

# 2

## Technologie 4.0

Grundlegende technische Fortschritte waren in der Vergangenheit stets Folgen einer zentralen Erfindung. Die Dampfmaschine brachte die erste industrielle Revolution in England. Elektrizität und das Fließband kennzeichneten die zweite Revolution, während die Mikroelektronik nach 1970 eine Automatisierungswelle als dritte industrielle Revolution auslöste. Als Fortsetzung dieser Liste wurde in Deutschland der Begriff „Industrie 4.0“ als vierte industrielle Revolution eingeführt, die Industrie und Informationstechnik miteinander verschmelzen lässt.

Doch der technische Fortschritt geht viel weiter. Aktuell finden entscheidende technische Fortschritte auf mindestens vier zentralen Gebieten parallel statt, deren Kombination die Wirtschaft wahrscheinlich tiefer und schneller verändert als die bisher beobachteten industriellen Revolutionen: Das Internet der Dinge, Roboter, künstliche Intelligenz (KI) und 3D-Druck. Im Hintergrund kommen noch Big Data und die Umstellung auf das Cloud-Computing hinzu, das als Infrastrukturtechnik oft als Basis für die Digitalisierung der Wirtschaft dient. Alle Entwicklungen zusammen treiben also nicht nur die Transformation der Industrie an, sondern eigentlich des gesamten Wirtschaftsprozesses.

Das Schwierige am technischen Fortschritt in diesen Zeiten ist oft sein Tempo: Die meisten Unternehmenslenker erkennen ihn nicht, bevor er als Bedrohung ihres Geschäftsmodells auftaucht und bisher weitgehend unbekannte Wettbewerber stark macht. In einer Studie der Singularity University [67] gaben drei Viertel der Vorstandsvorsitzenden der Fortune-500-Unternehmen an, grundlegende technische Entwicklungen, die ihr Geschäft nicht unmittelbar betrafen, nicht zu kennen. Noch wichtiger: 80 % der Befragten waren sich danach sicher, dass diese Technologie die Spielregeln ihrer Branche in nur zwei Jahren grundlegend ändern werden. Und 100 % der Befragten erwarteten diesen Umbruch in den nächsten fünf Jahren. Die Erkenntnisse lassen erahnen, warum die Verweildauer der großen Unternehmen an der Spitze, zum Beispiel in einem Börsenindex, in den vergangenen Jahren immer kürzer geworden ist.

Ein weiteres DIGITALPARADIGMA für Deutschland 4.0 muss daher sein: Manager auf die Schulbank! Wenn der technische Fortschritt wichtiger wird, müssen auch die Vorstandschefs stets auf dem Laufenden bleiben, um die Auswirkungen auf ihr Unternehmen und ihr Geschäftsmodell frühzeitig zu erkennen, lautet ein wichtiges DIGITALPARADIGMA. Wie Algorithmen funktionieren und was die künstliche Intelligenz heute bewirkt, sollte jede Führungskraft beurteilen können.

## 2.1 Das Internet der Dinge ist schon (bald) da

Informationstechnik prägt Unternehmen seit vielen Jahren. Zuerst wurden interne Prozesse vereinfacht und automatisiert, dann kamen die externen Beziehungen, zum Beispiel zu Lieferanten und Kunden. Aber nun erleben wir zum ersten Mal, wie Informationstechnik in Form der Sensoren auch in großem Stil in die Produkte eingebettet wird. Die smarten, vernetzten Produkte werden die Art, wie Unternehmen funktionieren und wie sie organisiert werden, viel stärker verändern als alle früheren Entwicklungsstufen der Informationstechnik, erwartet der amerikanische Management-Guru Michael E. Porter [68]. Das Internet der Dinge läutet die nächste große Entwicklungsstufe der Vernetzung ein. Maschinen, Transportmittel, eigentlich alle langlebigen Konsumgüter, werden mit Mikroprozessoren und/oder Sensoren ausgestattet und sind damit Teil des Internet. Die moderne Informationstechnik ist dann nicht mehr auf Computer und Smartphones beschränkt, sondern wird auf Milliarden physischer Produktionsfaktoren und Konsumgüter ausgeweitet. Diese Vernetzung ist die Grundlage für die nun beginnende Automatisierung großer Teile der Wirtschaft.

