammenarbeit die treibende Kraft der Evolution, denn sie versetzt Lebewesen in die Lage, sich an wachsende Komplexität anzupassen. Zudem stärkt sie den politischen, wirtschaftlichen und sozialen Zusammenhalt, durch den maßgeblicher Fortschritt erst möglich wird. Durch effektive Multi-Stakeholder-Kooperation kann die Vierte Industrielle Revolution die großen Probleme, vor denen die Welt heute steht, anpacken und vielleicht sogar lösen, dessen bin ich mir sicher.

Am Ende geht es um uns Menschen, um unsere Kultur und unsere Werte. Wir werden uns anstrengen müssen, damit alle Bürger aller Kulturen, Nationen und Einkommensgruppen begreifen, welche Herausforderungen durch die Vierte

Industrielle Revolution auf unsere Zivilisation zukommen und wie wir diese Herausforderungen am besten bewältigen können.

Lassen Sie uns gemeinsam eine Zukunft gestalten, die für alle taugt, indem wir die Menschen in den Mittelpunkt stellen, ihnen Mitspracherecht geben und uns ständig vor Augen halten, dass all die neuen Technologien in allererster Linie ein Werkzeug von Menschen für Menschen sind. Übernehmen wir daher gemeinsam die Verantwortung für eine Zukunft, in der die Menschheit als Ganzes im Mittelpunkt von Innovation und Technologie steht – und die Notwendigkeit, dem Gemeinwohl zu dienen. Lassen Sie uns sicherstellen, dass wir technologische Innovationen vor allem für eine nachhaltigere Entwicklung nutzen.

Wir können sogar noch einen Schritt weiter gehen. Ich bin der festen Überzeugung, dass das neue Technologiezeitalter, wenn es denn reaktionsschnell und verantwortungsvoll gestaltet wird, eine neue kulturelle Renaissance auslösen kann, durch die wir uns als Teil von etwas weitaus Größerem fühlen können – einer echten globalen Gesellschaft.

Die Vierte Industrielle Revolution kann sich für die Menschheit als Fluch oder Segen erweisen: Sie hat das Potential, uns zu roboterisieren und so unsere traditionellen Sinnquellen – Arbeit, Gemeinschaft, Familie, Identität – infrage zu stellen. Sie hat aber auch das Potential, die Menschheit auf eine neue kollektive moralische Bewusstseinsstufe zu heben, die auf der Erkenntnis unseres gemeinsamen Schicksals beruht. Es liegt an uns allen sicherzustellen, dass Letzteres geschieht.

# Dank

Beim Weltwirtschaftsforum als internationaler Organisation zur Zusammenarbeit von Staat und Wirtschaft sind wir uns ausnahmslos unserer Verantwortung bewusst, als globale Plattform zu fungieren, um die mit der Vierten Industriellen Revolution verbundenen Herausforderungen zu definieren und alle Stakeholder dabei zu unterstützen, in Kooperation mit unseren Partnern, Mitgliedern und Angehörigen geeignete Lösungen zu gestalten.

Aus diesem Grund war das Thema des Jahrestreffens 2016 in Davos-Klosters »Die Vierte Industrielle Revolution meistern«. Wir möchten bei allen unseren Herausforderungen, Projekten und Sitzungen konstruktive Gespräche und Partnerschaften zu diesem Thema initiieren. Auf dem Jahrestreffen der New Champions, das im Juni 2016 im chinesischen Tianjin stattfindet, bietet sich führenden Persönlichkeiten und Innovatoren aus Forschung, Technologie, Wirtschaft und Behörden die maßgebliche Chance, Kontakte zu knüpfen und Ideen darüber auszutauschen, wie wir die Vierte Industrielle Revolution zum größtmöglichen Wohle aller nutzen können. Dieses Buch soll allen diesen Vorhaben als Anstoß und Orientierungshilfe dienen und wird den Verantwortlichen, wie ich hoffe, das Rüstzeug an die Hand geben, um sich mit der politischen, sozialen und wirtschaftlichen Tragweite auseinanderzusetzen und die technischen Entwicklungen zu verstehen, die sie verursacht haben.

Dieses Buch hätte nicht realisiert werden können ohne die engagierte Unterstützung und Einsatzbereitschaft aller meiner Kolleginnen und Kollegen vom Weltwirtschaftsforum. Ich schulde ihnen großen Dank. Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Nicholas Davis, Thierry Malleret und Mel Rogers, die mir bei der Recherche für und der Arbeit an diesem Buch unverzichtbare Partner waren. Ich möchte mich aber auch bei meinen Kolleginnen und Kollegen und all den Teams bedanken, die zu bestimmten Abschnitten des Buches beitragen haben, allen voran Jennifer Blanke, Margareta Drzeniek-Hanouz, Silvia Magnoni und Saadia Zahidi zu Wirtschaft und Gesellschaft, Jim Hagemann Snabe, Mark Spelman und Bruce Weinelt zu Unternehmen und Industrie,

Dominic Waughray zu Umwelt, Helena Leurent zu Staat, Espen Barth Eide und Anja Kaspersen zu Geopolitik und internationaler Sicherheit und Olivier Ouiller zu Neurotechnologie.

Die Arbeit an diesem Buch förderte herausragende Fachkompetenz beim gesamten Forum-Team zutage, und ich danke allen, die mich online und persönlich an ihren Ideen teilhaben ließen. Besonders hervorheben möchte ich diesbezüglich die Mitglieder der Emerging Technologies Taskforce: David Gleicher, Rigas Hadzilacos, Natalie Hatour, Fulvia Montresor und Olivier Woeffray – aber natürlich auch die vielen anderen, die sich diesen Fragen eingehender gewidmet haben: Chidiogo Akunyili, Claudio Cocorocchia, Nico Daswani, Mehran Gul, Alejandra Guzman, Mike Hanley, Lee Howell, Jeremy Jurgens, Bernice Lee, Alan Marcus, Adrian Monck, Thomas Philbeck und Philip Shetler-Jones.

Großen Dank schulde ich auch allen Mitgliedern der Forum-Gemeinschaft, die mir geholfen haben, meine eigenen Ansichten zur Vierten Industriellen Revolution zu entwickeln. Besonders verdient gemacht haben sich Andrew McAfee und Erik Brynjolfsson mit ihren Anregungen zu den Auswirkungen technischer Innovation und den großen Herausforderungen und Chancen der Zukunft sowie Dennis Snower und Stewart Wallis, die hervorgehoben haben, wie wichtig wertbasierte Narrative sind, wenn wir die Vierte Industrielle Revolution für das globale Wohl einsetzen wollen.

Dank aussprechen möchte ich ferner Marc Benioff, Katrine Bosley, Justine Cassell, Mariette DiChristina, Murali Doraiswamy, Nita Farahany, Zev Furst, Nik Gowing, Victor Halberstadt, Ken Hu, Lee Sang-Yup, Alessio Lomuscio, Jack Ma, Ellen MacArthur, Peter Maurer, Bernard Meyerson, Andrew Maynard, William McDonough, James Moody, Andrew Moore, Michael Osborne, Fiona Paua Schwab, Feike Sijbesma, Vishal Sikka, Philip Sinclair, Hilary Sutcliffe, Nina Tandon, Farida Vis, Sir Mark Walport und Alex Wyatt, mit denen ich mich zu diesem Buch schriftlich oder mündlich austauschen konnte.

Das Netz der Global Agenda Councils des Forums und unserer »zukunftsorientierten Gemeinschaften« hat sich intensiv mit diesem Thema auseinandergesetzt und vielfältige Erkenntnisse zu allen angesprochenen Aspekten geliefert. Besonderer Dank geht an die Global Agenda Councils zu Future of Software and Society, Migration und Future of Cities. Dankbar bin ich

auch der bemerkenswerten Gruppe von Vordenkern, die diesem Thema auf dem Gipfel zur Global Agenda 2015 in Abu Dhabi so großzügig ihre Zeit und ihre Beiträge widmeten, und ebenso den Mitgliedern der Global-Shapers-, Young-Global-Leaders- und Young-Scientists-Gemeinschaften des Forums, insbesondere all jenen, die ihre Beiträge über TopLink beisteuerten, die virtuelle Wissens- und Kooperationsplattform des Forums.

Besonderer Dank gilt darüber hinaus Alejandro Reyes für seine redaktionelle Unterstützung, Scott David für das Design und Kamal Kimaoui für den letzten Layout- und Publishing-Schliff.

Damit das Buch zum Jahrestreffen 2016 vorlag, musste es unter Mitarbeit von Menschen aus aller Herren Länder innerhalb von drei Monaten geschrieben werden und ist damit ein typisches Produkt des schnelllebigen, dynamischen Umfelds der Vierten Industriellen Revolution.

Abschließend möchte ich noch meine tiefe Wertschätzung für Sie zum Ausdruck bringen, den Leser, weil Sie sich mit mir auf diese Reise begeben haben und sich unablässig dafür einsetzen, den Zustand der Welt zu verbessern.



# Anhang

## Tiefgreifende Veränderungen

Im Zuge der Vierten Industriellen Revolution verändert die digitale Vernetzung, die durch Software-Technologien möglich wird, unsere Gesellschaften grundlegend. Das Ausmaß ihrer Auswirkungen und die Geschwindigkeit, in der sich die Veränderungen vollziehen, machen diese aktuelle Transformation zu etwas ganz anderem als jede industrielle Revolution in der Menschheitsgeschichte zuvor.

Das Global Agenda Council des Weltwirtschaftsforums zur Zukunft von Software und Gesellschaft (Future of Software and Society) hat eine Umfrage unter 800 Führungskräften durchgeführt, um zu ermitteln, wann die Wirtschaftslenker mit einem spürbaren Durchbruch dieser revolutionären Technologien in den öffentlichen Bereich rechnen, und um die Tragweite dieser Veränderungen für Menschen, Organisationen, Staat und Gesellschaft in Gänze zu erfassen.

Der Bericht zur Umfrage, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, wurde im September 2015 veröffentlicht.<sup>80</sup> Im Folgenden finden Sie die 21 technologischen Umwälzungen, die in der Studie vorgestellt wurden, sowie darüber hinaus zwei weitere. Enthalten ist jeweils der Wendepunkt für jede dieser Technologien sowie der Zeitpunkt ihres erwarteten Markteintritts.

### Umwälzung 1

#### Implantierbare Technologien

**Wendepunkt:** erstes kommerziell verfügbares implantierbares Mobiltelefon  
**2025:** 82 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Die Menschen sind immer enger mit Geräten verbunden, und diese Geräte verbinden sich immer enger mit ihrem Körper. Geräte werden nicht mehr nur mitgeführt, sondern in den Körper implantiert. Sie dienen der Kommunikation, der Ortung, der Verhaltensüberwachung und medizinischen Zwecken.

Herzschrittmacher und Cochlea-Implantate waren erst der Anfang. Laufend kommen weitere medizinische Geräte auf den Markt. Diese Geräte können künftig Krankheitsparameter erfassen. Sie ermöglichen es dem Einzelnen, Maßnahmen zu ergreifen, senden Daten an Überwachungszentren oder können automatisch Therapeutika freisetzen.

Intelligente Tattoos und andere einzigartige Chips können zur Identifizierung und zur Standortbestimmung beitragen. Implantierte Geräte dürften auch dazu dienen, Gedanken, die üblicherweise verbal kommuniziert werden, durch »eingebaute« Smartphones zu übermitteln, und potentiell nicht zum Ausdruck gebrachte Gedanken oder Stimmungen durch die Auswertung von Gehirnwellen und anderen Signalen zu erfassen.

### ***Positive Effekte***

- Weniger vermisste Kinder
- Positive Einflüsse auf die Gesundheit
- Mehr Selbstversorgung
- Bessere Entscheidungsprozesse
- Bilderkennung und Verfügbarkeit persönlicher Daten (anonymes Netz, das Menschen bewertet oder »yelpt«<sup>81</sup>)

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Verminderte Datensicherheit
- Realitätsflucht und Sucht
- Mehr Ablenkung (d. h. Aufmerksamkeitsdefizitstörungen)

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Steigende Lebenserwartung
- Grundlegende Veränderung zwischenmenschlicher Beziehungen
- Veränderung menschlicher Interaktionen und Bindungen

- Echtzeit-Identifizierung
- Kulturwandel (ewiges Gedächtnis)

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

- Digitale Tattoos sehen nicht nur toll aus, sondern können auch nützliche Zwecke erfüllen – etwa Autos aufschließen, Handy-PINs auf Fingerzeig eingeben oder Körperfunktionen verfolgen.<sup>82</sup>
- In einem WT VOX-Artikel heißt es: »Smart Dust, Systeme aus vollwertigen Computern mit Antennen, jeder einzelne viel kleiner als ein Sandkorn, können sich im Körper inzwischen selbst organisieren, in bedarfsorientierten Netzen, die eine ganze Reihe komplexer interner Prozesse in Gang setzen können. Stellen Sie sich vor, wie sie in ganzen Schwärmen Tumore im Frühstadium attackieren, zur Wundheilung beitragen oder auch wichtige persönliche Daten so speichern, dass sie stark verschlüsselt und schwer zu hacken sind. Mit Smart Dust, intelligentem Staub, können Ärzte in Ihren Körper eindringen, ohne zu schneiden, und Informationen können stark verschlüsselt in Ihnen gespeichert werden, bis Sie sie aus Ihrem persönlichen Nanonetz freigeben.«<sup>83</sup>
- Eine intelligente Pille, die von Proteus Biomedical und Novartis entwickelt wurde, verfügt über ein integriertes, biologisch abbaubares digitales Gerät, das Daten zur Interaktion des Körpers mit dem Medikament an ein Handy übermittelt.<sup>84</sup>

## **Umwälzung 2**

### **Unsere digitale Präsenz**

**Wendepunkt:** 80 Prozent aller Menschen sind digital im Internet präsent

**2025:** 84 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Die Präsenz in der digitalen Welt hat sich in den vergangenen 20 oder mehr Jahren rasant entwickelt. Noch vor zehn Jahren bedeutete das, eine Handynummer, eine E-Mail-Adresse und vielleicht noch eine private Homepage oder eine MySpace-Seite zu haben.

Inzwischen bezieht sich die digitale Präsenz eines Menschen auch auf seine digitalen Interaktionen und die Spuren, die er auf vielen Online-Plattformen und sozialen Medien hinterlässt. Viele haben sogar mehr als nur eine digitale Präsenz – beispielsweise Facebook-Seite, Twitter-Account, LinkedIn-Profil, Tumblr-Blog, Instagram-Account und dergleichen mehr.

In unserer zunehmend vernetzten Welt bestehen immer engere Verflechtungen zwischen dem digitalen und dem physischen Leben eines Menschen. In der Zukunft werden der Aufbau und die Verwaltung einer digitalen Präsenz genauso alltäglich sein wie unsere Entscheidungen darüber, wie wir sprechen, uns kleiden und verhalten. In dieser vernetzten Welt und durch ihre digitale Präsenz können Menschen Informationen ausfindig machen und teilen, offen Ideen zum Ausdruck bringen, finden und gefunden werden und praktisch überall auf der Welt Beziehungen entwickeln und aufrechterhalten.

### ***Positive Effekte***

- Mehr Transparenz
- Verstärkte und schnellere Vernetzung zwischen Einzelnen und Gruppen
- Mehr Redefreiheit
- Schnellere Verbreitung/schnellerer Austausch von Informationen
- Effizientere Nutzung öffentlicher Dienste

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Mehr Identitätsdiebstahl
- Online-Mobbing/Stalking
- Gruppendenken innerhalb von Interessengruppen und verstärkte Polarisierung
- Verbreitung falscher Informationen (die Notwendigkeit zu Reputationsmanagement); Echokammern<sup>85</sup>
- Mangelnde Transparenz, wenn Einzelne nicht in Informationsalgorithmen eingeweiht sind (für Nachrichten/Informationen)

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Digitale Altlasten/Datenspuren
- Gezielte Werbung

- Gezieltere Informationen und Nachrichten
- Erstellung individueller Nutzerprofile
- Ewige Identität (keine Anonymität)
- Ungehinderte Entwicklung sozialer Online-Bewegungen (politische Gruppierungen, Interessengruppen, Hobbys, terroristische Vereinigungen)




### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Wären die drei beliebtesten Socialmedienseiten Länder, hätten sie fast eine Milliarde mehr Einwohner als China, wie Abbildung I verdeutlicht.

Abbildung I

### **Aktive Nutzer von sozialen Medien im Vergleich zur Bevölkerungszahl der größten Länder der Welt**

Top 10 nach Nutzer- und Bevölkerungszahlen (in Millionen)

1	<b>Facebook</b>		<b>1400</b>
2	China		1360
3	Indien		1240
4	<b>Twitter</b>		<b>646</b>
5	USA		318
6	Indonesien		247
7	Brasilien		202
8	Pakistan		186
9	Nigeria		173
10	<b>Instagram</b>		<b>152</b>

Quelle: <http://mccrindle.com.au/the-mccrindle-blog/social-media-and-narcissism>.

