



MARTIN FORD

BUSINESS  
BOOK OF THE  
YEAR 2015

WINNER



McKinsey & Company

AUFSTIEG

DER

Wie unsere Arbeitswelt gerade auf  
den Kopf gestellt wird – und wie  
wir darauf reagieren müssen

ROBOTER

PLASSEN  
VERLAG

MARTIN FORD

AUFSTIEG

DER

Wie unsere Arbeitswelt gerade auf  
den Kopf gestellt wird – und wie  
wir darauf reagieren müssen

ROBOTER

PLASSEN  
VERLAG

Die Originalausgabe erschien unter dem Titel  
Rise of the Robots: technology and the threat of a jobless future  
ISBN 978-0-465-05999-7

Copyright der Originalausgabe 2015:  
© 2015 by Martin Ford. Published by Basic Books, a member of the Perseus  
Books Group. All rights reserved.

Copyright der deutschen Ausgabe 2016:  
© Börsenmedien AG, Kulmbach

Übersetzung: Matthias Schulz  
Gestaltung Cover: Johanna Wack  
Gestaltung, Satz und Herstellung: Martina Köhler  
Lektorat: Karla Seedorf  
Druck: CPI – Ebner & Spiegel, Ulm

ISBN 978-3-86470-352-2

Alle Rechte der Verbreitung, auch die des auszugsweisen Nachdrucks,  
der fotomechanischen Wiedergabe und der Verwertung durch Datenbanken  
oder ähnliche Einrichtungen vorbehalten.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten  
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

**BÖRSEN  MEDIEN**  
AKTIENGESELLSCHAFT

Postfach 1449 • 95305 Kulmbach  
Tel: +49 9221 9051-0 • Fax: +49 9221 9051-4444  
E-Mail: [buecher@boersenmedien.de](mailto:buecher@boersenmedien.de)  
[www.plassen.de](http://www.plassen.de)  
[www.facebook.com/plassenverlag](http://www.facebook.com/plassenverlag)

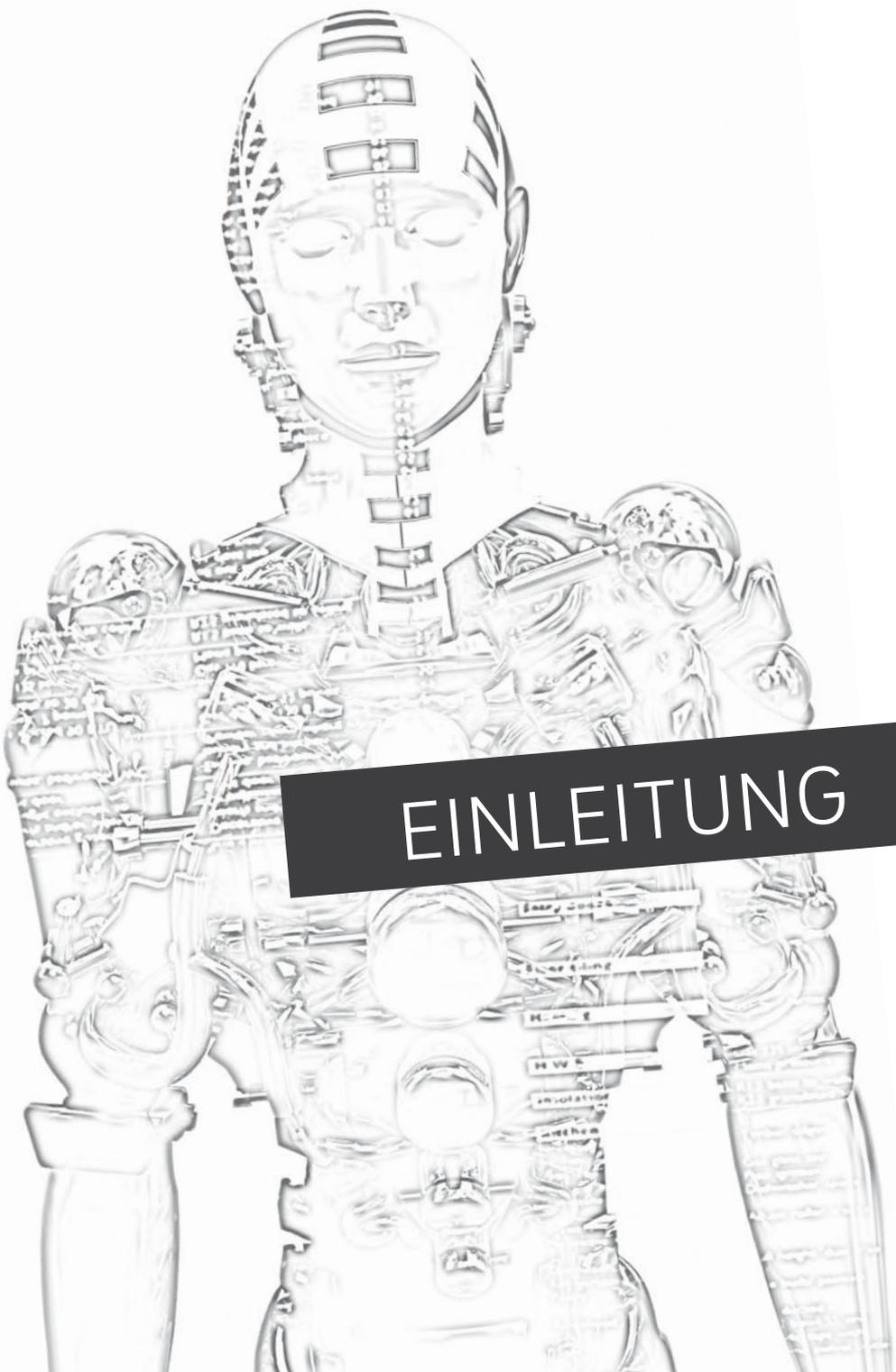
*Für Tristan, Colin,  
Elaine und Xiaoxiao*