Denn die bisher nicht gekannte Kommunikationsfähigkeit der Produkte ermöglicht zusätzliche datenbasierte Dienstleistungen, die das Leistungsspektrum vieler Unternehmen erweitern. Zur Entwicklung hochwertiger Produkte kommen also begleitende lebenslange Dienstleistungen, zum Beispiel die Steuerung und Optimierung dieser Produkte aus der Ferne. Produzierende Unternehmen wandeln sich zu Dienstleistern, die ihren Kunden beim Einsatz des Produktes helfen, die Lebensdauer verlängern, den Energieverbrauch senken und rechtzeitig vor möglichen Schäden warnen können. Zudem erhalten die Hersteller erstmals direkte Nutzungsdaten, mit deren Hilfe sie ihre Produkte verbessern können. Jedes fünfte Unternehmen weltweit hat mit der Vernetzung schon begonnen und weitere 28 % planen das in der nahen Zukunft, hat eine Befragung des Marktforschungsunternehmens Forrester Research unter 3600 Entscheidungsträgern in aller Welt ergeben [69]. Die höchsten Zustimmungswerte wurden übrigens unter chinesischen Unternehmen gemessen. Die meisten Anwendungen für das Internet der Dinge werden ak-

tuell in den Bereichen Logistik, Sicherheit und Überwachung sowie Inventar- und Warenhausmanagement eingeführt. Smarte Produkte sind vor allem im Gesundheitswesen und im Energiemanagement zu finden, hat die Studie ergeben.

Daraus lässt sich ein weiteres DIGITALPARADIGMA ableiten: Produktbegleitender Service auf Basis der erstmals verfügbaren Daten der vernetzten Produkte wird zum Geschäftsmodell. Die Leistung der Unternehmen endet nicht mehr am Fabrikator; Service über die gesamte Dauer des Produktlebenszyklus wird ein wichtiger Wettbewerbsfaktor. Dies hat weitreichende Folgen für die Organisation der Unternehmen.

## 2.2 Die Digital-Roboter stehen vor der Tür

Weil immer weniger junge Menschen den Beruf des Maurers erlernen wollen, sind die Löhne in Australien in die Höhe geschossen. Grund genug für das australische Unternehmen Fastbrick Robotics, in siebenjähriger Entwicklungszeit einen Bau-Roboter zu konstruieren, der mit seinem 28 m langen Greifarm ein normales Einfamilienhaus in nur zwei Tagen mauert. Ganz allein, ohne menschliche Hilfe. Der Roboter, zuvor mit einem 3D-Bauplan des Hauses gefüttert, greift sich die Steine von einer Palette, kürzt sie bei Bedarf, taucht sie in den Mörtel und setzt die Steine an die richtige Stelle. 1000 Steine pro Stunde sind möglich, was Hadrian zehn Mal schneller macht als einen erfahrenen Maurer. Hadrians New Yorker Kollege Sam des Konkurrenten Construction Robotics ist ähnlich geschickt, braucht allerdings noch menschliche Hilfe bei komplizierten Stellen, ist dafür aber schon fertig für den Verkauf. Eine halbe Mio. Dollar soll Sam kosten.

### Roboter werden Kollegen

Hadrian und Sam sind nur zwei Beispiele für den Einsatz moderner Roboter, die überall gemeinsam mit den Menschen arbeiten können. Zwei wesentliche Entwicklungen haben die Einsatzgebiete der Maschinen in jüngster Zeit wesentlich verbreitert: Sie reagieren flexibel auf Menschen, können also von ihnen lernen und dann vorgemachte Arbeitsschritte übernehmen. Während Roboter früher nur die zuvor von den Entwicklern fest programmierten Arbeitsschritte in einer auf Massenproduktion ausgelegten Fabrik ausführten, sind sie heute auf dem Weg, lernfähige und fleißige Kollegen der Menschen zu werden. In den Warenhäusern von Amazon arbeiten inzwischen mehr als 30.000 Logistik-Roboter, die komplette Regale durch die Hallen zu den Pick-Stationen fahren. Innerhalb eines Jahres hat Amazon die Zahl dieser Maschi-

nen verdoppelt, weil sie etwa vier Mal effizienter als Menschen arbeiten. Noch werden Menschen benötigt, um die Waren aus den vollautomatisch transportierten Regalen zu nehmen und in Pakete zu packen. Aber es ist nur eine Frage der Zeit, bis auch diese Aufgaben von Maschinen schneller und günstiger erledigt werden können. Den von Amazon ausgeschriebenen Wettbewerb für den besten Greifarm hat übrigens ein Team der Technischen Universität Berlin gewonnen. Während Gerichte in Deutschland die Sonntagsarbeit bei Amazon verbieten, arbeiten die Amerikaner intensiv am vollautomatischen Logistiksystem, das immer weniger Menschen benötigt. Bis zum ersten selbstfahrenden Lieferwagen oder zur ersten automatisch fliegenden Transportdrohne werden wohl keine zehn Jahre mehr vergehen.