### **Umwälzung 3**

## **Die Augen als neue Schnittstelle**

**Wendepunkt:** 10 Prozent der Lesebrillen sind mit dem Internet verbunden

**2025:** 86 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Google Glass ist nur die erste von vielen Möglichkeiten, wie Brillen, optische Geräte, Headsets und Technik zur Blickbewegungsregistrierung »intelligent« werden und dafür sorgen können, dass die Augen und das Sehen mit dem Internet verbunden und zu vernetzten Geräten werden. Bei direktem Zugang zu Internet-Anwendungen und Daten über das Auge lassen sich persönliche Erfahrungen optimieren, vermitteln oder komplett erweitern, um eine andere immersive Realität zu erzeugen. Mit Technik zur Registrierung von Blickbewegungen können Geräte ferner Informationen über visuelle Schnittstellen einspeisen, und die Augen können zur Quelle von Interaktionen mit und Reaktionen auf die Informationen werden.

Wenn das Sehen zur unmittelbaren, direkten Schnittstelle wird – durch Übermittlung von Instruktionen, Visualisierung und Interaktion –, wird es Lernen, Navigation, Anleitungen und Feedback zur Produktion von Waren und Dienstleistungen, Unterhaltungserfahrungen und die Unterstützung von Menschen mit Behinderung verändern und dazu beitragen, dass Menschen intensiver an der Welt teilhaben.

### ***Positive Effekte***

- Unmittelbare Informationen für Einzelne, die daraufhin fundierte Entscheidungen zu Navigation und beruflichen/privaten Tätigkeiten treffen können
- Verbesserte Fähigkeit zur Ausführung von Aufgaben oder zur Produktion von Waren und Dienstleistungen durch visuelle Hilfen bei der Fertigung, in der Medizin/Chirurgie und bei der Erbringung von Dienstleistungen
- Befähigung von Menschen mit Behinderung, ihre Interaktionen und Bewegungen zu steuern und die Welt zu erfahren – durch Sprache, Spracheingabe und Bewegung sowie immersive Erfahrungen

### ***Negative Effekte***

- Unfallgefahr durch Ablenkung
- Traumata durch negative immersive Erfahrungen
- Verstärktes Suchtverhalten und Realitätsflucht

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Entwicklung einer neuen Sparte der Unterhaltungsindustrie
- Mehr unmittelbare Information

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Es sind bereits heute (nicht nur von Google produzierte) Brillen auf dem Markt, die:

- Ihnen ermöglichen, ein dreidimensionales Objekt nach Belieben zu manipulieren, sodass es geformt werden kann wie Ton
- alle erweiterten Echtzeit-Informationen liefern können, die Sie brauchen, wenn Sie etwas sehen – analog zur Funktion des Gehirns
- Ihnen die Speisekarte des Restaurants einblenden, an dem Sie gerade vorbeigehen
- Bilder oder Videos auf jedes Stück Papier projizieren<sup>86</sup>

## **Umwälzung 4**

### **Tragbares Internet**

**Wendepunkt:** 10 Prozent aller Menschen tragen Kleidung, die mit dem Internet verbunden ist

**2025:** 91 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Technik wird immer persönlicher. Erst standen Computer in großen Räumen, dann auf Schreibtischen, danach saßen sie auf dem Schoß. Inzwischen steckt die Technik in Handys, die Menschen in der Hosentasche tragen, und bald schon wird sie direkt in Kleidungsstücke und Accessoires integriert sein. Die Apple Watch, die 2015 auf den Markt kam, ist mit dem Internet verbunden und verfügt über viele Funktionen, die auch Smartphones besitzen. Mehr und mehr werden

Kleidungsstücke und andere tragbare Dinge Chips enthalten, über die sie und die Menschen, die sie tragen, mit dem Internet verbunden sind.

### ***Positive Effekte***

- Positive Einflüsse auf die Gesundheit, die die Lebenserwartung erhöhen
- Mehr Selbstversorgung
- Selbstgesteuerte medizinische Versorgung
- Bessere Entscheidungsprozesse
- Weniger vermisste Kinder
- Personalisierte Kleidungsstücke (Maßanfertigung, Design)

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Realitätsflucht/Sucht
- Datensicherheit

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Echtzeit-Identifizierung
- Veränderung menschlicher Interaktionen und Bindungen
- Bilderkennung und Verfügbarkeit persönlicher Daten (anonymes Netz, das Sie »yelp«)

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Die Forschungs- und Beratungsgruppe Gartner schätzt die Zahl verkaufter Smart Watches und anderer Armbänder bis 2015 auf rund 70 Millionen. Die Gesamtzahl dürfte sich innerhalb von fünf Jahren auf 514 Millionen erhöhen.<sup>87</sup>

Das Unternehmen Mimo Baby hat einen wachstumsstarken tragbaren Babymonitor entwickelt, der Informationen über die Atmung, Körperstellung, Schlafaktivität, etc. eines Babys an ein iPad oder Smartphone übermittelt. (Das hat kontroverse Diskussionen darüber ausgelöst, wo die Grenze zwischen Hilfestellung und der Lösung eines Problems zu ziehen ist, das gar keins ist. In diesem Fall behaupten die Befürworter, Babys könnten dadurch besser schlafen. Kritiker meinen dagegen, Sensoren seien kein Ersatz für elterliche Fürsorge.)<sup>88</sup> Ralph Lauren hat ein Sporttrikot entwickelt, das in Echtzeit Trainingsdaten



übermittelt, indem es Schweißproduktion, Herzschlag, Atmungsintensität und Ähnliches misst.<sup>89</sup>

## **Umwälzung 5**

### **Allgegenwart der Datenverarbeitung**

**Wendepunkt:** 90 Prozent der Bevölkerung haben regelmäßig Zugang zum Internet

**2025:** 79 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Rechenleistung wird täglich immer leichter zugänglich und hat noch nie so vielen Menschen zur Verfügung gestanden – ob über einen Computer mit Internetanschluss, ein Smartphone oder Cloud-Dienste. Heute verfügen 43 Prozent der Weltbevölkerung über einen Internetanschluss.<sup>90</sup> Allein 2014 wurden 1,2 Milliarden Smartphones verkauft.<sup>91</sup> 2015 sollen Schätzungen zufolge mehr Tablets als PCs verkauft worden sein, während auf einen verkauften Computer (insgesamt) sechs Mobiltelefone kommen.<sup>92</sup> Da sich das Internet schneller verbreitet als jeder andere Medienkanal, wird erwartet, dass in ein paar Jahren schon drei Viertel der Weltbevölkerung regelmäßig Zugang zum Netz haben. Regelmäßiger Zugang zum Internet und zu Informationen wird künftig nicht nur in Industrieländern selbstverständlich sein, sondern auch weltweit ein Grundrecht darstellen wie das Recht auf sauberes Wasser. Weil Mobilfunktechnik weniger Infrastruktur erfordert als viele andere Versorgungsbereiche (Strom, Straßen und Wasser), dürfte sie höchstwahrscheinlich viel rascher verfügbar sein. Damit hat jeder Mensch in jedem Land Zugriff auf und Interaktionsmöglichkeiten mit Informationen vom anderen Ende der Welt. Die Entwicklung und Verbreitung von Inhalten wird dann so einfach sein wie nie zuvor.

#### ***Positive Effekte***

– Mehr wirtschaftliche Teilhabe benachteiligter Bevölkerungsgruppen, die in entlegenen oder unterentwickelten Regionen leben (»letzte Meile«)

- Zugang zu Bildung, Gesundheitsversorgung und öffentlichen Diensten
- Präsenz
- Zugang zu Kompetenzen, bessere Beschäftigungsmöglichkeiten, Veränderungen von Berufsbildern
- Größere Märkte/elektronischer Geschäftsverkehr
- Mehr Informationen
- Mehr Bürgerbeteiligung
- Demokratisierung/politische Veränderungen
- »Letzte Meile«: mehr Transparenz und Teilhabe gegenüber Zunahme von Manipulation und Echokammern

### ***Negative Effekte***

- Verstärkte Manipulation und Echokammern
- Zersplitterung der politischen Landschaft
- Geschlossene Bereiche (z. B. eingeschränkte Bereiche, die nur authentifizierten Nutzern zugänglich sind) beschränken den Zugang in manchen Regionen/Ländern

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Um das Internet den nächsten vier Milliarden Nutzern zugänglich zu machen, müssen zwei Hauptprobleme gelöst werden: Es muss ein Anschluss vorhanden sein, und der muss bezahlbar sein. Das Rennen um die Versorgung der übrigen Welt mit Internetzugang läuft. Schon jetzt leben über 85 Prozent der Weltbevölkerung nur wenige Kilometer von einem Mobilfunkmast entfernt, der einen Internetanschluss ermöglichen könnte.<sup>93</sup> Mobilfunkbetreiber in aller Welt bauen den Internetzugang in hohem Tempo aus. Internet.org von Facebook, ein Projekt mit Mobilfunknetzbetreibern, hat im letzten Jahr über einer Milliarde Menschen in 17 Ländern kostenlosen Zugang zu Basisinternetdiensten verschafft.<sup>94</sup> Derzeit sind viele Initiativen im Gang, um die meisten entlegenen Regionen bezahlbar ans Internet anzuschließen: Facebooks Internet.org entwickelt Internet-Drohnen, Googles Project Loon setzt auf Ballons, und SpaceX investiert in neue kostengünstige Satellitennetze.

## **Umwälzung 6**

### **Supercomputer für die Hosentasche**

**Wendepunkt:** 90 Prozent der Bevölkerung nutzen Smartphones

**2025:** 81 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Schon 2012 stellte das Team von Google Inside Search fest, dass es »ungefähr gleich viel Rechenleistung erfordert, eine Google-Suche auszuführen, wie sie für das ganze Apollo-Programm erforderlich war – auf dem Flug und am Boden!«<sup>95</sup> Doch damit nicht genug: Smartphones und Tablets liefern heute mehr Rechenleistung als viele frühere Supercomputer, die einen ganzen Raum ausfüllten.

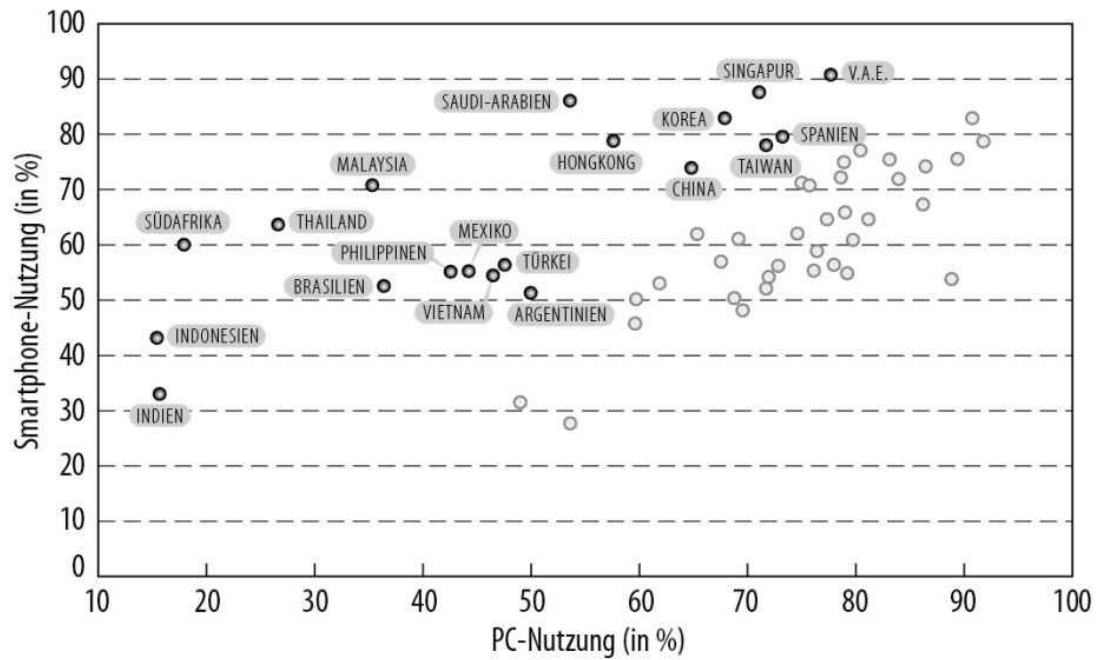
Weltweit wird für das Jahr 2019 erwartet, dass insgesamt 3,5 Milliarden Menschen einen Smartphone-Vertrag haben werden. Das entspricht einer Smartphone-Verbreitung in der Bevölkerung von 59 Prozent. Das sind mehr als die für 2017 prognostizierten 50 Prozent, was das beträchtliche Wachstum seit den 2013 verzeichneten 28 Prozent deutlich macht.<sup>96</sup> Aus Kenia meldet der führende Mobilfunkbetreiber Safaricom, dass 2014 67 Prozent aller verkauften Handys Smartphones waren. Die GSMA prognostiziert, dass es in Afrika 2020 über eine halbe Milliarde Smartphone-Nutzer geben wird.<sup>97</sup>

Der Wandel in der Gerätenutzung von traditionellen PCs zu Smartphones hat in vielen Ländern auf verschiedenen Kontinenten bereits stattgefunden (wobei Asien den Trend heute anführt). Geht die technische Entwicklung weiter dahin, dass Geräte immer kleiner und leistungstärker werden, und – noch wichtiger – sinken die Preise für Elektronik, dürfte sich die Verbreitung von Smartphones noch beschleunigen. Laut Google werden in den Ländern aus Abbildung II schon jetzt mehr Smartphones als PCs genutzt. Abbildung III zeigt, dass Länder wie Singapur, Südkorea und die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) dem Wendepunkt zu einer Smartphone-Nutzung von 90 Prozent der erwachsenen Bevölkerung am nächsten kommen (Abbildung III). Die Gesellschaft steuert auf die Einführung noch schnellerer Geräte zu, die es Nutzern ermöglichen, komplexe Aufgaben unterwegs zu erledigen. Vermutlich wird die Zahl der Geräte, die jeder nutzt, stark anwachsen – nicht nur durch die neuen Funktionen,

über die sie verfügen, sondern auch durch die Spezialisierung der Aufgaben.

Abbildung II

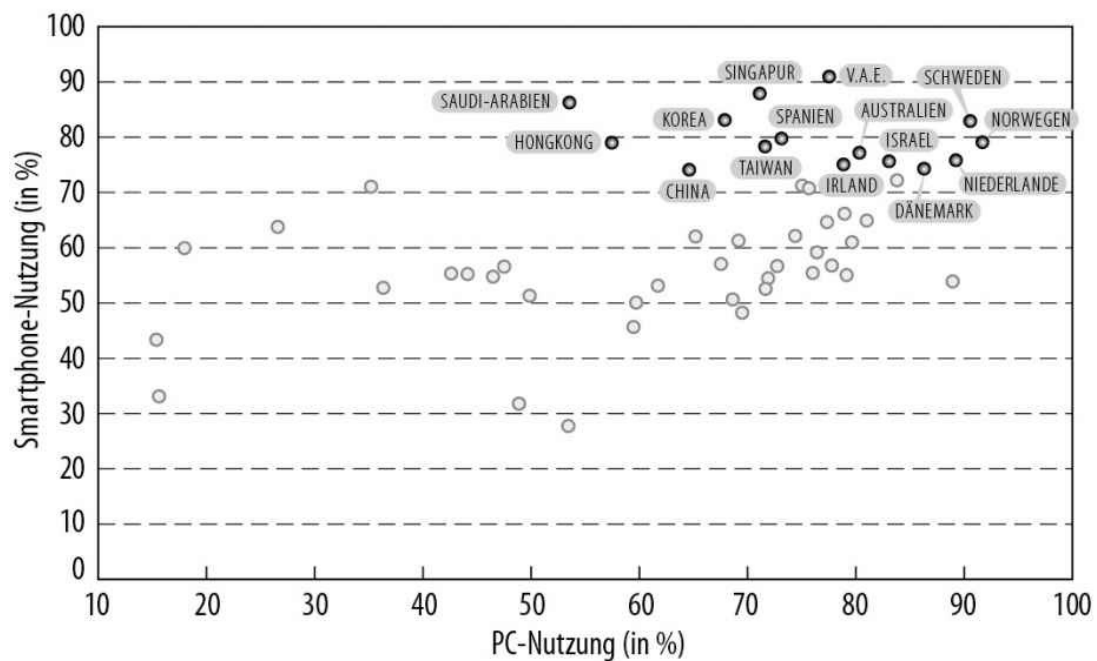
Länder, in denen mehr Smartphones als PCs genutzt werden (März 2015)



Quelle: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>

Abbildung III

Länder, in denen über 90 Prozent der erwachsenen Bevölkerung Smartphones nutzen (März 2015)



Quelle: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>

### ***Positive Effekte***

- Mehr wirtschaftliche Teilhabe benachteiligter Bevölkerungsgruppen, die in entlegenen oder unterentwickelten Regionen leben (»letzte Meile«)
- Zugang zu Bildung, Gesundheitsversorgung und öffentlichen Diensten
- Präsenz
- Zugang zu Kompetenzen, bessere Beschäftigungsmöglichkeiten, Veränderungen von Berufsbildern
- Größere Märkte/elektronischer Geschäftsverkehr
- Mehr Informationen
- Mehr Bürgerbeteiligung
- Demokratisierung/politische Veränderungen
- »Letzte Meile«: mehr Transparenz und Teilhabe gegenüber Zunahme von Manipulation und Echokammern