# INHALT

Einleitung	7
1 Die Automatisierungswelle	19
2 Wird es dieses Mal anders?	49
3 Informationstechnologie: Eine noch nie da gewesene disruptive Kraft	87
4 Bürojobs im Visier	109
5 Das Hochschulwesen im Wandel	159
6 Herausforderung Gesundheitswesen	177
7 Zukunftstechnologie und Zukunftsbranchen	211
8 Verbraucher, Wachstumsgrenzen ... Krisen?	231
9 Superintelligenz und die Singularität	273
10 Hin zu einem Paradigmenwechsel in der Wirtschaft	297
Fazit	335
Danksagung	341
Fußnoten	343





# EINLEITUNG



Irgendwann während der 1960er-Jahre. Der Ökonom und Nobelpreisträger Milton Friedman war als Berater eines asiatischen Entwicklungslands tätig. Man führte ihn zu einem groß angelegten öffentlichen Bauprojekt, wo er zu seiner Überraschung Scharen von Bauarbeitern sah, die mit Schaufeln bewehrt ihrer Arbeit nachgingen. An Planiertraupen, Zugmaschinen oder anderer schwerer Erdbau-Maschinerie dagegen war nur wenig zu sehen. Auf Friedmans verwunderte Nachfrage erwiderte der zuständige Beamte, das Projekt diene der Arbeitsbeschaffung. Friedmans bissige Antwort wurde legendär: „Warum geben Sie den Männern dann statt Schaufeln nicht Löffel?“