Der Einsatz von Robotern in der Produktion war bisher meist großen Unternehmen vorbehalten, die hohe Investitionen stemmen konnten. Das ändert sich nun: Inzwischen gibt es Leichtbau-Roboter ab 25.000 Dollar, die direkt in den Fertigungshallen mit den Menschen arbeiten. Starre Produktionslinien, die auf die Herstellung eines Produktes in großen Mengen ausgerichtet waren, werden durch flexible Anlagen abgelöst. Fabriken werden kleiner und können besser auf lokale Märkte ausgerichtet werden. Auch diese Entwicklung könnte der mittelständisch geprägten deutschen Industrie in die Hände spielen. Da Roboter billiger als Menschen arbeiten, ist der Wettlauf um die billigsten Arbeitskräfte von einem Wettrüsten im Robotermarkt abgelöst worden: Zwischen 2013 und 2018 wird die Zahl der installierten Industrieroboter in aller Welt von 1,3 auf 2,3 Mio. steigen, erwartet der Branchenverband IFR [71]. Interessant ist dabei die ungleiche Verteilung: 70 % entfallen auf die fünf Länder China, USA, Japan, Südkorea und Deutschland. Diese Länder investieren im Moment so kräftig in die neue Technik, dass ihr ohnehin großer Vorsprung vor dem Rest der Welt in den kommenden Jahren weiter wachsen wird. Deutschland ist an fünfter Stelle und damit zwar in der Spitzengruppe dabei, aber weder in der Zahl der Neuinstallationen noch im Kriterium der Roboterichte je Arbeitnehmer führend. Hier führt Südkorea vor Japan. Deutschland liegt auf Rang 3, hat aber großen Abstand vor den USA und China. Haupteinsatzorte sind die Automobilproduktion und Elektronik, gefolgt von Metall und Chemie – also genau die Branchen, denen Deutschland einen großen Teil seines Wohlstands und seiner Arbeitskräfte verdankt.

Menschen werden aber weiterhin nur dann von Maschinen ersetzt, wenn es sich für den Unternehmer rechnet. Und das wird es: Im Hochlohnland Deutschland, das mit seiner starken Industrie viele Einsatzmöglichkeiten für eine weitere Automation bietet, werden Roboter die Arbeitskosten um 21 % senken, erwartet die Unternehmensberatung Boston Consulting Group [72]. Werden das zu erwartende Automatisierungstempo und die Entwicklung der Lohnkosten einkalkuliert, erhöhen Roboter die relative Wettbewerbsfähigkeit

Deutschlands deutlich. Im Vergleich zu den USA verbessert sich der „BCG Global Manufacturing Cost-Competitive Index“ Deutschlands um vier Prozentpunkte. Nur Südkorea wird nach dieser Berechnung einen noch größeren Vorteil aus der Automatisierung erzielen, während fast alle europäischen Nachbarländer weniger wettbewerbsfähig werden. Hier liegt eine große Chance für Deutschland, seine starke Position durch entschlossene Investitionen zu stärken, bevor es andere Länder aus der Spitzengruppe tun.

Wie schnell Roboter für spezielle Anwendungsfälle mit einer Knappheit an Arbeitskräften entwickelt werden (siehe Hadrian-Beispiel), ist schwer zu prognostizieren. In Japan, wo die Bevölkerung sehr schnell altert und Arbeitskräfte knapp sind, könnten sich Pflegeroboter vergleichsweise schnell durchsetzen. Dort wurde auch das erste Hotel mit Service-Robotern in Betrieb genommen. Noch arbeiten dort Menschen im Hintergrund, um bei Bedarf eingreifen zu können. Aber der Trend ist eindeutig: Roboter sind ein wichtiger Faktor bei der Beantwortung der Frage, wie künftige Knappheiten am Arbeitsmarkt beseitigt werden können.