### ***Negative Effekte***

- Mehr Manipulation und Echokammern
- Zersplitterung der politischen Landschaft
- Geschlossene Bereiche (z. B. eingeschränkte Bereiche, die nur authentifizierten Nutzern zugänglich sind) beschränken den Zugang in manchen Regionen/Ländern

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Jeder ist rund um die Uhr online
- Mangelnde Trennung zwischen Beruf und Privatleben
- Überall und nirgends zugleich sein
- Umweltprobleme durch Fertigung

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

1985 war der Supercomputer Cray-2 der schnellste Rechner der Welt. Das im Juni 2010 herausgebrachte iPhone4 hatte genauso viel Rechenleistung. Nur fünf Jahre später bietet die Apple Watch jetzt die doppelte Geschwindigkeit des iPhone 4.<sup>98</sup> Angesichts der Einzelhandelspreise für Smartphones, die unter 50 Dollar sinken, der explodierenden Rechenleistung und der beschleunigten

Einführung in Schwellenmärkten hat bald fast jeder einen Supercomputer in der Hosentasche.<sup>99</sup>

## **Umwälzung 7**

### **Speicher für alle**

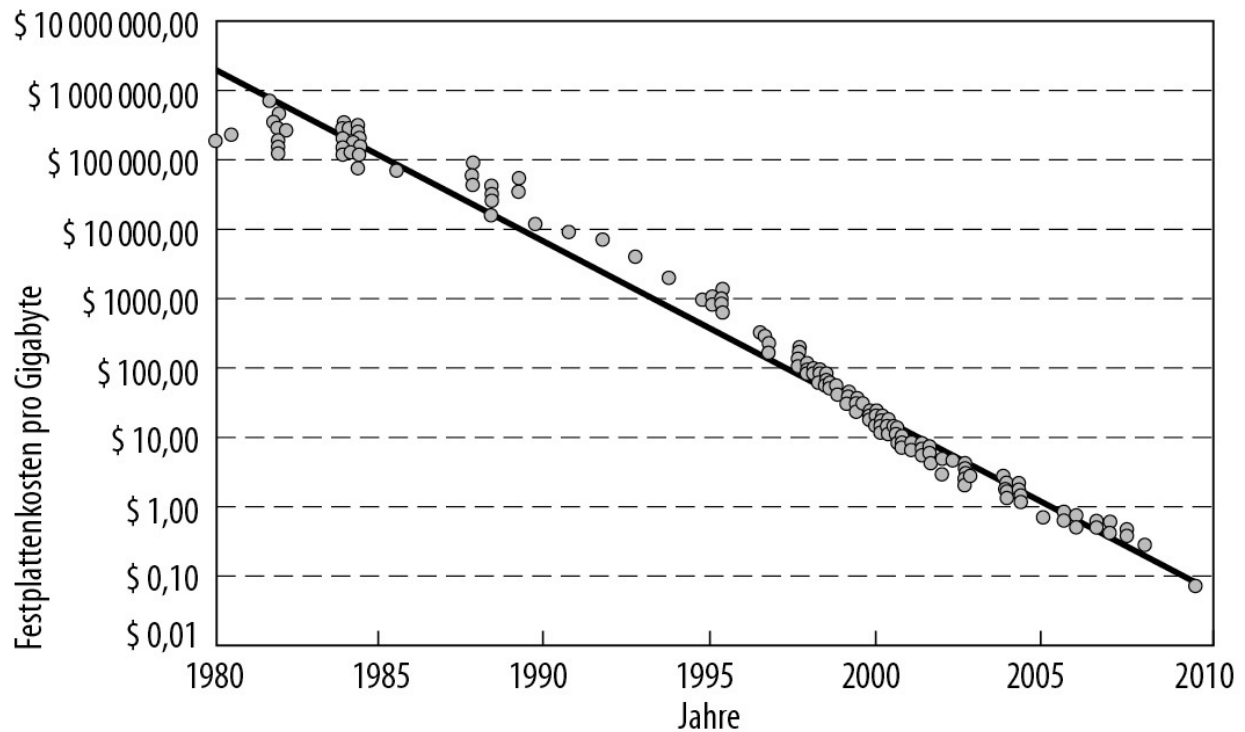
**Wendepunkt:** 90 Prozent der Bevölkerung haben unbegrenzten und kostenlosen (durch Werbung finanzierten) Speicherplatz

**2025:** 91 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Die Speicherkapazität hat sich in den letzten Jahren enorm entwickelt. Immer mehr Unternehmen bieten sie im Rahmen ihrer Leistungen ihren Kunden praktisch kostenfrei an. Nutzer produzieren immer größere Mengen an Inhalten und müssen sich nicht darum kümmern, diese wieder zu löschen, um Platz zu schaffen. Es besteht ein eindeutiger Trend hin zur Speicherkapazität als Massenware. Ein Grund dafür ist, dass der Preis für Speicherkapazität (Abbildung IV) exponentiell gefallen ist (alle fünf Jahre in etwa um Faktor zehn). Schätzungsweise 90 Prozent aller Daten weltweit wurden in den letzten zwei Jahren erzeugt, und die von Unternehmen generierte Datenmenge verdoppelt sich alle 1,2 Jahre.<sup>100</sup> Speicherplatz ist bereits eine Massenware – ein Trend, an dessen Spitze Unternehmen wie Amazon Web Services und Dropbox stehen.

Die Welt steuert auf die vollständige Kommerzialisierung von Speicherplatz zu, über den kostenlosen und unbegrenzten Zugriff für die Nutzer. Unternehmen generieren Umsätze idealerweise über Werbung oder Telemetrie.

Abbildung IV  
Festplattenkosten pro Gigabyte (1980 – 2009)



Quelle: : »A history of storage costs«, mkomo.com, 8. September 2009. <http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte>

### ***Positive Effekte***

- Rechtssysteme
- Geschichtsstipendien/Wissenschaft
- Betriebliche Effizienz
- Ausweitung der Grenzen des eigenen Gedächtnisses

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Ewiges Gedächtnis (nichts wird gelöscht)
- Entwicklung, Verbreitung und Konsum von immer mehr Inhalten

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***



Zahlreiche Unternehmen bieten bereits kostenfreien Speicherplatz in der Cloud, von zwei GB bis 50 GB.

## **Umwälzung 8**

### **Das Internet der Dinge**

**Wendepunkt:** 1 Billion Sensoren sind mit dem Internet verbunden

**2025:** 89 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Bei kontinuierlich zunehmender Rechenleistung und fallenden Preise für Hardware (die noch immer dem Mooreschen Gesetz folgen<sup>101</sup>) ist es wirtschaftlich machbar, buchstäblich alles mit dem Internet zu verbinden. Intelligente Sensoren werden bereits zu sehr konkurrenzfähigen Preisen angeboten. Es wird alles intelligent und ans Internet angeschlossen, sodass auf der Grundlage zunehmender Analysekapazität mehr Kommunikation und neue datengesteuerte Dienste möglich werden.

Eine aktuelle Studie untersucht etwa, wie Sensoren eingesetzt werden können, um die Gesundheit und das Verhalten von Tieren zu überwachen.<sup>102</sup> Sie zeigt, wie Sensoren, die mit Rindern verbunden sind und die untereinander über ein Mobilfunknetz kommunizieren, von überall her Echtzeitdaten zur Befindlichkeit der Tiere übermitteln können. Fachleute vermuten, dass in der Zukunft jedes (physische) Produkt an die allgegenwärtige Kommunikationsinfrastruktur angebunden werden kann und überall angebrachte Sensoren den Menschen gestatten, ihre Umwelt lückenlos wahrzunehmen.

#### ***Positive Effekte***

- Effizientere Ressourcennutzung
- Steigende Produktivität
- Mehr Lebensqualität
- Positive Umwelteffekte
- Geringere Kosten für Dienstleistungen
- Mehr Transparenz zur Nutzung und zum Stand von Ressourcen

- Sicherheit (z. B. Flugzeuge, Lebensmittel)
- Effizienz (Logistik)
- Höhere Nachfrage nach Speicherplatz und Bandbreite
- Umwälzung auf dem Arbeitsmarkt und bei den Kompetenzen
- Entstehung neuer Unternehmen
- Selbst komplexe Echtzeit-Anwendungen werden in Standardkommunikationsnetzen machbar
- Entwicklung »digital vernetzbarer« Produkte
- Erweiterung der Produkte um digitale Dienste
- Digitaler Zwilling liefert genaue Daten zur Überwachung, Steuerung und Prognose
- Digitaler Zwilling wird Akteur in Geschäfts-, Informations- und Sozialprozessen
- Dinge erhalten die Fähigkeit, ihre Umwelt umfassend wahrzunehmen und selbst zu reagieren und zu agieren
- Entwicklung zusätzlicher Kenntnisse und Wertschöpfung auf der Grundlage vernetzter »intelligenter« Dinge

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Weniger Arbeitsplätze für Minderqualifizierte
- Sicherheitsbedrohung durch Hacker (z. B. Versorgungsnetz)
- Mehr Komplexität, Kontrollverlust

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Umwälzung des Geschäftsmodells: Miete/Nutzung von Anlagen anstelle von Eigentum (Anwendungen als Dienstleistung)
- Einfluss des Wertes der Daten auf das Geschäftsmodell
- Jedes Unternehmen wird zum potentiellen Softwareunternehmen
- Neue Unternehmen: Verkauf von Daten
- Veränderungen des Reflexionsrahmens für Privatsphäre
- Massive Verbreitung von Infrastruktur für Informationstechnologien
- Automation des Wissensnetzes (z. B. Analysen, Auswertungen, Diagnosen)
- Folgen eines potentiellen »digitalen Pearl Harbor« (z. B. Hacker oder digitale

Terroristen, die Infrastruktur lahmlegen, was die Versorgung mit Lebensmitteln, Treibstoff und Energie auf Wochen unterbrechen könnte)  
– Höhere Auslastungsquoten (z. B. Autos, Maschinen, Werkzeuge, Geräte, Infrastruktur)

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Im Jahr 2020 sollen über 50 Milliarden Geräte ans Internet angeschlossen sein. Selbst die Milchstraße, die Galaxie der Erde, enthält nur rund 200 Milliarden Sonnen!

Der Ford GT enthält 10 Millionen Zeilen Programmiercode.<sup>103</sup> Das neue Modell des populären VW Golf enthält 54 Computerprozessoren. In dem Fahrzeug werden ganze 700 Datenpunkte verarbeitet, die pro Auto sechs Gigabyte Daten produzieren.<sup>104</sup> Bereits im letzten Jahr waren nach Angaben von BMW acht Prozent aller Fahrzeuge weltweit, also 84 Millionen, in irgendeiner Form ans Internet angeschlossen. Diese Zahl dürfte bis 2020 auf 22 Prozent oder 290 Millionen Fahrzeuge angestiegen sein.<sup>105</sup>

Die Eaton Corporation baut in bestimmte Hochdruckschläuche Sensoren ein, die merken, wenn der Schlauch kaputtgeht. So lassen sich potentiell gefährliche Unfälle und kostspielige Ausfallzeiten der Maschinen vermeiden, deren Kernkomponenten solche Schläuche sind.<sup>106</sup>

Versicherungsgesellschaften wie Aetna denken darüber nach, wie Sensoren im Teppichboden helfen können, falls Sie einen Schlaganfall erleiden. Solche Sensoren würden Veränderungen im Gang feststellen und einen Physiotherapeuten rufen.<sup>107</sup>

## **Umwälzung 9**

### **Das vernetzte Heim**

**Wendepunkt:** Über 50 Prozent des Internetverkehrs der privaten Haushalte entfallen auf Haushalts- und sonstige Geräte (nicht auf Unterhaltung oder Kommunikation)

**2025:** 70 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Im 20. Jahrhundert floss die meiste Energie in einem Haushalt in den direkten privaten Verbrauch (Beleuchtung). Nach und nach wurde immer mehr Energie nicht mehr für dieses und andere Grundbedürfnisse verwendet, sondern von komplexeren Geräten verbraucht, vom Toaster über die Spülmaschine und den Fernseher bis zur Klimaanlage.

Dieselbe Entwicklung vollzieht sich mit dem Internet: Derzeit entfällt der größte Anteil des Internetverkehrs von Haushalten auf den privaten Verbrauch, also Kommunikation und Unterhaltung. Darüber hinaus finden bereits rasend schnell Veränderungen in der Gebäudeautomation statt, die es den Menschen ermöglichen, Lampen, Jalousien, Belüftung, Klimatisierung, Audio- und Videosysteme, Alarmanlagen und Haushaltsgeräte zu steuern. Weitere Unterstützung bei vielen Dienstleistungen leisten vernetzte Roboter, zum Beispiel als Staubsauger.

### ***Positive Effekte***

- Effiziente Ressourcennutzung (geringerer Energieverbrauch, sinkende Kosten)
- Komfort
- Schutz/Sicherheit, Einbruchmeldung
- Zugangskontrolle
- Home-Sharing
- Möglichkeit, eigenständig zu leben (für junge/alte und behinderte Menschen)
- Verstärkte gezielte Werbung und allgemeine Auswirkungen auf die Wirtschaft
- Einsparungen im Gesundheitswesen (weniger Krankenhausaufenthalte und Arztbesuche für Patienten, Überwachung der Medikamenteneinnahme)
- (Echtzeit-)Überwachung und Videoaufnahmen
- Warn-, Alarm- und Notfallmeldung
- Fernsteuerung von Haustechnik (z. B. Gasventil schließen)

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Cyberangriffe, Kriminalität, Verwundbarkeit

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Auswirkung auf Arbeitskräfte

- Veränderung des Arbeitsorts (mehr von zu Hause aus und außerhalb)
- Privatsphäre, Dateneigentum

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Ein Beispiel für diese Entwicklung zur häuslichen Nutzung wird von cnet.com zitiert:

»Der Hersteller internetverbundener Thermostate und Rauchmelder Nest ... stellte [2014] das ›Work with Nest‹-Entwicklungsprogramm vor, das sicherstellt, dass Produkte verschiedener Unternehmen mit seiner Software kompatibel sind. So bedeutet eine Partnerschaft mit Mercedes Benz beispielsweise, dass Ihr Auto Nest anweisen kann, bei Ihnen zu Hause die Heizung einzuschalten, damit es warm ist, wenn Sie ankommen. ... Irgendwann werden Knotenpunkte wie die von Nest dazu beitragen, dass Ihr Heim weiß, was Sie brauchen, und alles automatisch einstellen. Solche Geräte könnten früher oder später in Ihrem Heim verschwinden und nur mehr als Sensoren und Geräte fungieren, die von einer Schaltzentrale gesteuert werden.«<sup>108</sup>

### **Umwälzung 10 Intelligente Städte**

**Wendepunkt:** Die erste Stadt mit über 50000 Einwohnern und ohne Ampeln  
**2025:** 64 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Viele Städte werden Dienste, Versorgung und Straßen ans Internet anschließen. Solche intelligenten Städte werden ihre Energie, ihre Materialflüsse, ihre Logistik und ihren Verkehr steuern. Fortschrittliche Städte wie Singapur und Barcelona setzen bereits viele neue datengesteuerte Dienste ein, einschließlich intelligenter Parksysteme, intelligenter Müllabfuhr und intelligenter Beleuchtung. Intelligente Städte bauen ihr Netz an Sensortechnik kontinuierlich aus und arbeiten an ihren Datenplattformen, die im Zentrum der Vernetzung der verschiedenen Technologieprojekte stehen und künftige Dienste auf der Grundlage von Datenanalyse und Prognosemodellen hinzufügen.

### ***Positive Effekte***

- Effizientere Ressourcennutzung
- Steigende Produktivität
- Verdichtung
- Mehr Lebensqualität
- Umwelteffekte
- Besserer Zugang zu Ressourcen für die Bevölkerung
- Niedrigere Kosten für Dienstleistungen
- Mehr Transparenz zur Nutzung und zum Stand von Ressourcen
- Weniger Kriminalität
- Mehr Mobilität
- Dezentrale(r), klimafreundliche(r) Energieerzeugung und -verbrauch
- Dezentrale Warenproduktion
- Mehr Widerstandsfähigkeit (gegen Auswirkungen des Klimawandels)
- Weniger Umweltbelastung (Luftverschmutzung, Lärm)
- Mehr Zugang zu Bildung
- Schnellere/beschleunigte Zugänglichkeit der Märkte
- Mehr Beschäftigung
- Intelligenterer elektronische Verwaltung

### ***Negative Effekte***

- Privatsphäre/Überwachungsmöglichkeiten
- Risiko des Zusammenbruchs (Totalausfalls), wenn das Energiesystem versagt
- Höhere Anfälligkeit für Cyberangriffe

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Auswirkungen auf Stadtkultur und -gefühl
- Veränderung des individuellen Habitus einer Stadt

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

In einem Aufsatz, der in dem Sammelband *The Future Internet* veröffentlicht wurde, heißt es:

»In der nordspanischen Stadt Santander verbinden 20000 Sensoren Gebäude, Infrastruktur, Verkehr, Netze und Versorgung. Die Stadt bietet einen physischen

Raum für Experimente und für die Validierung von Funktionen wie die Interaktion und das Management von Protokollen, Gerätetechnik und Supportleistungen, beispielsweise Forschung, Identitätsmanagement und Sicherheit.«<sup>109</sup>

## **Umwälzung 11**

### **Entscheidungen auf der Grundlage von Big Data**

**Wendepunkt:** Wenn der erste Staat die Volkszählung durch Big-Data-Quellen ersetzt

**2025:** 83 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Heute gibt es mehr Daten über Gemeinschaften als je zuvor. Und die Möglichkeiten, diese Daten zu analysieren und zu verwalten, werden ständig besser. Vielleicht stellen Staaten allmählich fest, dass die Art, wie sie Daten zuvor erfasst haben, nicht mehr gebraucht wird, und stellen sich auf Big-Data-Technologien um, die ihre aktuellen Programme automatisieren und neue, innovative Wege eröffnen, um Dienste für Bürger und Kunden zu erbringen.