Friedmans Äußerung steht sinnbildlich für die Skepsis – und oftmals auch für den nackten Spott –, mit der Ökonomen auf Ängste reagieren, Maschinen könnten Arbeitsplätze vernichten und Langzeitarbeitslosigkeit schaffen. Historisch betrachtet scheint diese Skepsis angebracht. In den Vereinigten Staaten hat technischer Fortschritt unserer Gesellschaft beständig zu mehr Wohlstand verholfen, insbesondere während des 20. Jahrhunderts. Natürlich gab es unterwegs immer wieder einmal Rückschläge bis hin zu schweren Störungen. Die Mechanisierung der Landwirtschaft vernichtete Millionen Arbeitsplätze, scharenweise strömten daraufhin Landarbeiter auf der Suche nach Fabrikarbeit in die Städte. Später verdrängten die Automatisierung und die Globalisierung Arbeiter aus der verarbeitenden Industrie und trieben sie in neue Anstellungen im Dienstleistungssektor. Während der Übergangsphasen war kurzzeitige Arbeitslosigkeit immer wieder ein Problem, aber die Zustände wurden nie systemisch oder dauerhaft. Neue Arbeitsplätze entstanden und vertriebenen Arbeitern eröffneten sich neue Möglichkeiten.

Das Besondere daran: Diese neuen Jobs waren oftmals besser als die vorherigen Beschäftigungen. Die Ansprüche waren höher, ebenso die Gehälter. Das galt ganz besonders für die zweieinhalb Jahrzehnte nach dem Zweiten Weltkrieg. Für Amerikas Wirtschaft war es ein Goldenes Zeitalter, charakterisiert durch eine scheinbar perfekte Symbiose aus schnellem technischem Fortschritt und Wohlergehen der amerikani-

schen Arbeitnehmer. Die in der Herstellung eingesetzten Maschinen wurden besser, gleichzeitig stieg die Produktivität der Arbeiter an, die diese Maschinen bedienten. Dadurch wurden sie wertvoller und konnten höhere Gehälter verlangen. In den Jahren nach dem Krieg sorgte der technische Fortschritt dafür, dass Geld direkt in die Taschen des durchschnittlichen Arbeiters floss, sein Gehalt stieg im selben Tempo an wie die Produktivität. Die Arbeiter wiederum gingen los und gaben ihr ständig ansteigendes Einkommen wieder aus, was die Nachfrage nach den von ihnen produzierten Produkten und Dienstleistungen beflügelte.

Diese Aufwärtsspirale trieb die US-Wirtschaft voran, zugleich erlebte der Berufsstand der Wirtschaftswissenschaften seine eigene Goldene Ära. Es war die Phase, in der Größen wie Paul Samuelson daran arbeiteten, die Ökonomie in eine Wissenschaft mit einer starken mathematischen Grundlage zu verwandeln. Mit der Zeit wurde die Wirtschaftswissenschaft zu einem Fach, in dem fast nur noch ausgeklügelte quantitative und statistische Techniken dominierten. Die Ökonomen begannen, komplexe mathematische Modelle zu entwickeln, die bis heute die intellektuelle Basis des Felds bilden. Während die Ökonomen der Nachkriegsjahre ihrer Arbeit nachgingen, war es für sie nur natürlich, sich die blühende Wirtschaft um sich herum anzusehen und daraus abzuleiten, sie hätten den Normalzustand vor sich. So sollte eine Volkswirtschaft doch funktionieren und so würde sie immer funktionieren, oder?

In seinem Buch „Kollaps: Warum Gesellschaften überleben oder untergehen“ von 2005 erzählt Jared Diamond die Geschichte der Landwirtschaft in Australien. Als die Europäer im 19. Jahrhundert Australien besiedelten, fanden sie eine vergleichsweise üppige und grüne Landschaft vor. Ähnlich wie die amerikanischen Ökonomen der 1950er-Jahre gingen die Siedler davon aus, dass das, was sie da sahen, der Normalzustand sei. Dieser Zustand würde sich niemals ändern, glaubten sie, und investierten massiv in den Ausbau von Höfen und Farmen, denn das Land schien doch fruchtbar.

Ein, zwei Jahrzehnte später holte die Realität sie ein. Die Bauern mussten feststellen, dass das Klima in Wahrheit deutlich trockener

war, als sie ursprünglich angenommen hatten. Sie hatten schlichtweg das Glück (oder doch das Pech?) gehabt, während einer „Goldlöckchen-Phase“ des Klimas einzutreffen, so nennt man eine seltene Phase, in der die Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft alle gerade perfekt sind. Bis heute kann man in Australien die Überreste dieser unseligen frühen Investitionen entdecken – verlassene Farmhäuser inmitten einer wüstengleichen Landschaft.