Eines der wichtigsten DIGITALPARADIGMEN: Der Roboter ist der Freund des Menschen, nicht sein Feind. Wer seine Fähigkeiten intelligent für sich nutzt, kann sich von vielen lästigen Routinearbeiten befreien und gewinnt Zeit für Innovationen. Wer auf Roboter aus Angst vor einem Arbeitsplatzabbau verzichtet, verliert schnell seine Wettbewerbsfähigkeit.

## 2.3 Der 3D-Druck ändert die Arbeitsteilung

Die zweite Digital-Technologie mit einem großen Einfluss auf Industriestrukturen ist der 3D-Druck. Wobei der Name eigentlich in die Irre führt, denn gedruckt wird dabei nichts. Eher „gebacken“, denn die Maschinen kombinieren meist mehrere Rohmaterialien unter Einwirkung von Hitze in einem Arbeitsschritt zu einem Endprodukt. Was so unspektakulär klingt, hat aber das Potenzial, die 150 Jahre lang praktizierte Produktionsweise der Industrieländer, nämlich Rohmaterialien möglichst kostengünstig an einem Ort zu einem Endprodukt zu fertigen, in den kommenden Dekaden in eine individuelle On-Demand-Produktion am Ort des Konsums zu transformieren. Den Extremfall dieser neuen Produktionsweise zeigt ein neues Amazon-Patent: Die Amerikaner wollen 3D-Drucker auf Lastwagen montieren und das bestellte Produkt dann quasi direkt vor der Haustür des Kunden „drucken“.

### **Drucker am Ort des Verbrauchs**

Man denke den Effekt der 3D-Drucker auf die globale Arbeitsteilung zu Ende: Welches Produkt ein solcher Drucker herstellt, hängt ausschließlich von den eingesetzten Rohmaterialien und der Software ab. Skalenvorteile großer Fabriken, die meist nur ein oder wenige Produkte herstellen, verlieren an Bedeutung – und damit auch die Wettbewerbsvorteile und Markteintrittsbarrieren etablierter Unternehmen. Zudem hängt die Wahl des Produktionsstandortes künftig kaum noch von der Ausstattung mit den Produktionsfaktoren Arbeit und natürliche Ressourcen ab, sondern hauptsächlich von den Transportkosten, um das Rohmaterial zuerst zur Maschine und das Endprodukt anschließend zum Kunden zu bringen. Das Ergebnis ist eine Re-Regionalisierung der Produktion an den Ort des Verbrauchs. Neben den Robotern ist der 3D-Druck also langfristig die zweite große technologische Herausforderung für die bisherigen Wettbewerbsvorteile der Billiglohnländer.

3D-Drucker sind in der Industrie in der Herstellung von Prototypen schon lange im Einsatz, aber erst in den vergangenen Jahren sind die Anwendungsgebiete breiter geworden. Heute wird 3D-Druck noch überwiegend als Substitution vorhandener Produktionsprozesse gesehen, vor allem verbunden mit Zeitgewinnen gegenüber der klassischen Herstellung. Das US-Unternehmen Carbon 3D hat ein Druckverfahren entwickelt, das ein wenig an die Roboter aus „Transformers“ erinnert und bis zu 100 Mal schneller als herkömmliche Druckverfahren sein soll. Google hat schon 100 Mio. Dollar in das Unternehmen investiert und der Ford-Chef Alan Mulally ist davon so begeistert, dass er nun im Aufsichtsrat des Unternehmens sitzt. Carbon 3D wird inzwischen mit mehr als einer Milliarde Dollar bewertet und zählt zu der großen Zahl an Startups, die aktuell in diesem Gebiet arbeiten. Ein großer Vorteil wird aktuell in Produkten gesehen, die auf klassische Art und Weise gar nicht hergestellt werden können. Der Leichtbau gilt als ein solcher Anwendungsfall für 3D-Druck, zum Beispiel für Flugzeuge oder Autos. Ihre Vorteile wird die neue Technik schnell zeitnah auch bei Einzelanfertigungen in der Medizin ausspielen. Ersatzzähne aus dem 3D-Drucker werden nicht mehr lange auf sich warten lassen, während die Transplantation der ersten „gedruckten“ Ersatzleber von Fachleuten, die das World Economic Forum befragt hat, bis zum Jahr 2024 erwartet wird.