Die Nutzung von Big Data ermöglicht künftig bessere und schnellere Entscheidungen in vielen Branchen und Anwendungen. Automatisierte Entscheidungen können Bürgern das Leben leichter machen und Unternehmen und Behörden ermöglichen, Echtzeit-Dienste und Hilfen für alles Mögliche anzubieten, ob Interaktion mit Kunden und Bürgern oder automatisierten Steuererklärungen und Zahlungen.

Die Risiken und Chancen, die die Nutzung von Big Data für Entscheidungen birgt, sind erheblich. Grundvoraussetzung ist das Vertrauen in die Daten und Algorithmen, die diesen Entscheidungen zugrunde liegen. Bedenken der Bürger im Hinblick auf Datenschutz oder die Rechenschaftspflicht in der Wirtschaft und in Rechtsstrukturen werden ein Umdenken erfordern und dazu führen, dass klare Nutzungsrichtlinien etabliert werden, die unerwünschte Folgen und das Erstellen von Nutzerprofilen verhindern. Die Nutzung von Big Data anstelle von Prozessen, die heute manuell erfolgen, macht bestimmte Tätigkeiten überflüssig,

könnte aber neue Berufe und Chancen schaffen, die es derzeit auf dem Markt nicht gibt.

### ***Positive Effekte***

- Bessere, schnellere Entscheidungen
- Mehr Entscheidungen in Echtzeit
- Offene Daten für Innovation
- Stellen für Juristen
- Weniger Komplexität und mehr Effizienz für die Bürger
- Einsparungen
- Neue berufliche Kategorien

### ***Negative Effekte***

- Arbeitsplatzverluste
- Bedenken zum Datenschutz
- Rechenschaftspflicht (wer verantwortet den Algorithmus?)
- Vertrauen (wie soll man Daten vertrauen?)
- Auseinandersetzungen um Algorithmen

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Erstellung von Nutzerprofilen
- Veränderung der aufsichtsrechtlichen, wirtschaftlichen und rechtlichen Strukturen

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Die Menge an allen Unternehmensdaten weltweit verdoppelt sich alle 1,2 Jahre.<sup>110</sup>

In einer Publikation der Business Software Alliance (BSA) heißt es über Einsatzmöglichkeiten von Big Data in der Landwirtschaft: »Landwirte von Iowa bis Indien nutzen Daten aus Saatgut, Satelliten, Sensoren und Traktoren, um fundierter zu entscheiden, was sie anbauen, wann und wie sich die Frische von Nahrungsmitteln vom Erzeuger zum Verbraucher verfolgen lässt und wie sie sich an den Klimawandel anpassen können.«<sup>111</sup>

Und auch für Städte eröffnen sich zahlreiche kreative Einsatzmöglichkeiten:



»Um Restaurantbesucher genauer über hygienisch bedenkliche Lokale zu informieren, führte San Francisco erfolgreich ein Pilotprojekt in Zusammenarbeit mit Yelp durch, bei dem die Daten aus den Überprüfungen des Gesundheitsamtes mit den Restaurantbewertungen der Website zusammengeführt wurden. Öffnen Sie jetzt beispielsweise die Seite des Restaurants Tacos El Primo, so wird eine Gesundheitsbewertung mit 98 von 100 Punkten angezeigt. Die Yelp-Bewertungen sind sehr einflussreich. Sie fungieren nicht nur als Sprachrohr der Stadt, um ihre Bürger über Gesundheitsgefahren zu informieren, sondern die Zusammenarbeit kann auch eine Möglichkeit darstellen, Restaurants, die wiederholt gegen Auflagen verstoßen, dazu zu bringen, Gesundheitsstandards künftig einzuhalten, um Peinlichkeiten zu vermeiden.«<sup>112</sup>

## **Umwälzung 12**

### **Selbstfahrende Autos**

**Wendepunkt:** Wenn auf US-amerikanischen Straßen zehn Prozent aller Autos selbstfahrend sind

**2025:** 79 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Von großen Konzernen wie Audi und Google werden bereits fahrerlose Autos getestet. Etliche andere Unternehmen verstärken ihre Bemühungen, neue Lösungen zu entwickeln. Solche Fahrzeuge können unter Umständen effizienter und sicherer sein als von Menschen gesteuerte Autos. Überdies könnten sie zur Verringerung von Staus und Emissionen beitragen und die bisherigen Verkehrs- und Logistikmodelle auf den Kopf stellen.

### ***Positive Effekte***

- Mehr Sicherheit
- Mehr Zeit für Arbeit und/oder den Konsum von Medieninhalten
- Positive Umwelteffekte
- Weniger Stress und Aggression auf der Straße

- Mehr Mobilität, unter anderem für Ältere und Menschen mit Behinderung
- Einführung von Elektroautos

### ***Negative Effekte***

- Arbeitsplatzverluste (Taxi- und Lkw-Fahrer, Autoindustrie)
- Neuordnung von Versicherungen und Hilfsdiensten («wer selbst fährt, zahlt mehr«)
- Verminderte Einnahmen aus Verstößen gegen die Verkehrsregeln
- Weniger eigene Autos
- Rechtsstrukturen für das Autofahren
- Lobbying gegen Automatisierung (keine Zulassung menschlicher Fahrer auf Autobahnen)
- Hacking/Cyberangriffe

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Im Oktober 2015 machte Tesla die im letzten Jahr in den USA verkauften Fahrzeuge mit einem Software-Update semiautonom.<sup>113</sup> Google will seine selbstfahrenden Autos bis zum Jahr 2020 für alle verfügbar machen.<sup>114</sup> Als erster US-Bundesstaat verabschiedete Nevada 2012 ein Gesetz zur Zulassung selbstfahrender (autonom) Autos.<sup>115</sup> Im Sommer 2015 bewiesen zwei Hacker, dass sie in der Lage waren, sich über das Unterhaltungssystem in ein fahrendes Fahrzeug einzuhacken und Armaturenbrettfunktionen zu übernehmen, also zu steuern, zu bremsen etc.<sup>116</sup>

## **Umwälzung 13**

### **Künstliche Intelligenz und Entscheidungsprozesse**

**Wendepunkt:** Erste KI-Maschine in der Geschäftsleitung eines Konzerns

**2025:** 45 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

KI kann nicht nur Auto fahren, sondern lernt auch aus anderen Situationen, Input zu geben und komplexe künftige Entscheidungsprozesse zu automatisieren, um

so leichter und schneller zu konkreten Schlussfolgerungen zu gelangen, die auf Daten und Erfahrungen beruhen.

### ***Positive Effekte***

- Rationale, datengesteuerte Entscheidungen; weniger Voreingenommenheit
- Kein »irrationaler Überschwang« mehr
- Neuorganisation überholter Bürokratie
- Beschäftigungszuwächse und Innovation auf dem Arbeitsmarkt
- Medizinische Fortschritte, Tilgung von Krankheiten

### ***Negative Effekte***

- Rechenschaftspflicht (wer ist verantwortlich?, treuhänderische Rechte, Rechtsfragen)
- Arbeitsplatzverluste
- Hacking/Cyberkriminalität
- Haftung und Verantwortung, politische Steuerung und Koordination
- Mangelnde Nachvollziehbarkeit
- Wachsende Ungleichheit
- »Konflikte mit dem Algorithmus«
- Existentielle Bedrohung für die Menschheit

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

ConceptNet4, ein KI-Sprachsystem, absolvierte kürzlich einen IQ-Test mit besseren Ergebnissen als die meisten Vierjährigen. Noch vor drei Jahren konnte das System kaum mit Einjährigen mithalten. Die gerade fertiggestellte Folgeversion sollte bereits mit dem Niveau von Fünf- bis Sechsjährigen konkurrieren können.<sup>117</sup>

Greift das Mooresche Gesetz auch weiterhin mit gleicher Geschwindigkeit wie in den letzten 30 Jahren, werden Prozessoren spätestens im Jahr 2025 die Leistung des menschlichen Gehirns erreichen. Der Wagniskapitalfonds Deep Knowledge Ventures aus Hongkong, der in Life Sciences, Krebsforschung, altersbedingte Erkrankungen und regenerative Medizin investiert, hat einen KI-Algorithmus namens VITAL (Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences) in seinen Verwaltungsrat berufen.<sup>118</sup>

## **Umwälzung 14**

### **KI und Arbeitsplätze von Angestellten**

**Wendepunkt:** 30 aller Buchprüfungen in Großunternehmen werden von KI ausgeführt

**2025:** 75 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Muster zuordnen und Prozesse automatisieren kann KI gut. Deshalb eignet sich die Technik für viele Funktionen in großen Organisationen. Für die Zukunft ist ein Umfeld vorstellbar, in dem KI viele Aufgaben übernimmt, die heute noch von Menschen ausgeübt werden.

Eine Studie der Oxford Martin School<sup>119</sup> untersuchte die Gefährdung von Arbeitsplätzen aufgrund von Computerisierung durch KI und Robotik und brachte ernüchternde Ergebnisse. Ihr Modell prognostiziert, dass bis zu 47 Prozent der Stellen, dies es 2010 in den USA gegeben hat, in den nächsten zehn bis 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit computerisiert werden.

#### ***Positive Effekte***

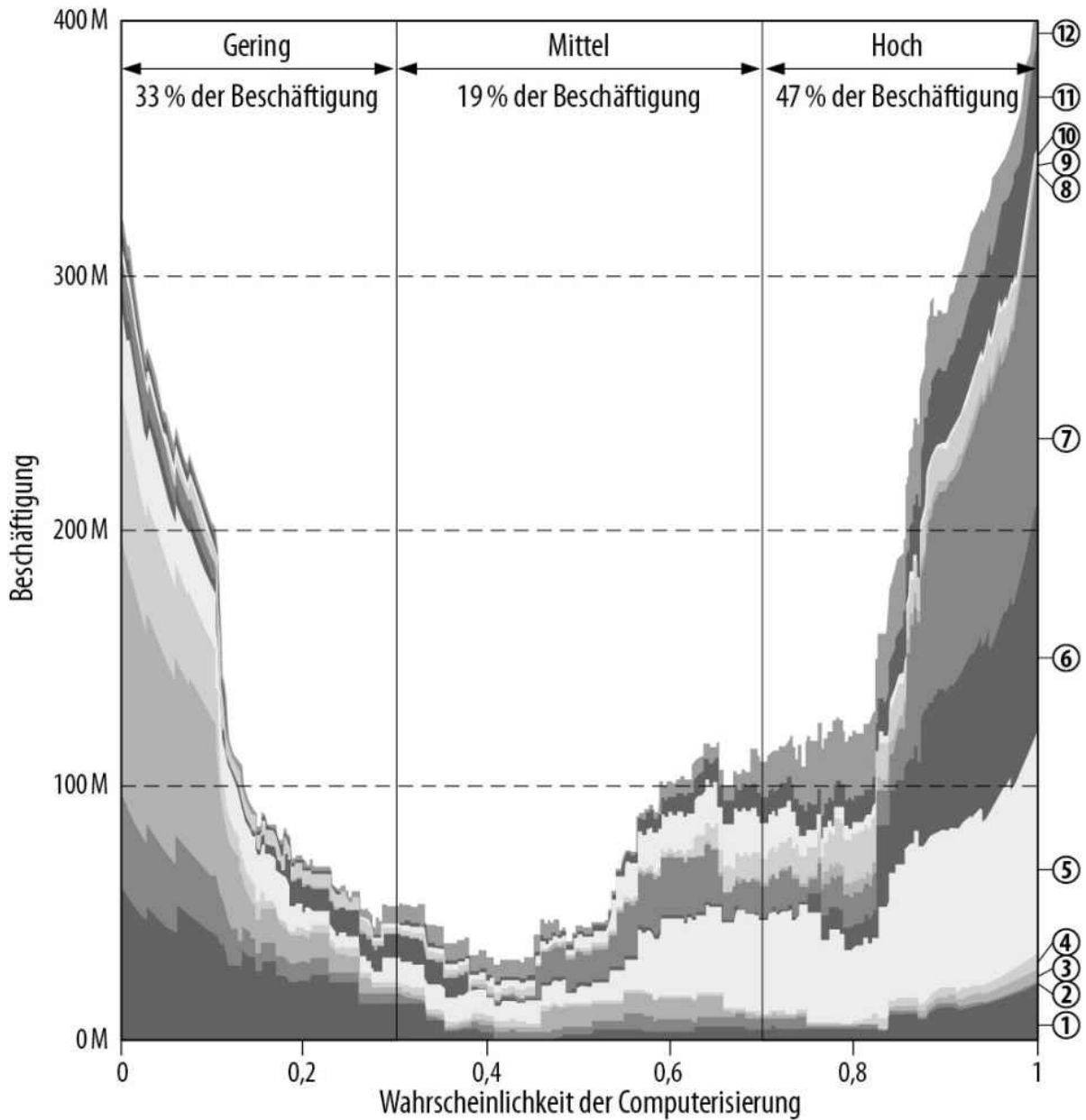
- Einsparungen
- Effizienzsteigerung
- Erschließung von Innovation, Chancen für Kleinunternehmen, Startups (niedrigere Einstiegsbarrieren, »Software as Service« für alles)

#### ***Negative Effekte***

- Arbeitsplatzverluste
- Rechenschaftspflicht und Haftung
- Veränderungen bei Rechtsrahmen, Finanzangaben, Risiken
- Automatisierung von Arbeitsplätzen (siehe Oxford- Martin-Studie)

Abbildung V

**Verteilung der US-Beschäftigung\* über die Wahrscheinlichkeit der Computerisierung  
Beschäftigung**



- |                                                      |                                               |                                          |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>1</b> Management, Betriebswirtschaft, Finanzen    | <b>6</b> Vertrieb und Verkauf                 | <b>10</b> Montage, Wartung, Reparatur    |
| <b>2</b> Informatik, Technik, Naturwissenschaft      | <b>7</b> Büro und Verwaltung                  | <b>11</b> Fertigung                      |
| <b>3</b> Bildung, Recht, Sozialarbeit, Kunst, Medien | <b>8</b> Land- und Forstwirtschaft, Fischerei | <b>12</b> Transport und Materialbewegung |
| <b>4</b> Medizinische Leistungen und Technik         | <b>9</b> Bau und Bergbau                      |                                          |
| <b>5</b> Dienstleistungen                            |                                               |                                          |

\*Verteilung auf der Grundlage der Beschäftigungsstruktur von 2010.

Quelle: Frey, C.B. und M.A. Osborne, «The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?», 17. September 2013

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Zu den Fortschritten in der Automatisierung heißt es in einem *Fortune*-Artikel:

»Watson von IBM, bekannt für seine herausragenden Leistungen in der Fernseh-Spielshow Jeopardy!, hat bereits bewiesen, dass er Lungenkrebs deutlich exakter diagnostizieren kann als Menschen – in manchen Tests mit 90 Prozent gegenüber 50 Prozent. Das liegt an den Daten. Wollten sich Ärzte über veröffentlichte medizinische Daten auf dem Laufenden halten, bräuchten sie dafür 160 Stunden Zeit pro Woche. Sie können daher die Fülle neuer Erkenntnisse oder auch klinischer Nachweise gar nicht prüfen, die bei einer Diagnose den nötigen Vorsprung vermitteln. Chirurgen setzen bei minimalinvasiven Eingriffen bereits automatisierte Systeme ein.«<sup>120</sup>

### **Umwälzung 15 Robotik und Dienstleistungen**

**Wendepunkt:** der erste Apotheker-Roboter in den USA

**2025:** 86 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Die Robotik beeinflusst allmählich viele Berufe, ob Fertigung, Landwirtschaft, Einzelhandel oder Dienstleistungen. Nach Angaben der International Federation of Robotics gibt es auf der Welt inzwischen 1,1 Millionen Arbeitsroboter. Bei der Autoherstellung übernehmen Maschinen 80 Prozent der Arbeiten.<sup>121</sup> Roboter rationalisieren Lieferketten, um effizientere, vorhersagbarere Unternehmensergebnisse zu erzielen.