Es gibt gute Gründe zu der Annahme, dass auch Amerikas wirtschaftliche „Goldlöckchen-Phase“ vorüber ist. Die symbiotische Beziehung zwischen verbesserter Produktivität und steigenden Gehältern zerfällt seit den 1970er-Jahren. Inflationsbereinigt verdiente 2013 ein typischer Arbeitnehmer aus der Produktion oder auf einem Posten ohne Vorgesetztaufgaben durchschnittlich etwa 13 Prozent weniger als 1973. Im selben Zeitraum legte die Produktivität um 107 Prozent zu und die Kosten großer Posten wie Wohnen, Bildung und Gesundheit explodierten.<sup>1</sup> Am 2. Januar 2010 meldete die *Washington Post*, im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts seien unter dem Strich keine neuen Arbeitsplätze entstanden.<sup>2</sup> Null. So etwas hatte es seit der Weltwirtschaftskrise während keines Jahrzehnts mehr gegeben. Tatsächlich war die Zahl der verfügbaren Jobs in keinem Jahrzehnt nach dem Zweiten Weltkrieg nicht um mindestens 20 Prozent gewachsen. Sogar während der 1970er-Jahre – ein Jahrzehnt, das mit Stagflation und Energiekrise assoziiert wird – nahm die Zahl der Arbeitsplätze noch um 27 Prozent zu.<sup>3</sup> Das verlorene Jahrzehnt der 2000er ist umso erstaunlicher, wenn man bedenkt, dass die US-Wirtschaft jedes Jahr rund eine Million Arbeitsplätze schaffen muss, nur um mit dem Wachstum der arbeitsfähigen Bevölkerung Schritt zu halten. Anders gesagt: In den ersten zehn Jahren des Jahrhunderts hätten rund zehn Millionen neue Arbeitsplätze entstehen sollen, aber sie tauchten niemals auf.

Die Schieflage bei den Gehältern ist seitdem auf ein Niveau geklettert, wie man es seit 1929 nicht beobachtet hat. Eines ist klar: Schlug sich die Produktivitätssteigerung in den 1950er-Jahren noch direkt in den Lohntüten der Arbeiter nieder, so werden diese Zugewinne inzwischen nahezu vollständig von den Firmeneigentümern und Investoren ein-

gestrichen. Der Anteil des Volkseinkommens, der nicht ans Kapital, sondern an die Arbeiter geht, ist dramatisch gefallen und befindet sich augenscheinlich in einem anhaltenden Sturzflug. Unsere „Goldlöckchen-Phase“ hat ihr Ende erreicht und die amerikanische Wirtschaft tritt in eine neue Ära ein.

Diese Ära wird definiert werden von einer grundlegenden Veränderung im Verhältnis zwischen Arbeiter und Maschine. Diese Veränderung wird letztlich dazu führen, dass wir eine unserer fundamentalsten Annahmen zur Technologie hinterfragen müssen – die Annahme nämlich, dass Maschinen Geräte sind, die dazu dienen, die Produktivität der Arbeiter zu steigern. Stattdessen werden sich die Maschinen selbst in Arbeiter verwandeln. Die Grenzen zwischen den Möglichkeiten von Arbeitswelt und Kapital werden stärker denn je verschwimmen.

Angetrieben wird dieser Fortschritt natürlich von der nicht erlahmenden Innovation im Bereich der Computertechnologie. Das Moore'sche Gesetz ist den meisten Menschen inzwischen vertraut: Es besagt, dass sich die Rechenleistung etwa alle 18 bis 24 Monate verdoppelt. Was dieser außergewöhnliche, exponentielle Fortschritt allerdings bedeutet, ist nicht allen vollständig bewusst.