Der 3D-Druck ist dabei längst keine Nischenerscheinung mehr. Der Markt legt um 25 % im Jahr zu, schätzt der Verband der Deutschen Maschinen und Anlagenbauer (VDMA) [74]. Deutschland hat als Ausrüster bei den 3D-Druckern für die Metallverarbeitung die Nase auf dem Weltmarkt vorn, während die Amerikaner beim Druck von Kunststoffen und in der Medizin Vorsprung besitzen. Auch die Chinesen haben das Thema erkannt und investieren kräftig, wieder unterstützt mit üppigen staatlichen Fördertöpfen. Der Wettbewerb

wird aber nicht nur über den Bau der besten Drucker (und damit einer deutschen Stärke) ausgetragen, sondern auch über die anwenderfreundlichste Software für die Entwicklung der digitalen Baupläne. Obwohl schon Hunderte junger Unternehmen auf diesem Markt aktiv sind, ist noch alles offen – auch für deutsche Unternehmen.

3D-Drucker „drucken“ Häuser, Autos und Organe. Ihr Potenzial, die bisherige Arbeitsteilung auf den Kopf zu stellen, ist gewaltig. Aber nicht im Bau der Drucker liegt die Kunst, sondern in der Software zu ihrer Steuerung, lautet das passende DIGITALPARADIGMA zum 3D-Druck. Hier muss Deutschland mehr investieren, um seine gute Position zu verteidigen.

## 2.4 Die künstliche Intelligenz wird enorm sein

„Künstliche Intelligenz ist die neue Währung im Silicon Valley“ überschrieb das Technologiemagazin Wired einen Beitrag über den Kampf der Tech-Titanen Google und Facebook um die besten Köpfe in dieser Disziplin [75]. Denn Computer können jetzt dazulernen und Dinge erkennen, die bisher nur das menschliche Gehirn verarbeiten konnte. Verantwortlich dafür sind zwei technische Entwicklungen, die nach Jahrzehnten mühsamer Forschung in künstlicher Intelligenz jetzt riesige Fortschritte möglich machen: „Machine Learning“ und „Deep Learning“. Beim maschinellen Lernen merken sich Computer Anwendungsbeispiele, erkennen Gesetzmäßigkeiten und können mit diesem Wissen später auch neue Situationen ohne menschliche Hilfe meistern. Beim „Deep Learning“ werden viele Berechnungen nacheinander auf unterschiedliche Datenschichten angewendet, was nur mit gigantischer Rechenleistung und riesigen Datenmengen („Big Data“) möglich ist. Dann aber können Computer erstmals Klänge oder Bilder erkennen. „Deep Learning“ steckt noch in den Anfängen, aber viele Tech-Firmen haben sich schon mit Begeisterung darauf gestürzt. Zum Beispiel haben Google und Apple ihre Spracherkennungssysteme mit Hilfe dieser Methode wesentlich verbessert. In nicht allzu ferner Zukunft ist diese Technik soweit, die Jobs vieler Dolmetscher zu übernehmen.

### Google gibt das Tempo vor

Viele Startups haben sich auf diese neue Disziplin gestürzt, aber niemand treibt die Forschung schneller voran als Google. Die Zahl der Projekte, die auf künstlicher Intelligenz basieren, hat sich seit 2012 von 50 auf etwa 2700 erhöht. Besonders die Google-Tochter Deep Mind in London hat sich zum Hotspot für künstliche Intelligenz entwickelt. Deep Mind ist quasi das aus-



gelagerte Superhirn der Suchmaschine. 550 Mio. Euro hat Google für das junge Unternehmen bezahlt – und sich damit die Dienste von 150 der weltbesten Wissenschaftler für neuronale Computersysteme und maschinelles Lernen gesichert. Der Gründer Demis Hassabis, einst als Wunderkind der Schach-Szene gefeiert, arbeitet dort an seinem 20-Jahres-Plan, die menschliche Intelligenz nachzubilden. Wie viele Wissenschaftler geht auch Hassabis die Sache spielerisch kreativ an: Seine Software hat gerade eigenständig 49 Atari-Video-spiele gelernt. Wichtig daran: Die Spielintelligenz stammt nicht mehr wie bei Schachcomputern von Programmierern, sondern die Software eignet sie sich selbst an. Computer lernen auf diese Weise, auf ihre Umgebung zu reagieren. Was die Wissenschaftler oft spielerisch erforschen, hat am Ende natürlich einen kommerziellen Hintergrund: Google baut die Supertechnik aus London auch in seine Produkte ein, zum Beispiel in das selbstfahrende Auto. Genau damit tun sich deutsche Unternehmen noch schwer. Machine-Learning-Wissenschaftler aus Deutschland sind zwar überall in der Welt begehrt, aber da die Arbeitsbedingungen bei Google oder Facebook besser sind, wandern sie häufig ab. Deutschland braucht ein weltweit sichtbares Engagement der Industrie. Allein können die Hochschulen den Wettbewerb um die klügsten KI-Forscher nicht gewinnen.