#### ***Positive Effekte***

- Liefer- und Logistikkette, Eliminationen
- Mehr Freizeit
- Positive Auswirkungen auf die Gesundheit (Big Data zur Förderung von Forschung und Entwicklung im Pharmabereich)
- Banken mit Geldautomaten als Vorreiter

- Besserer Zugang zu Werkstoffen
- Rückholung der Produktion (d. h. Ersatz ausländischer Arbeiter durch Roboter)

### ***Negative Effekte***

- Arbeitsplatzverluste
- Haftung, Rechenschaftspflicht
- Tägliche Sozialnormen, künftig kein Achtstundentag mehr, sondern Rund-um-die-Uhr-Dienste
- Hacking und Cyberrisiken

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

In einem Artikel aus *The Fiscal Times* auf CNBC.com heißt es: »Rethink Robotics brachte [im Herbst 2012] Baxter heraus und erlebte eine überwältigende Reaktion des produzierenden Gewerbes. Bis Ende April war die gesamte Produktionskapazität ausverkauft. [...] [Im April] lanciert[e] Rethink eine Software-Plattform, die es Baxter [ermöglicht], eine komplexere Abfolge von Aufgaben zu übernehmen – etwa ein Teil zu ergreifen, es vor eine Inspektionsstation zu halten und auf ein Signal hin auf den ›guten‹ oder den ›schlechten‹ Stapel zu legen. Das Unternehmen [veröffentlichte] auch ein Softwareentwicklungs-Kit, ... das es Dritten – wie Robotikforschern an Universitäten – erlaubt, Anwendungen für Baxter zu entwickeln.«<sup>122</sup>

## **Umwälzung 16**

### **Bitcoin und die Blockchain**

**Wendepunkt:** Zehn Prozent der Weltwirtschaftsleistung sind auf der Blockchain-Technologie gespeichert

**2025:** 58 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Bitcoin und andere digitale Währungen basieren auf der Idee einer gemeinsamen Vertrauensgrundlage – einem Mechanismus namens »Blockchain«, der es

ermöglicht, über vertrauenswürdige Transaktionen in verteilter Form Buch zu führen. Derzeit beträgt der Gesamtwert von Bitcoin in der Blockchain rund 20 Milliarden US-Dollar, bei einer Weltwirtschaftsleistung von rund 80 Billionen US-Dollar also etwa 0,025 Prozent.

### ***Positive Effekte***

- Größere finanzielle Inklusion in Schwellenländern, wenn die Finanzdienstleistungen auf der Blockchain eine kritische Masse erreichen
- Wegfall zwischengeschalteter Finanzinstitute, da neue Dienstleistungen und Wertbörsen direkt auf der Blockchain entstehen
- Explosive Zunahme handelbarer Vermögenswerte, da auf der Blockchain alle möglichen Arten des Wertaustauschs stattfinden können
- Bessere Eigentumsregister in Schwellenländern und die Möglichkeit, einfach alles zu einem handelbaren Vermögenswert zu machen
- Verstärkte Bindung von Verträgen und Rechtsdienstleistungen an mit der Blockchain verbundenen Code, einzusetzen als unangreifbares Rechtsgeschäft oder für programmgesteuerte intelligente Verträge
- Mehr Transparenz, da die Blockchain im Grunde ein globales Hauptbuch darstellt, in dem alle Transaktionen gespeichert werden

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Smartcontracts.com bietet durch Software steuerbare Verträge, die Auszahlungen zwischen zwei Parteien vornehmen, sobald bestimmte Kriterien erfüllt sind – ohne Mittelsmann. Solche Verträge werden auf der Blockchain als »selbstaushührender Vertragsstatus« gesichert, was das Risiko ausschaltet, davon abhängig zu sein, dass andere ihren Verpflichtungen nachkommen.

## **Umwälzung 17**

### **Die Sharing-Economy**

**Wendepunkt:** Weltweit finden mehr Fahrten über Carsharing als in Privatautos statt

**2025:** 67 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis



dahin erfolgt ist

Dieses Phänomen wird gemeinhin als die übliche durch moderne Technik ermöglichte Fähigkeit von (natürlichen wie juristischen) Personen betrachtet, auf einem Niveau, das zuvor lange nicht so effizient oder vielleicht auch gar nicht möglich war, physische Güter/Vermögenswerte gemeinsam zu nutzen oder Dienstleistungen gemeinsam in Anspruch zu nehmen/zu erbringen. Dieses Teilen von Gütern oder Leistungen wird auf breiter Front möglich durch Online-Börsen, mobile Apps beziehungsweise Ortungsdienste oder sonstige Plattformen, die der technischen Entwicklung zu verdanken sind. Sie haben die Transaktionskosten und Reibungsverluste im System bis zu dem Punkt reduziert, an dem alle Beteiligten einen wirtschaftlichen Gewinn verbuchen, der sich allerdings in viel kleinere Einheiten aufteilt.

Bekanntere Beispiele für diese Wirtschaft des Teilens gibt es im Verkehrssektor. Das Unternehmen Zipcar etwa ermöglicht es Menschen, Fahrzeuge über kürzere Zeiträume gemeinschaftlich zu nutzen – zu günstigeren Preisen als traditionelle Autovermietungen. RelayRides bietet eine Plattform, über die man für einen bestimmten Zeitraum Privatfahrzeuge ausfindig machen und sich ausleihen kann. Uber und Lyft erbringen weit effizientere »taxiähnliche« Dienste durch Einzelne, die über einen gemeinschaftlichen Service angeboten und durch Ortungsdienste sehr kurzfristig ermöglicht werden. Der Zugang erfolgt über mobile Apps.

Die Sharing-Economy hat ganz verschiedene Komponenten, Merkmale oder Deskriptoren: technische Entwicklungen, Vorrang von Zugriff vor Eigentum, das Teilen unter Privatpersonen, das Teilen persönlicher Vermögenswerte (im Gegensatz zu Unternehmensvermögen), leichter Zugang, mehr soziale Interaktionen, kooperativer Konsum und offen mitgeteiltes Feedback der Nutzer (das zu wachsendem Vertrauen führt). Nicht alle diese Aspekte kommen bei jeder Transaktion in der »Sharing Economy« zum Tragen.

### ***Positive Effekte***

- Besserer Zugang zu Werkzeugen und anderen nützlichen physischen Ressourcen
- Umweltschutz (weniger Produktion, geringerer Bedarf an Anlagen)

- Mehr verfügbare private Dienstleistungen
- Mehr Möglichkeiten, Kapital zum Leben zu verwenden (da weniger angespart werden muss, um sich die Nutzung von Vermögenswerten leisten zu können)
- Bessere Auslastung von Vermögenswerten
- Weniger Gelegenheit zu langfristigem Vertrauensmissbrauch durch direkte und öffentliche Rückkopplungsschleifen
- Entstehung einer Sekundärwirtschaft (Uber-Fahrer, die Waren oder Lebensmittel ausliefern)

### ***Negative Effekte***

- Weniger Sicherheit bei Arbeitsplatzverlust (aufgrund geringerer Ersparnisse)
- Mehr auftrags-/projektbasierte Arbeit (anstelle der regulären stabileren langfristigen Anstellungen)
- Verminderte Fähigkeit, diese potentielle Schattenwirtschaft zu bewerten
- Mehr Gelegenheiten zu kurzfristigem Vertrauensmissbrauch
- Weniger Investitionskapital im System

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Veränderungen bei Vermögen und Eigentum an Vermögenswerten
- Mehr Abonnementmodelle
- Weniger Ersparnisse
- Unklare Definition von »Wohlstand« oder »wohlhabend«
- Unklare Definition eines »Arbeitsplatzes«
- Schwierigkeiten bei der Bewertung dieser potentiellen »Schattenwirtschaft«
- Umstellung der Besteuerung und Regulierung von eigentums-/umsatzbasierten Modellen auf nutzungs-basierte Modelle

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Dieser Entwicklung liegt ein ganz bestimmter Eigentumsbegriff zugrunde, der aus den folgenden Fragen hervorgeht:

- Der größte Einzelhändler ohne ein einziges Ladengeschäft? (Amazon)
- Der größte Anbieter von Übernachtungsmöglichkeiten ohne ein einziges Hotel? (Airbnb)
- Der größte Beförderer ohne ein einziges eigenes Fahrzeug? (Uber)

## **Umwälzung 18**

### **Staaten und die Blockchain**

**Wendepunkt:** Erstmalige Erhebung von Steuern durch einen Staat über eine Blockchain

**2025:** 73 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Die Blockchain bietet Chancen und Herausforderungen für Länder. Einerseits ist sie unreguliert und untersteht nicht der Aufsicht durch eine Zentralbank, was weniger Einfluss auf die Geldpolitik bedeutet. Andererseits ermöglicht sie ganz neue Besteuerungsmechanismen, die in die Blockchain eingebaut werden können (z. B. die Besteuerung von Kleingeschäften).

#### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Zentralbanken und Geldpolitik
- Korruption
- Echtzeit-Besteuerung
- Rolle des Staates

#### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

2015 wurde mit BitNation der erste virtuelle Staat geschaffen, der die Blockchain als grundlegende Identifizierungstechnologie für die Ausweise seiner Bürger nutzte. Gleichzeitig führte Estland als erster realer Staat die Blockchain-Technologie ein.<sup>[123](#)</sup>

## **Umwälzung 19**

### **3D-Druck und -Fertigung**

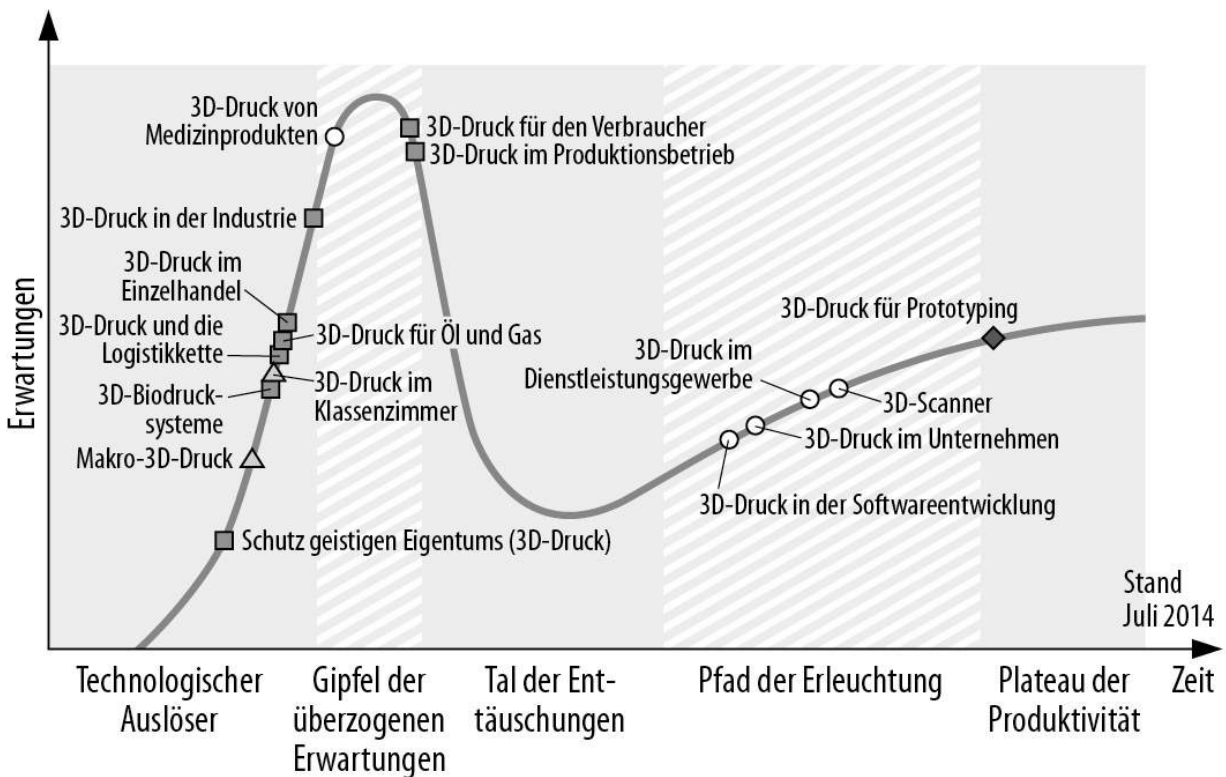
**Wendepunkt:** Das erste 3D-gedruckte Auto in Produktion

**2025:** 84 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

3D-Druck oder additive Fertigung ist ein Prozess zur Herstellung eines physischen Objekts durch das Aufbringen einzelner Schichten nach Vorlage einer digitalen 3D-Zeichnung oder eines Modells. Stellen Sie sich vor, Scheibe um Scheibe entstünde ein Laib Brot. 3D-Druck birgt das Potential zur Herstellung ausgesprochen komplexer Produkte ohne komplexe Ausrüstung.<sup>124</sup> Irgendwann werden im 3D-Drucker viele verschiedene Materialien eingesetzt, wie Kunststoff, Aluminium, Edelstahl, Keramik oder auch modernste Legierungen. Dann können solche Drucker übernehmen, wozu zuvor ganze Fabriken benötigt wurden. Die Technik wird bereits für eine ganze Reihe von Anwendungen eingesetzt, von Windkraftanlagen bis hin zu Spielzeug.

Mit der Zeit wird der 3D-Druck Hindernisse von Geschwindigkeit, Kosten und Größe überwinden und sich auf breiterer Front durchsetzen. Gartner hat ein »Hype-Zyklus«-Diagramm (Abbildung VI) entwickelt, aus dem sich die verschiedenen Stadien der unterschiedlichen 3D-Druck-Kapazitäten und ihre Markteffekte herauslesen lassen und das die meisten geschäftlichen Nutzungsmöglichkeiten der Technologie mit dem Betreten des »Pfads der Erleuchtung« skizziert.<sup>125</sup>

## Abbildung VI Hype-Zyklus für 3D-Druck



### Das Plateau wird erreicht in :

◆ Unter 2 Jahren    ○ 2 bis 5 Jahren    ■ 5 bis 10 Jahren    △ mehr als 10 Jahren

Quelle: Gartner (July 2014)

### **Positive Effekte**

- Beschleunigte Produktentwicklung
- Einsparungen im Zyklus von der Planung zur Produktion
- Leichte Herstellung komplexer Teile (zuvor nicht möglich oder schwierig)
- Steigende Nachfrage nach Produktdesignern
- Bildungseinrichtungen verwenden 3D-Druck, um Lern- und Verständnisprozesse zu beschleunigen
- Demokratisierte Entwicklungs-/Produktionskraft (beides nur durch das Design begrenzt)
- Traditionelle Massenproduktion reagiert auf die Herausforderung durch neue Wege zur Reduzierung der Kosten und der Mindestauflagen
- Zunahme von Open-Source-»Plänen« zum Druck eines Spektrums von

Objekten

- Geburt einer neuen Industrie – der Zulieferung von Druckmaterialien
- Zunehmende unternehmerische Chancen in dem Bereich<sup>126</sup>
- Positive Umwelteffekte durch verringerten Transportbedarf

### ***Negative Effekte***

- Zunehmender Abfall zur Entsorgung und weitere Umweltbelastungen
- Die Produktion anisotroper Teile (d. h. von Teilen, die sich richtungsabhängig verhalten) im Schichtverfahren, was ihre Funktionalität einschränken könnte
- Arbeitsplatzverluste in einer Branche im Umbruch
- Primat des geistigen Eigentums als Werttreiber in der Produktivität
- Produktpiraterie
- Marken- und Produktqualität

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Das Potential, dass jede Innovation sofort kopiert werden kann

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Ein Beispiel für 3D-Druck in der Produktion wurde unlängst von *Fortune* aufgegriffen:

»Das Triebwerk Leap von General Electric ist nicht nur ein Verkaufsschlager des Unternehmens, sondern enthält auch eine Kraftstoffdüse, die komplett durch additive Fertigung erzeugt wird. Dieses gemeinhin als 3D-Druck bekannte Verfahren beinhaltet die Aufbringung von Material in Schichten (in diesem Fall einer Metallegierung) nach genauen digitalen Plänen. GE schließt gerade die Testphase der neuen Leap-Triebwerke ab, doch die Vorzüge der additiven Fertigung sind bereits an anderen Modellen nachweisbar.«<sup>127</sup>

## **Umwälzung 20**

### **3D-Druck und die menschliche Gesundheit**

**Wendepunkt:** erste Transplantation einer 3D-gedruckten Leber

**2025:** 76 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis

dahin erfolgt ist

Eines Tages erzeugen 3D-Drucker vielleicht nicht mehr nur Dinge, sondern sogar menschliche Organe – ein Verfahren, das »Bioprinting« genannt wird. Ganz ähnlich wie bei gedruckten Objekten werden dann menschliche Organe Schicht um Schicht nach einem digitalen 3D-Modell aufgebaut.<sup>128</sup>

Die zum Drucken eines Organs eingesetzten Werkstoffe wären natürlich andere als etwa zum Drucken eines Fahrrads. Experimente können mit Materialien durchgeführt werden, die sich dafür eignen – etwa Titanpulver zur Herstellung von Knochen. 3D-Druck bietet enormes Potential zur Befriedigung individueller kundenspezifischer Bedürfnisse. Und nichts ist so individuell wie der menschliche Körper.

### ***Positive Effekte***

- Verringert den Mangel an Spenderorganen (allein in den USA sterben im Schnitt täglich 22 Menschen, weil sie auf eine Transplantation warten, die nicht stattfinden kann, da es keine Spender gibt)<sup>129</sup>
- Druck von Prothesen: Ersatz für Gliedmaßen/Körperteile
- Krankenhäuser können für jeden Chirurgiepatienten Material drucken (wie Schienen, Schalen, Implantate, Schrauben)
- Personalisierte Medizin: 3D-Druck nimmt dort am schnellsten zu, wo jeder Kunde leicht abgewandelte Versionen eines Teils benötigt (z. B. Zahnkronen)
- Druck von Komponenten für Medizinprodukte, die schwer oder teuer zu beschaffen sind, wie Wandler<sup>130</sup>
- Druck von Zahnimplantaten, Schrittmachern, Stiften bei Knochenbrüchen etc. in Krankenhäusern vor Ort, die man nicht mehr importieren muss, wodurch die Operationskosten sinken
- Grundlegende Veränderungen bei Drogentests, die direkt an menschlichen Organen erfolgen können, sobald vollständig gedruckte Organe verfügbar sind
- Druck von Nahrungsmitteln zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit

### ***Negative Effekte***

- Unkontrollierte und unregulierte Produktion von Körperteilen, Medizinprodukten oder Nahrungsmitteln

- Zunahme von Abfallstoffen und zusätzliche Umweltbelastung
- Maßgebliche ethische Diskussion im Zusammenhang mit dem Druck von Körperteilen und Körpern: Wer kontrolliert die Fähigkeit, sie zu produzieren? Wer stellt die Qualität der resultierenden Organe sicher?
- Pervertierte Negativanreize für die Gesundheit: Wenn alles ersetzbar ist, wieso sollte man dann gesund leben?
- Auswirkungen des Drucks von Nahrungsmitteln auf die Landwirtschaft

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Popular Science berichtete über den ersten Einsatz eines 3D-gedruckten Wirbelimplantats:

»Ärzte am Third Hospital der Peking University implantierten [2014] einem jungen Patienten erfolgreich den ersten 3D-gedruckten Wirbelsäulenabschnitt aller Zeiten, um einen krebsbefallenen Halswirbel zu ersetzen. Der Ersatzwirbel wurde nach dem vorhandenen Wirbel des Jungen modelliert, was die Integration erleichterte.«<sup>131</sup>

## **Umwälzung 21**

### **3D-Druck und Konsumprodukte**

**Wendepunkt:** Fünf Prozent aller Konsumprodukte kommen aus dem 3D-Drucker

**2025:** 81 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass der Wendepunkt bis dahin erfolgt ist

Weil 3D-Druck jedem möglich ist, der einen 3D-Drucker besitzt, eröffnet diese Technologie die Möglichkeit, gängige Konsumprodukte vor Ort und nach Bedarf zu produzieren, statt sie im Laden zu kaufen. Ein 3D-Drucker wird irgendwann in jedem Büro oder gar Haushalt stehen. Das senkt die Kosten des Zugangs zu Konsumgütern weiter und steigert die Verfügbarkeit 3D-gedruckter Objekte.

Die bisherigen Einsatzmöglichkeiten von 3D-Druckern (Abbildung VII) lassen auf mehrere Bereiche schließen, die mit der Entwicklung und Herstellung von Konsumprodukten in Zusammenhang stehen (Wirksamkeitsnachweis,



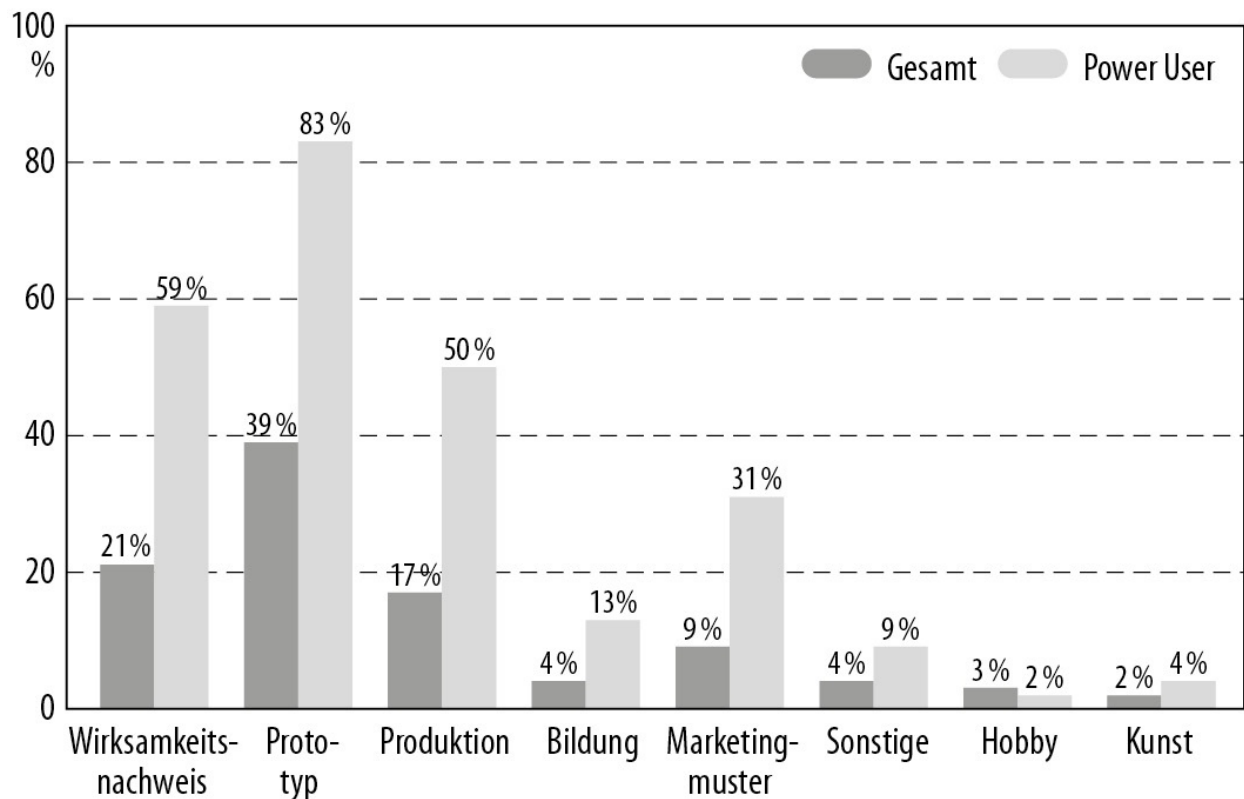
Prototyping und Produktion).

### ***Positive Effekte***

- Mehr personalisierte Produkte und Privatproduktion
- Entwicklung und lukrativer Absatz von Nischenprodukten
- Schnellstes Wachstum des 3D-Drucks in Bereichen, in denen jeder Kunde leicht abweichende Anforderungen an ein Produkt hat – wenn z. B. eine besondere Fußform einen Schuh in einer Spezialgröße erfordert
- Geringere Logistikkosten mit dem Potential enormer Energieeinsparung<sup>132</sup>
- Beitrag zu einer Fülle lokaler Aktivitäten. Entwicklung eigener Güter, die vom Wegfall der Logistikkosten profitieren (Kreislaufwirtschaft)

Abbildung VII

### **Einsatz von 3D-Druck in verschiedenen Bereichen (% der Befragten\*)**



\*Prozentwerte zu den Befragten aus der Sculpteo-Umfrage

Quelle: Sculpteo, The State of 3D Printing (Umfrage unter 1000 Personen), wie veröffentlicht in: Jessica Hedstrom, »The State of 3D Printing«, 23. Mai 2015. <http://jesshedstrom.quora.com/The-State-of-3D-Printing>.

### ***Negative Effekte***

- Globale und regionale Liefer- und Logistikkette: geringere Nachfrage führt zu Arbeitsplatzverlusten
- Waffenkontrolle: eröffnet Chancen zum Ausdruck von Gegenständen mit hohem Missbrauchsrisiko wie Schusswaffen
- Zunahme von Abfallstoffen und zusätzliche Umweltbelastung
- Größere Disruption bei Produktionskontrollen, Verbraucherschutzvorschriften, Handelsbarrieren, Patenten, Besteuerung und anderen staatlichen Einschränkungen und Probleme bei der Anpassung

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

2014 wurden weltweit fast 133000 3D-Drucker ausgeliefert – 68 Prozent mehr als 2013. Diese Drucker, die unter 10000 US-Dollar kosten, sind daher mehrheitlich geeignet für Anwendungen von Nutzern, die von Laboratorien und Schulen bis zu kleinen Produktionsbetrieben reichen. Infolgedessen ist die 3D-Werkstoff- und -Dienstleistungsbranche stark gewachsen – auf 3,3 Milliarden US-Dollar.<sup>133</sup>

## **Umwälzung 22 Designer-Organismen**

**Wendepunkt:** Geburt des ersten Menschen, dessen Genom direkt und gezielt überarbeitet wurde<sup>134</sup>

Seit der Jahrhundertwende sind die Kosten der Sequenzierung eines gesamten menschlichen Genoms um fast sechs Größenordnungen zurückgegangen. Das Humangenomprojekt gab im Jahr 2003 2,7 Milliarden US-Dollar aus, um das erste komplette Genom zu sequenzieren. 2009 lagen die Kosten pro Genom schon bei nur mehr 100000 US-Dollar, während es Forschern heute möglich ist, ein menschliches Genom in einem Speziallabor für nur 1000 US-Dollar sequenzieren zu lassen.

Ein ähnlicher Trend hat unlängst bei der Genomeditierung eingesetzt – mit der Entwicklung der CRISPR/Cas9-Methode, die sich aufgrund ihrer im

Vergleich zu älteren Ansätzen höheren Effektivität und Effizienz und der niedrigeren Kosten rasch durchsetzt.

Die echte Revolution besteht daher nicht in der plötzlichen Errungenschaft engagierter Wissenschaftler, die Gene von Pflanzen und Tieren zu editieren, sondern vielmehr in der Leichtigkeit, mit der die neuen Sequenzierungs- und Editierungstechnologien zu nutzen sind, was die Zahl der Forscher enorm erhöht, die in der Lage sind, Experimente durchzuführen.

### ***Positive Effekte***

- Steigerung des landwirtschaftlichen Ertrags aufgrund von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und Behandlungsmöglichkeiten, die robuster, effektiver und produktiver sind
- Wirksamere medizinische Therapien durch personalisierte Medizin
- Schnellere, genauere, weniger invasive medizinische Diagnostik
- Mehr Einblick in die Auswirkungen des Menschen auf die Natur
- Weniger genetisch bedingte Erkrankungen und damit einhergehendes Leid

### ***Negative Effekte***

- Gefahr der Interaktion zwischen editierten Pflanzen/Tieren, menschlicher Gesundheit und Umwelt
- Mehr Ungleichheit aufgrund der höheren Zugangskosten zu Therapien
- Soziale Gegenreaktionen oder Ablehnung der Genomeditierungstechnologien
- Missbrauch genetischer Daten durch Staaten oder Unternehmen
- Internationale Uneinigkeit über die ethische Nutzung von Technologien zur Genomeditierung

### ***Unbekannte oder zweiseitige Effekte***

- Längere Lebenserwartung
- Ethische Dilemmata bezüglich der menschlichen Natur
- Grundlegender Kulturwandel

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***

Im März 2015 veröffentlichten führende Wissenschaftler in der Fachzeitschrift *Nature* einen Artikel, der zu einem Moratorium für die Genomeditierung

menschlicher Embryonen aufruft und »schwerwiegende Bedenken bezüglich der ethischen und sicherheitsbezogenen Auswirkungen dieser Forschung« anmeldet. Nur einen Monat später, im April 2015, »veröffentlichten Forscher unter Leitung von Junjiu Hang von der Yat-sen University in Guangzhou die erste wissenschaftliche Abhandlung der Welt zur Veränderung der DNS menschlicher Embryonen.«<sup>135</sup>

## **Umwälzung 23**

### **Neurotechnologien**

**Wendepunkt:** Der erste Mensch, dem ein komplett künstliches Gedächtnis ins Gehirn eingepflanzt wurde<sup>136</sup>

Es gibt keinen privaten oder beruflichen Lebensbereich, der nicht davon profitiert, wenn wir besser verstehen, wie unser Gehirn funktioniert – auf persönlicher und kollektiver Ebene. Das wird hervorgehoben durch die Tatsache, dass – in den letzten Jahren – zwei der finanzkräftigsten Forschungsprogramme der Welt die Neurowissenschaft betreffen: das Human Brain Project (ein Projekt, das mit einer Milliarde Euro über zehn Jahre lang von der Europäischen Kommission finanziert wird) und die BRAIN-Initiative (*Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies*) des US-amerikanischen Präsidenten Barack Obama. Diese Programme fokussieren sich zwar primär auf wissenschaftliche und medizinische Forschung, doch wir erleben auch rasches Wachstum (und verstärkten Einfluss) von Neurotechnologien in nicht-medizinischen Lebensbereichen.

Zur Neurotechnologie gehört die Überwachung der Hirntätigkeit und die Untersuchung, wie sich das Gehirn mit der Welt verändert und/oder welche Schnittstellen es gibt. So boten etwa die Tragbarkeit und Bezahlbarkeit von Neuro-Headsets (die schon jetzt weniger kosten als eine Spielekonsole) 2015 nie dagewesene Möglichkeiten – und sind damit vermutlich nicht nur Kennzeichen einer Neuro-Revolution, sondern auch einer gesellschaftlichen Umwälzung.<sup>137</sup>

### ***Positive Effekte***

- Menschen mit Behinderung können Prothesen oder Rollstühle inzwischen »mit Gedanken« steuern
- Neurofeedback – die Möglichkeit, Hirnaktivität in Echtzeit zu überwachen – bietet zahllose Möglichkeiten zur Suchtbekämpfung, zur Regulierung des Essverhaltens und zur Leistungssteigerung, ob beim Sport oder im Klassenzimmer
- Dass wir in der Lage sind, große Mengen von Daten, die mit der Hirntätigkeit in Zusammenhang stehen, zu erfassen, zu verarbeiten, zu speichern und zu vergleichen, ermöglicht uns bessere Diagnosen und effizientere Behandlungen von Erkrankungen des Gehirns und Problemen, die durch Geisteskrankheiten entstehen
- Aus juristischer Sicht können Fälle künftig individueller behandelt und Fragen der Zurechnungsfähigkeit in Kriminalsachen anders angegangen werden als so pauschal wie bisher.
- Die nächste Computergeneration, die auf neurowissenschaftlicher Grundlage entwickelt wird, kann möglicherweise logisch denken, prognostizieren und reagieren wie der menschliche Kortex (ein Bereich des Gehirns, in dem nach bisherigem Kenntnisstand die Intelligenz angesiedelt ist).

### ***Negative Effekte***

- Hirnbasierte Diskriminierung: Ein Mensch ist mehr als sein Gehirn. Es besteht daher das Risiko, dass Entscheidungen in Bereichen, die von Recht bis zu Personalwesen, Konsumverhalten oder Bildung reichen, kontextunabhängig getroffen werden.<sup>138</sup>
- Angst, dass Gedanken/Träume/Wünsche entschlüsselt werden und dass es keine Privatsphäre mehr geben könnte
- Angst vor dem langsamen, aber sicheren Verschwinden der Kreativität oder der Menschlichkeit, wenn überschätzt wird, was die Neurowissenschaft wirklich kann
- Verschwimmen der Grenzen zwischen Mensch und Maschine

### ***Unbekannte oder zweischneidige Effekte***

- Kulturwandel
- Entkörperlichung der Kommunikation

- Leistungssteigerung
- Erweiterung der kognitiven Fähigkeiten der Menschen wird neue Verhaltensweisen auslösen

### ***Praktische Anwendungsbeispiele***<sup>139</sup>

Kortikale Computeralgorithmen waren bereits in der Lage, moderne CAPTCHAs zu lösen (Tests, die üblicherweise eingesetzt werden, um Menschen von Maschinen zu unterscheiden).

Ein intelligentes Computerprogramm aus China schnitt bei IQ-Tests besser ab als viele erwachsene Menschen.

Der Supercomputer Watson von IBM hilft nach Durchsicht von Millionen medizinischer Aufzeichnungen und Datenbanken bereits Ärzten bei der Auswahl von Behandlungsoptionen für Patienten mit komplexen Bedürfnissen.

Die Autoindustrie hat Systeme zur Überwachung von Aufmerksamkeit und Bewusstsein entwickelt, die Autos anhalten können, wenn der Fahrer einschläft.