Im Wettbewerb um die Talente geben die Unternehmen sogar ihre wertvollsten Geheimnisse preis. Zuerst Google und dann auch Facebook haben ihre Deep-Learning-Software als Open Source der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Natürlich mit dem Hintergedanken, dass möglichst viele intelligente Forscher die Software einsetzen, damit das eigene Ökosystem verbreitern und den technischen Fortschritt in diesem Feld massiv beschleunigen. Mit der Rechenkraft, der Nähe zu anderen Forschern und natürlich den beinahe unbegrenzten finanziellen Möglichkeiten der Amerikaner kann Deutschland nicht mithalten.

Das zugehörige DIGITALPARADIGMA für Deutschland 4.0 lautet: Haltet die KI-Forscher in Deutschland! Im Bereich der künstlichen Intelligenz gehören deutsche Wissenschaftler zur Weltspitze. Aber sie wechseln die Seiten: Immer mehr Top-Wissenschaftler arbeiten für Google oder Facebook, die mit viel Geld und optimalen Forschungsbedingungen locken. Der Brain-Drain muss gestoppt werden, will Deutschland in dieser Zukunftstechnologie weiter mitspielen.

## 2.5 Die Tipping-Points werden elementar sein

In die beschriebenen Techniken sind zum Teil schon Jahrzehnte an Entwicklungsarbeit geflossen, doch viele Durchbrüche wurden erst jetzt erreicht. Da-



her werden bald die Tipping-Points für wichtige digitale Entwicklungen wie künstliche Intelligenz, selbstfahrende Autos und 3D-Druck erwartet. Sie werden dann zu Massenanwendungen in Wirtschaft, Medizin und Verkehr, erwarten 800 Technologieexperten, die vom World Economic Forum befragt wurden [76]. Tipping-Points sind die Meilensteine des digitalen Zeitalters: Sie kennzeichnen den Zeitpunkt, an dem das zuvor lineare Wachstum einer technischen Entwicklung abrupt aufhört und – im besten Fall – in eine Phase exponentiellen Wachstums übergeht. Da sich im Moment der technische Fortschritt in vielen Feldern parallel beschleunigt, können aus deren Kombination auch schneller neue Produkte entstehen als viele erwarten. Ein Beispiel dafür ist das selbstfahrende Auto, das vor fünf Jahren noch als ferne Utopie bezeichnet wurde und heute auf den Straßen in Kalifornien fährt. Hier kommen nun die Prognosen der WEF-Experten für die Tipping-Points, die viele Märkte auf den Kopf stellen werden:

- **Service-Roboter:** Der erste Roboter, der als Apotheker Kunden berät, könnte 2021 seinen Dienst antreten, erwarten die Befragten. Das ist nur der Auftakt für viele wissensbasierte Dienstleistungen, die automatisiert werden.
- **Wearable Internet:** Bis 2022 werden zehn Prozent der Menschen Kleidung tragen, die mit dem Internet verbunden ist. Bis zum Jahr 2025 erwarten 91 % der befragten Fachleute das Erreichen des Tipping-Points. Einsatzgebiete sind Gesundheitsdienste und Quantified-Self-Anwendungen.
- **3D-Druck und Produktion:** Bis 2022 wird die erste Autokarosserie von einem 3D-Drucker produziert werden. 3D-Druck ist mit hoher Wahrscheinlichkeit eine disruptive Technik für viele Branchen. Dann werden Baupläne in Form von digitalen Druckanleitungen transportiert: produziert (gedruckt) wird dann lokal.
- **Das Internet der Dinge:** Bis zum Jahr 2022 werden eine Billionen Sensoren mit dem Internet verbunden sein. Bis zu diesem Zeitpunkt werde es ökonomisch sinnvoll sein, beinahe jedes Produkt mit dem Netz zu verbinden. Intelligente Sensoren sind inzwischen für wenig Geld erhältlich. Die Vorteile liegen in einer erhöhten Effizienz bei der Nutzung von Ressourcen oder neuen Produktservices. Das Internet der Dinge hat die Kraft, ganz neue Geschäftsmodelle hervorzurufen, die vom Kunden her gedacht sind.
- **Technik-Implantate:** Das erste Mobiltelefon, das zum Beispiel in Form eines Smart Tattoos unter die Haut eines Menschen implantiert werden wird, wird für das Jahr 2023 erwartet. Bis zum Jahr 2025 werde diese Technik ihren Tipping-Point erreicht haben, erwarten 82 % der Befragten. Einsatzgebiete sind vor allem Gesundheitsdienste. Diabetiker können sich zum Beispiel auf diese Weise die lästige Blutentnahme zur Messung ihres Blut-

zuckerspiegels sparen. Viele Körperfunktionen lassen sich auf diese Weise genauer überwachen und somit rechtzeitig vor Erreichen kritischer Werte behandeln.

- **Intelligente Brillen:** Den Nachfolger der Google-Brille erwarten die Experten ebenfalls spätestens im Jahr 2025. Schon 2023 werden zehn Prozent aller Brillen mit dem Internet verbunden sein. Wahrscheinlich werde die Brille, die möglicherweise auch die Form einer Kontaktlinse hat, Virtual-Reality-Funktionen mit sich bringen. Microsofts Hololens-Brille, die schon 2016 auf den Markt kommen wird, ist ein Beispiel für die Möglichkeiten. Die Tatsache, dass eigentlich alle großen Tech-Unternehmen wie Facebook, Apple und Google an einer solchen Brille arbeiten, zeigt, wie hoch deren Potenzial eingeschätzt wird. Einsatzgebiete sind Lernen, Navigation, Instruktionen aus der Ferne und Unterhaltung.
- **3D-Druck und Gesundheit:** Bis 2024 wird die erste Transplantation einer Leber stattfinden, die aus einem 3D-Drucker stammt. Bis 2025 werden fünf Prozent aller Verbrauchsprodukte von 3D-Druckern hergestellt, erwarten die befragten Fachleute. Die Wirkungen auf die Medizin sind vielfältig: „Ersatzteile“ lassen sich künftig individuell, günstiger und ohne Zeitverlust anfertigen. Bei Zahnersatz ist der 3D-Druck heute schon so weit.
- **Smart Home:** Bis 2024 werden 50 % des Internet-Traffics der Haushalte auf smarte Anwendungen und Geräte entfallen – und damit nicht mehr auf Unterhaltungs- oder Kommunikationsdienste der Bewohner. Vorteile sind geringere Energiekosten sowie mehr Komfort und Sicherheit.
- **Smart Cities:** 2026 wird die erste Stadt mit mehr als 50.000 Einwohnern ohne Ampeln auskommen. Diese Smart Cities werden ihren Energiebedarf drosseln sowie Material- und Verkehrsströme optimieren. Vorteile sind eine erhöhte Lebensqualität, eine geringere Umweltbelastung und eine steigende Produktivität.
- **Autonome Autos:** Bis 2026 werden zehn Prozent der Autos auf den Straßen der USA autonom fahren. Diese Autos fahren effizienter, verursachen weniger Unfälle und vergeuden keine Zeit mit Parkplatzsuche.
- **Künstliche Intelligenz:** Der erste Computer mit künstlicher Intelligenz, der einen Sitz im Aufsichtsrat eines Unternehmens innehat, wird 2026 erwartet. Die Vorteile sind rationale Entscheidungen, mehr Arbeitsplätze und Innovationen. Künstliche Intelligenz ist der Schlüssel zur Automatisierung vieler Büroarbeiten, so dass technischer Fortschritt und Effizienzsteigerungen nicht mehr nur in den Fabriken, sondern auch in der Verwaltung stattfinden.

Deutschland 4.0

Wie die Digitale Transformation gelingt

Kollmann, T.; Schmidt, H.

2016, VIII, 189 S. 1 Abb.,

ISBN: 978-3-658-13145-6