Neuromorphe Bildsensoren, also solche, die von der Kommunikation zwischen Auge und Gehirn inspiriert sind, werden sich auf Bereiche auswirken, die vom Batterieeinsatz bis zur Robotik reichen.

Neuroprothetik ermöglicht es Menschen mit Behinderung, künstliche Gliedmaßen und Exoskelette zu steuern. Mancher Blinde wird (wieder) sehen können.

Das Restoring-Active-Memory-(RAM)-Programm von DARPA ist der Vorläufer moderner Gedächtniswiederherstellung und -optimierung.

Depressionssymptome bei Mäusen konnten durch künstliche Reaktivierung glücklicher Erinnerungen geheilt werden, wie Neurowissenschaftler am MIT nachwiesen.

# Anmerkungen

1. Die Begriffe »Disruption« und »disruptive Innovation« sind von Wirtschaftsexperten für Unternehmens- und Führungsstrategie eingehend diskutiert worden, zuletzt von Clayton M. Christensen, Michael E. Raynor und Rory McDonald, »What is Disruptive Innovation?«, *Harvard Business Review*, Dezember 2015. Obgleich ich die Vorbehalte von Christensen und seiner Kollegen in Bezug auf Definitionen respektiere, verwende ich diese Termini hier in ihrem weiteren Sinne. [\[zurück\]](#)
2. Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee, *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*, Kulmbach, 2014. [\[zurück\]](#)
3. James Manyika und Michael Chui, »Digital Era Brings Hyperscale Challenges«, *The Financial Times*, 13. August 2014. [\[zurück\]](#)
4. Die Designerin und Architektin Neri Oxman ist ein faszinierendes Beispiel für das, was ich gerade beschrieben habe. Ihr Forschungslabor arbeitet an der Schnittstelle zwischen Computerdesign, generativen Fertigungsverfahren, Werkstofftechnik und synthetischer Biologie. [https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology) [\[zurück\]](#)
5. Carl Benedikt Frey und Michael Osborne, mit Beiträgen von CitiResearch, »Technology at Work – The Future of Innovation and Employment«, Oxford Martin School und Citi, Februar 2015. <https://ir.citi.com/owGiIw%2FoLrkDA+ld11U%2FYUEpWP9ifowg%2F4HmeO9kYfZiN3SeZwW> [\[zurück\]](#)
6. David Isaiah, »Automotive Grade Graphene: The Clock Is Ticking«, *Automotive World*, 26. August 2015. <http://www.automotiveworld.com/analysis/automotive-grade-grapheneclock-ticking/> [\[zurück\]](#)
7. Sarah Laskow, »The Strongest, Most Expensive Material on Earth«, *The Atlantic*, 23. September 2014. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/09/the-strongest-most-expensive-material-on-earth/380601/> [\[zurück\]](#)
8. Einige der Technologien werden detaillierter beschrieben in: Bernard Meyerson, »Top 10 Technologies of 2015«, Meta-Council on Emerging Technologies, Weltwirtschaftsforum, 4. März 2015. <https://agenda.weforum.org/2015/03/top-10-emerging-technologies-of-2015-2/> [\[zurück\]](#)
9. Tom Goodwin, »In the Age of Disintermediation the Battle Is All for the Consumer Interface«, *TechCrunch*, März 2015. <http://techcrunch.com/2015/03/03/in-the-age-of-disintermediation-the-battle-is-all-for-the-customer-interface/> [\[zurück\]](#)
10. K.A. Wetterstrand, »DNA Sequencing Costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)«, National Human Genome Research Institute, 2. Oktober 2015. <http://www.genome.gov/sequencingcosts/> [\[zurück\]](#)
11. Ariana Eunjung Cha, »Watson's Next Feat? Taking on Cancer«, *The Washington Post*, 27. Juni 2015. <http://www.washingtonpost.com/sf/national/2015/06/27/watsons-next-feat-taking-on-cancer/> [\[zurück\]](#)
12. Jacob G. Foster, Andrey Rzhetsky und James A. Evans, »Tradition and Innovation in Scientists'

- Research Strategies«, *American Sociological Review*, Nr. 80, Oktober 2015, S. 875–908. <http://www.knowledgelab.org/docs/1302.6906.pdf> [zurück]
13. Mike Ramsay und Douglas Caemmillan, »Carnegie Mellon Reels After Uber Lures Away Researchers«, *The Wall Street Journal*, 31. Mai 2015, <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-inrobotics-1433084582> [zurück]
  14. Weltwirtschaftsforum, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, September 2015. [zurück]
  15. Für detailliertere Informationen über die Methodik der Erhebung vgl. die Seiten 4 und 39 des Berichts, siehe Anmerkung 14. [zurück]
  16. UK Office of National Statistics, »Surviving to Age 100«, 11. Dezember 2013, <http://www.ons.gov.uk/ons/rel/lifetables/historic-and-projected-data-from-the-period-and-cohort-life-tables/2012-based/info-surviving-to-age-100.html> [zurück]
  17. The Conference Board, *Productivity Brief 2015*, 2015. Laut den vom Conference Board zusammengetragenen Daten wuchs die globale Arbeitsproduktivität im Zeitraum von 1996 bis 2006 im Durchschnitt jährlich um 2,6 Prozent, gegenüber 2,1 Prozent sowohl 2013 als auch 2014. <https://www.conferenceboard.org/retrievefile.cfm?filename=The-Conference-Board-2015-Productivity-Brief.pdf&type=subsite> [zurück]
  18. United States Department of Labor, »Productivity change in the nonfarm business sector, 1947-2014«, Bureau of Labor Statistics <http://www.bls.gov/lpc/prodybar.htm> [zurück]
  19. United States Department of Labor, »Preliminary multifactor productivity trends, 2014«, Bureau of Labor Statistics, 23. Juni 2015 <http://www.bls.gov/news.release/prod3.nr0.htm> [zurück]
  20. OECD, »The Future of Productivity«, Juli 2015. <http://www.oecd.org/eco/growth/The-future-of-productivity-policy-note-July-2015.pdf>. Für eine kurze Diskussion des sich verlangsamenden Produktivitätswachstums in den USA vgl. John Fernald und Bing Wang, »The Recent Rise and Fall of Rapid Productivity Growth«, Federal Reserve Bank of San Francisco, 9. Februar 2015. <http://www.frbsf.org/economic-research/publications/economicletter/2015/february/economic-growth-information-technology-factor-productivity/> [zurück]
  21. Der Wirtschaftswissenschaftler Brad DeLong bringt dieses Argument vor in: J. Bradford DeLong, »Making Do With More«, *Project Syndicate*, 26. Februar 2015. <http://www.project-syndicate.org/commentary/abundance-without-livingstandards-growth-by-j-bradford-delong-2015-02> [zurück]
  22. John Maynard Keynes, »Economic Possibilities for our Grandchildren«, *Essays in Persuasion*, Harcourt Brace, 1931. [zurück]
  23. Carl Benedikt Frey und Michael Osborne, »The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?«, Oxford Martin School, Programme on the Impacts of Future Technology, Universität Oxford, 17. September 2013, [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) [zurück]
  24. Shelley Podolny, »If an Algorithm Wrote This, How Would You Even Know?«, *The New York Times*, 7. März 2015, [http://www.nytimes.com/2015/03/08/opinion/sunday/if-an-algorithm-wrote-this-how-would-you-even-know.html?\\_r=0](http://www.nytimes.com/2015/03/08/opinion/sunday/if-an-algorithm-wrote-this-how-would-you-even-know.html?_r=0) [zurück]
  25. Martin Ford, *Aufstieg der Roboter: Wie unsere Arbeitswelt gerade auf den Kopf gestellt wird – und wie wir darauf reagieren müssen*, Kulmbach, 2016. [zurück]
  26. Daniel Pink, *Free Agent Nation. The Future of Working for Yourself*, Grand Central Publishing, 2001. [zurück]
  27. Zitiert in: Farhad Manjoo, »Uber’s Business Model Could Change Your Work«, *The New York*



- Times*, 28. Januar 2015. [\[zurück\]](#)
28. Zitiert in: Sarah O'Connor, »The Human Cloud: A New World of Work«, *The Financial Times*, 8. Oktober 2015. [\[zurück\]](#)
  29. Lynda Gratton, *Job Future – Future Jobs: Wie wir von der neuen Arbeitswelt profitieren*, München 2012. [\[zurück\]](#)
  30. R. Buckminster Fuller und E.J. Applewhite, *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*, New York und London, 1975. [\[zurück\]](#)
  31. Eric Knight, »The Art of Corporate Endurance«, *Harvard Business Review*, 2. April 2014, <https://hbr.org/2014/04/the-art-of-corporate-endurance>. [\[zurück\]](#)
  32. »WhatsApp now has 700M users, sending 30B messages per day«, *VentureBeat*, 6. Januar 2015, <http://venturebeat.com/2015/01/06/whatsapp-now-has-700m-users-sending-30b-messages-per-day/> [\[zurück\]](#)
  33. Mitek und Zogby Analytics, *Millennial Study 2014*, September 2014, [https://www.miteksystems.com/sites/default/files/Documents/zogby\\_final\\_embargo\\_14\\_9\\_25.pdf](https://www.miteksystems.com/sites/default/files/Documents/zogby_final_embargo_14_9_25.pdf) [\[zurück\]](#)
  34. Gillian Wong, »Alibaba Tops Singles' Day Sales Record Despite Slowing China Economy«, *The Wall Street Journal*, 11. November 2015, <http://www.wsj.com/articles/alibaba-smashes-singles-day-sales-record-1447234536> [\[zurück\]](#)
  35. »The Mobile Economy: Sub-Saharan Africa 2014«, GSM Association, 2014, [http://www.gsmamobileeconomyafrica.com/GSMA\\_ME\\_SubSaharanAfrica\\_Web\\_Singles.pdf](http://www.gsmamobileeconomyafrica.com/GSMA_ME_SubSaharanAfrica_Web_Singles.pdf) [\[zurück\]](#)
  36. »Announcement of results for the three and nine months ended 30 September 2015«, Tencent, <http://www.tencent.com/en-us/content/ir/an/2015/attachments/20151110.pdf> [\[zurück\]](#)
  37. MIT, »The ups and downs of dynamic pricing«, *innovation@work Blog*, MIT Sloan Executive Education, 31. Oktober 2014, [http://executive.mit.edu/blog/the-ups-and-downs-of-dynamic-pricing#.VG4yA\\_nF-bU](http://executive.mit.edu/blog/the-ups-and-downs-of-dynamic-pricing#.VG4yA_nF-bU) [\[zurück\]](#)
  38. Giles Turner, »Cybersecurity Index Beat S&P500 by 120%. Here's Why, in Charts«, *Money Beat, The Wall Street Journal*, 9. September 2015, <http://blogs.wsj.com/moneybeat/2015/09/09/cybersecurity-index-beats-sp-500-by-120-heres-why-in-charts/> [\[zurück\]](#)
  39. IBM, »Redefining Boundaries: Insights from the Global C-Suite Study«, November 2015, <http://www-935.ibm.com/services/c-suite/study/> [\[zurück\]](#)
  40. Global e-Sustainability Initiative und The Boston Consulting Group, Inc, »GeSI SMARTer 2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future«, Dezember 2012, <http://gesi.org/SMARTr2020> [\[zurück\]](#)
  41. Moisés Naím, *The End of Power: From Boardrooms to Battlefields and Churches to States, Why Being in Charge Isn't What It Used to Be*, New York, 2013. In diesem Buch wird das »Ende der Macht« auf drei Revolutionen zurückgeführt: die Revolution des »Mehr«, die Mobilitätsrevolution und die Mentalitätsrevolution. Der Autor vermeidet es geflissentlich, der Informationstechnologie eine übergeordnete Rolle zuzuschreiben, aber es steht außer Zweifel, dass die »Mehr«, die Mobilitäts- und die Mentalitätsrevolution dem digitalen Zeitalter und der Ausbreitung neuer Technologien viel zu verdanken haben. [\[zurück\]](#)
  42. Global Agenda Council on Software & Society, »A call for Agile Governance Principles in an Age of Disruption«, *Weltwirtschaftsforum*, November 2015. [\[zurück\]](#)
  43. Dieses Argument wird ausführlich dargelegt in: »The Middle Kingdom Galapagos Island

- Syndrome: The Cul-De-Sac of Chinese Technology Standards«, Information Technology and Innovation Foundation (ITIF), 15. Dezember 2014, <http://www.itif.org/publications/2014/12/15/middle-kingdom-galapagos-island-syndrome-cul-de-sac-chinese-technology> [zurück]
44. »Innovation Union Scoreboard 2015«, Europäische Kommission, 2015, [http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/files/ius-2015\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/files/ius-2015_en.pdf). Das Maßsystem, das im Innovation Union Scoreboard verwendet wird, unterscheidet drei Haupttypen von Indikatoren und acht Innovationsdimensionen, die insgesamt 25 verschiedene Indikatoren abdecken. Diese Befähiger (*enabler*) erfassen die wichtigsten Triebkräfte der Innovationsleistung außerhalb der Firma und die Auswirkungen der Innovationsaktivitäten von Firmen in zwei Innovationsdimensionen: Innovatoren und ökonomische Effekte. [zurück]
  45. Weltwirtschaftsforum, *Collaborative Innovation – Transforming Business, Driving Growth*, August 2015, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Collaborative\\_Innovation\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Collaborative_Innovation_report_2015.pdf) [zurück]
  46. Weltwirtschaftsforum, *Global Information Technology Report 2015: ICTs for Inclusive Growth*, hg. v. Soumitra Dutta, Thierry Geiger and Bruno Lanvin, Genf 2015. [zurück]
  47. Weltwirtschaftsforum, *Data-Driven Development: Pathways for Progress*, Januar 2015, [http://www.weforum.org/docs/WEFUSA\\_DataDrivenDevelopment\\_Report2015.pdf](http://www.weforum.org/docs/WEFUSA_DataDrivenDevelopment_Report2015.pdf) [zurück]
  48. Tom Saunders und Peter Baeck, »Rethinking Smart Cities From The Ground Up«, Nesta, Juni 2015, [https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/rethinking\\_smart\\_cities\\_from\\_the\\_ground\\_up\\_2015.pdf](https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/rethinking_smart_cities_from_the_ground_up_2015.pdf) [zurück]
  49. Carolina Moreno, »Medellin, Colombia Named ›Innovative City Of The Year‹ In WSJ And Citi Global Competition«, *Huffington Post*, 2. März 2013, [http://www.huffingtonpost.com/2013/03/02/medellin-named-innovative-city-of-the-year\\_n\\_2794425.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/03/02/medellin-named-innovative-city-of-the-year_n_2794425.html) [zurück]
  50. Weltwirtschaftsforum, *Top Ten Urban Innovations*, Global Agenda Council on the Future of Cities, Oktober 2015, [http://www3.weforum.org/docs/Top\\_10\\_Emerging\\_Urban\\_Innovations\\_report\\_2010\\_2010.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Top_10_Emerging_Urban_Innovations_report_2010_2010.pdf) [zurück]
  51. Weltwirtschaftsforum, *Top Ten Urban Innovations*, Global Agenda Council on the Future of Cities, Oktober 2015. [zurück]
  52. Global Agenda Council on Migration, Weltwirtschaftsforum [zurück]
  53. Alex Leveringhaus und Gilles Giacca, »Robo-Wars – The Regulation of Robotic Weapons«, The Oxford Institute for Ethics, Law and Armed Conflict, The Oxford Martin Programme on Human Rights for Future Generations und The Oxford Martin School, 2014, <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/Robo-Wars.pdf> [zurück]
  54. James Giordano, zitiert in Tom Requarth, »This is Your Brain. This is Your Brain as a Weapon«, *Foreign Policy*, 14. September 2015, <http://foreignpolicy.com/2015/09/14/this-is-your-brain-this-is-your-brain-as-a-weapon-darpa-dual-use-neuroscience/> [zurück]
  55. Manuel Castells, »The impact of the Internet on Society: A Global Perspective«, *MIT Technology Review*, 8. September 2014, <http://www.technologyreview.com/view/530566/the-impact-of-the-internet-on-society-a-global-perspective/> [zurück]
  56. Credit Suisse, *Global Wealth Report 2015*, Oktober 2015, <http://publications.credit-suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=F2425415-DCA7-80B8-EAD989AF9341D47E>

- [\[zurück\]](#)
57. OECD, »Divided We Stand: Why Inequality Keeps Rising«, 2011, <http://www.oecd.org/els/soc/49499779.pdf> [\[zurück\]](#)
  58. Frederick Solt, »The Standardized World Income Inequality Database«, Arbeitspapier, SWIID, Version 5.0, Oktober 2014, <http://myweb.uiowa.edu/fsolt/swiid/swiid.html> [\[zurück\]](#)
  59. Richard Wilkinson und Kate Pickett, *Gleichheit. Warum gerechte Gesellschaften für alle besser sind*, Berlin, 2016. [\[zurück\]](#)
  60. Sean F. Reardon und Kendra Bischoff, »More unequal and more separate: Growth in the residential segregation of families by income, 1970-2009«, US 2010 Project, 2011, <http://www.s4.brown.edu/us2010/Projects/Reports.htm>, <http://cepa.stanford.edu/content/more-unequal-and-more-separate-growth-residential-segregation-families-income-1970-2009> [\[zurück\]](#)
  61. Eleanor Goldberg, »Facebook, Google Maps are Saving Refugees and Migrants from Traffickers«, *Huffington Post*, 10. September 2015, [http://www.huffingtonpost.com/entry/facebook-google-maps-refugees-migrants\\_55f1aca8e4b03784e2783ea4](http://www.huffingtonpost.com/entry/facebook-google-maps-refugees-migrants_55f1aca8e4b03784e2783ea4) [\[zurück\]](#)
  62. Weltwirtschaftsforum, *Global Risks Report 2016*, Genf, 2016, <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2016/> [\[zurück\]](#)
  63. Robert M. Bond, Christopher J. Fariss, Jason J. Jones, Adam D. I. Kramer, Cameron Marlow, Jaime E. Settle und James H. Fowler, »A 61-million-person experiment in social influence and political mobilization«, *Nature*, 2. September 2012 (online), <http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7415/full/nature11421.html> [\[zurück\]](#)
  64. Stephen Hawking, Stuart Russell, Max Tegmark, Frank Wilczek, »Stephen Hawking: »Transcendence looks at the implications of artificial intelligence – but are we taking AI seriously enough?««, *The Independent*, 2. Mai 2014, <http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html> [\[zurück\]](#)
  65. Greg Brockman, Ilya Sutskever and the OpenAI team, »Introducing OpenAI«, 11. Dezember 2015, <https://openai.com/blog/introducing-openai/> [\[zurück\]](#)
  66. Zitiert in: Steven Levy, »How Elon Musk and Y Combinator Plan to Stop Computers From Taking Over«, *backchannel.com*, 11. Dezember 2015, <https://backchannel.com/how-elon-musk-and-y-combinator-plan-to-stop-computers-from-taking-over-17e0e27dd02a#.69jx5jq2l> [\[zurück\]](#)
  67. Sara Konrath, Edward O'Brien und Courtney Hsing, »Changes in dispositional empathy in American college students over time: A meta-analysis«, *Personality and Social Psychology Review*, Vol. 15 (2011), S. 180–198. [\[zurück\]](#)
  68. Zitiert in: Simon Kuper: »Log out, switch off, join in«, *FT Magazine*, 2. Oktober 2015, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/fc76fce2-67b3-11e5-97d0-1456a776a4f5.html> [\[zurück\]](#)
  69. Sherry Turkle, *Reclaiming Conversation. The Power of Talk in a Digital Age*, New York, 2015. [\[zurück\]](#)
  70. Nicholas Carr, *Surfen im Seichten. Was das Internet mit unserem Hirn anstellt*, München, 2013. [\[zurück\]](#)
  71. Pico Iyer, *Die Kunst des Innehaltens. Ein Plädoyer für Entschleunigung*, Frankfurt a. M., 2016. [\[zurück\]](#)
  72. Zitiert in: Elizabeth Segran, »The Ethical Quandaries You Should Think About the Next Time You Look at Your Phone«, *Fast Company*, 5. Oktober 2015, <http://www.fastcompany.com/3051786/most-creative-people/the-ethical-quandaries-you-should->

- [think-about-the-next-time-you-look-at](#) [\[zurück\]](#)
73. Den Begriff »contextual intelligence« prägte Nitin Nohria, Jahre bevor er Dekan der Harvard Business School wurde. [\[zurück\]](#)
  74. Klaus Schwab, *Moderne Unternehmensführung im Maschinenbau*, Frankfurt a. M., 1971. [\[zurück\]](#)
  75. Zitiert in: Peter Snow, *The Human Psyche in Love, War & Enlightenment*, Salisbury, 2010. [\[zurück\]](#)
  76. Daniel Goleman, »What Makes A Leader?«, *Harvard Business Review*, Januar 2004, <https://hbr.org/2004/01/what-makes-a-leader> [\[zurück\]](#)
  77. Rainer Maria Rilke, *Briefe an einen jungen Dichter*, Frankfurt a. M., 1929. [\[zurück\]](#)
  78. Voltaire schrieb auf Französisch: »Le doute n'est pas une condition agréable, mais la certitude est absurde.« Brief an Friedrich Wilhelm, Prinz von Preußen, 28. November 1770. [\[zurück\]](#)
  79. Martin Nowak mit Roger Highfield, *Kooperative Intelligenz. Das Erfolgsgeheimnis der Evolution*, München, 2013. [\[zurück\]](#)
  80. Weltwirtschaftsforum, *Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, November 2015, <https://www.weforum.org/reports/deep-shift-technology-tipping-points-and-societal-impact/> [\[zurück\]](#)
  81. In Anlehnung an das Konzept der Website yelp.com: Wenn Menschen in der Lage wären, anderen direkt Bewertungen zukommen zu lassen, und wenn diese Bewertungen durch implantierte Chips aufgezeichnet und/oder online geteilt würden. [\[zurück\]](#)
  82. <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/> [\[zurück\]](#)
  83. Ebd. [\[zurück\]](#)
  84. <http://cen.acs.org/articles/90/i7/Odd-Couplings.html> [\[zurück\]](#)
  85. »Echokammer« bezieht sich auf das Phänomen, dass jemand einem anderen bedingungslos zustimmt oder unreflektiert bzw. unkritisch nachplappert, was andere sagen. [\[zurück\]](#)
  86. <http://www.hongkiat.com/blog/augmented-reality-smart-glasses/> [\[zurück\]](#)
  87. <http://www.zdnet.com/article/wearables-internet-of-things-muscle-in-on-smartphone-spotlight-at-mwc/> [\[zurück\]](#)
  88. <http://mimobaby.com/>; <http://money.cnn.com/2015/04/16/smallbusiness/mimo-wearable-baby-monitor/> [\[zurück\]](#)
  89. [http://www.ralphlauren.com/product/index.jsp?productId=69917696&ab=rd\\_men\\_features\\_thepolotechshirt&cp=64796626.65333296](http://www.ralphlauren.com/product/index.jsp?productId=69917696&ab=rd_men_features_thepolotechshirt&cp=64796626.65333296) [\[zurück\]](#)
  90. Internet-Echtzeit-Statistiken, »Internet users in the world«, <http://www.internetlivestats.com/internat-users/>, <http://www.worldometers.info/world-population> [\[zurück\]](#)
  91. »Gartner Says Worldwide Traditional PC, Tablet, Ultramobile and Mobile Phone Shipments to Grow 4.2 Percent in 2014«, Gartner, 7. Juli 2014, <http://www.gartner.com/newsroom/id/2791017> [\[zurück\]](#)
  92. »Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2014 (in million units)«, statista, 2015, <http://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/> [\[zurück\]](#)
  93. Lev Grossman, »Inside Facebook's Plan to Wire the World«, *Time*, 15. Dezember 2014, <http://time.com/facebook-world-plan/> [\[zurück\]](#)
  94. »One Year In: Internet.org Free Basic Services«, Facebook Newsroom, 26. Juli 2015,

- <http://newsroom.fb.com/news/2015/07/one-year-in-internet-org-free-basic-services/> [zurück]
95. Udi Manber und Peter Norvig, »The power of the Apollo missions in a single Google search«, Google Inside Search, 28. August 2012, <http://insidesearch.blogspot.com/2012/08/the-power-of-apollo-missions-in-single.html> [zurück]
  96. Satish Meena, »Forrester Research World Mobile And Smartphone Adoption Forecast, 2014 To 2019 (Global)«, Forrester Research, 8. August 2014, <http://www.forrester.com/Forrester+Research+World+Mobile+And+Smartphone+Adoption+Forecast/E-RES118252> [zurück]
  97. GSMA, »New GSMA Report Forecasts Half a Billion Mobile Subscribers in Sub-Saharan Africa by 2020«, 6. November 2014, <http://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-report-forecasts-half-a-billion-mobile-subscribers-ssa-2020/> [zurück]
  98. »Processing Power Compared: Visualizing a 1 trillion-fold increase in computing performance«, Experts Exchange, <http://pages.experts-exchange.com/processing-power-compared/> [zurück]
  99. Ebd. [zurück]
  100. Elana Rot, »How Much Data Will You Have in 3 Years?«, Sisense, 29. Juli 2015, <http://www.sisense.com/blog/much-data-will-3-years/> [zurück]
  101. Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Prozessorgeschwindigkeit bzw. die Gesamtzahl der Transistoren in einer Zentraleinheit alle zwei Jahre verdoppelt. [zurück]
  102. Kevin Mayer, Keith Ellis und Ken Taylor, »Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks«, Proceedings of the Communication and Computer Networks Conference, Cambridge, MA, USA, 2004, [http://www.academia.edu/781755/Cattle\\_health\\_monitoring\\_using\\_wireless\\_sensor\\_networks](http://www.academia.edu/781755/Cattle_health_monitoring_using_wireless_sensor_networks) [zurück]
  103. <http://rewrite.ca.com/us/articles/security/iot-is-bringing-lots-of-code-to-your-car-hackers-too.html?intcmp=searchresultclick&resultnum=2>). [zurück]
  104. »IT-Enabled Products and Services and IoT«, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies der Tuck School of Business in Dartmouth, 2014 [zurück]
  105. <http://www.politico.eu/article/google-vs-german-car-engineer-industry-american-competition/> [zurück]
  106. »The Internet of Things: The Opportunities and Challenges of Interconnectedness«, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies der Tuck School of Business, Dartmouth, 2014. [zurück]
  107. Ebd. [zurück]
  108. Richard Nieva, »Rosie or Jarvis: The future of the smart home is still in the air«, cnet.com, 14. Januar 2015, <http://www.cnet.com/news/rosie-or-jarvis-the-future-of-the-smart-home-is-still-in-the-air/> [zurück]
  109. H. Schaffers, N. Komminos, M. Pallot, B. Trousse, M. Nilsson und A. Oliveira, »Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation«, in: J. Domingue et al. (Hrsg.), *The Future Internet. Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises*, Berlin und Heidelberg, 2011, S. 431-446, [http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0\\_31](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0_31) [zurück]
  110. Vincent Granville, »A Comprehensive List of Big Data Statistics«, Big Data News, 21. Oktober 2014, <http://www.bigdatanews.com/profiles/blogs/a-comprehensive-list-of-big-data-statistics> [zurück]
  111. »What's the Big Deal with Data«, BSA/Software Alliance, <http://data.bsa.org/> [zurück]

112. <http://www.citylab.com/cityfixer/2015/04/3-cities-using-open-data-in-creative-ways-to-solve-problems/391035/> [zurück]
113. <http://www.wired.com/2015/10/tesla-self-driving-over-air-update-live> [zurück]
114. Thomas Halleck, »Google Inc. Says Self-Driving Car Will Be Ready By 2020«, *International Business Times*, 14. Januar 2015, <http://www.ibtimes.com/google-inc-says-self-driving-car-will-be-ready-2020-1784150> [zurück]
115. Alex Knapp, »Nevada Passes Law Authorizing Driverless Cars«, *Forbes*, 22. Juni 2011, <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2011/06/22/nevada-passes-law-authorizing-driverless-cars/> [zurück]
116. <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/> [zurück]
117. S. Ohlsson, R. Sloan, G. Turán, A. Urasky, »Verbal IQ of a Four-Year Old Achieved by an AI System«, AAAI Workshops, North America, 2013, <http://www.aaai.org/ocs/index.php/WS/AAAIW13/paper/view/7023> [zurück]
118. »Algorithm appointed board director«, *BBC*, 16. Mai 2014: <http://www.bbc.com/news/technology-27426942> [zurück]
119. Carl Benedikt Frey und Michael A. Osborne, »The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?«, 17. September 2013. [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) [zurück]
120. Erik Sherman, »5 White-collar Jobs Robots Already Have Taken«, *Fortune*, 25. Februar 2015, <http://fortune.com/2015/02/25/5-jobs-that-robots-already-are-taking/> [zurück]
121. Will Knight, »This Robot Could Transform Manufacturing«, *MIT Technology Review*, 18. September 2012, <http://www.technologyreview.com/news/429248/this-robot-could-transform-manufacturing/> [zurück]
122. Blaire Briody, »The Robot Reality: Service Jobs Are Next to Go«, *The Fiscal Times*, 26. März 2013, <http://www.cnbc.com/id/100592545> [zurück]
123. <https://bitnation.co/>; <http://www.pymnts.com/news/2014/estoniannational-id-cards-embrace-electronic-payment-capabilities/#.Vi9T564rJPM> [zurück]
124. Vgl. <http://www.stratasys.com/>. [zurück]
125. Dan Worth, »Business use of 3D printing is years ahead of consumer uptake«, v3, 19. August 2014, <http://www.v3.co.uk/v3-uk/news/2361036/business-use-of-3d-printing-is-years-ahead-of-consumer-uptake> [zurück]
126. »The 3D Printing Startup Ecosystem«, *SlideShare.net*, 31. Juli 2014, <http://de.slideshares.net/Spontaneous/Order/3d-printing-startup-ecosystem> [zurück]
127. Andrew Zaleski, »GE's first 3D-printed parts take flight«, *Fortune*, 12. Mai 2015, <http://fortune.com/2015/05/12/ge-3d-printed-jet-engine-parts/> [zurück]
128. Alban Leandri, »A Look at Metal 3D Printing and the Medical Implants Industry«, *3DPrint.com*, 20. März 2015, <http://3dprint.com/52354/3d-print-medical-implants/> [zurück]
129. US Department of Health and Human Services, »The Need is Real: Data«, <http://www.organdonor.gov/about/data.html> [zurück]
130. »An image of the future«, *The Economist*, 19. Mai 2011, <http://www.economist.com/node/18710080> [zurück]
131. Loren Grush, »Boy Given a 3-D Printed Spine Implant«, *Popular Science*, 26. August 2014, <http://www.popsci.com/article/science/boy-given-3-d-printed-spine-implant> [zurück]
132. Maurizio Bellema, »The Third Industrial Revolution. From Bits Back to Atoms«, *CrazyMBA.Club*, 25. Januar 2015, <http://www.crazymba.club/the-third-industrial-revolution/>



[\[zurück\]](#)

133. T. E. Halterman, »3D Printing Market Tops \$3.3 Billion, Expands by 34% in 2014«, *3DPrint.com*, 2. April 2015, <http://3dprint.com/55422/3d-printing-market-tops-3-3-billion-expands-by-34-in-2014/> [\[zurück\]](#)
134. Dieser Wendepunkt war nicht Bestandteil der ursprünglichen Umfrage des Weltwirtschaftsforums *Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact*, September 2015. [\[zurück\]](#)
135. <http://www.nature.com/news/don-t-edit-the-human-germ-line-1.17111>;  
<http://qz.com/389494/chinese-researchers-are-the-first-to-genetically-modify-a-human-embryo-and-many-scientists-think-theyve-gone-too-far/> [\[zurück\]](#)
136. Dieser Wendepunkt war nicht Bestandteil der ursprünglichen Umfrage des Weltwirtschaftsforums *Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact*, September 2015. [\[zurück\]](#)
137. A. Fernandez, N. Sriraman, B. Gurewitz, O. Ouiller, »Pervasive neurotechnology: A groundbreaking analysis of 10,000+ patent filings transforming medicine, health, entertainment and business«, SharpBrains, 2015, <http://sharpbrains.com/pervasive-neurotechnology/> [\[zurück\]](#)
138. O. Ouiller, »Clear up this fuzzy thinking on brain scans«, *Nature*, Vol. 483 (2012), S. 7, <http://www.nature.com/news/clear-up-this-fuzzy-thinking-on-brain-scans-1.10127> [\[zurück\]](#)
139. M. Doraiswamy, »5 brain technologies that will shape our future«, *World Economic Forum Agenda*, 9. August 2015, <https://agenda.weforum.org/2015/08/5-brain-technologies-future/>; A. Fernandez, *10 neurotechnologies about to transform brain enhancement and brain health*, SharpBrains 10. November 2015, <http://sharpbrains.com/blog/2015/11/10/10-neurotechnologies-about-to-transform-brain-enhancement-and-brain-health/> [\[zurück\]](#)



Penguin  
Random House  
Verlagsgruppe



## **Buchentdecker-Service** nutzen & gewinnen!

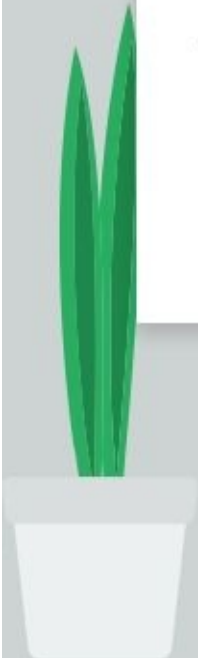
---

Bestellen Sie unseren Newsletter und erhalten Sie exklusive Informationen über:

- Neuerscheinungen, Bestseller & Lesetipps
- Attraktive Gewinnspiele & Aktionen
- Tolle Preisaktionen & Schnäppchen

Mit monatlichem Gewinnspiel!

[Jetzt anmelden](#)





[Jetzt anmelden](#)

[DATENSCHUTZHINWEIS](#)