Stellen Sie sich vor, Sie steigen in Ihr Auto und fahren mit acht Kilometer pro Stunde (km/h) los. Nach einer Minute verdoppelt sich Ihr Tempo, jetzt fahren Sie 16 km/h. Nach einer weiteren Minute verdoppelt sich Ihr Tempo wieder und so weiter. Das wirklich Erstaunliche daran ist nicht nur die Verdopplung an sich, sondern welchen Weg Sie nach einer Weile zurückgelegt haben werden. In der ersten Minute legen Sie ungefähr 135 Meter zurück, in der dritten Minute, bei 32 km/h, sind es bereits 536 Meter. In der fünften Minute rasen Sie mit 128 Stundenkilometern dahin und legen dabei über 1,5 Kilometer zurück. Für die sechste Minute benötigen Sie vermutlich ein schnelleres Auto – und eine Rennstrecke. Jetzt überlegen Sie, wie schnell Sie wären – und welche Strecke Sie in dieser finalen Minute zurücklegen würden –, wenn Sie Ihre Geschwindigkeit 27-mal verdoppeln würden. Etwa so häufig hat sich die Rechenleistung seit 1958 verdoppelt, also seit der Erfindung des integrierten Schaltkreises. Dass jetzt eine Revolution im Gange ist,

liegt nicht nur an der Beschleunigung selbst, sondern auch daran, dass die Beschleunigung schon so lange im Gange ist, dass der mit jedem verstreichenden Jahr zu erwartende Fortschritt einfach atemberaubend ist.

Übrigens: Ihr Auto würde nach 27 Verdopplungen 1,07 Milliarden km/h schnell sein. Allein in dieser finalen Minute würden Sie mehr als 17,5 Millionen Kilometer zurücklegen. Fünf Minuten bei diesem Tempo und Sie wären beim Mars. Und das ist, kurz gesagt, der heutige Stand der Informationstechnologie im Vergleich zu Ende der 1950er-Jahre, als die ersten primitiven Schaltkreise ihren Dienst aufnahmen.

Ich habe über 25 Jahre in der Software-Entwicklung gearbeitet und konnte sozusagen aus der allerersten Reihe beobachten, wie diese außergewöhnliche Beschleunigung der Rechenleistung vonstattenging. Gleichzeitig habe ich aus nächster Nähe gesehen, welche enorme Entwicklung das Softwaredesign durchlaufen hat und wie sich die Werkzeuge verändert haben, dank denen die Programmierer produktiver geworden sind. Als Eigentümer eines kleinen Unternehmens konnte ich zudem beobachten, wie die Technologie die Art und Weise beeinflusste, wie ich mein Unternehmen führe – und wie dramatisch die Notwendigkeit gesunken ist, für viele der Routineaufgaben, die immer im Mittelpunkt einer jeden Geschäftsaktivität standen, Mitarbeiter einzustellen.

Als 2008 die globale Finanzkrise ausbrach, begann ich, ernsthaft darüber nachzudenken, welche Folgen diese beständige Verdopplung der Rechenleistung hat. Wie groß, fragte ich mich, ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese Entwicklung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft insgesamt grundlegend umwälzt? Das Ergebnis war mein erstes Buch „The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future“, erschienen 2009.

Obwohl ich ein Buch darüber geschrieben hatte, wie wichtig die Beschleunigung der technischen Entwicklung ist, unterschätzte ich doch, wie schnell sich die Dinge tatsächlich weiterentwickeln würden. So schrieb ich darüber, dass Autohersteller an Notbremsassistenten arbeiten würden, die helfen sollten, Unfälle zu vermeiden. Ich schrieb,

dass „im Laufe der Zeit“ aus diesen Systemen Technologie entstehen könnte, die imstande ist, das Auto eigenständig zu fahren. Tja, wie sich herausgestellt hat, war „im Laufe der Zeit“ keine sonderlich lange Spanne. Kaum ein Jahr nach Veröffentlichung des Buches stellte Google ein vollständig automatisiertes Auto vor, das im normalen Straßenverkehr unterwegs sein kann. Inzwischen haben drei amerikanische Bundesstaaten (Nevada, Kalifornien und Florida) Gesetze verabschiedet, die es selbstfahrenden Fahrzeugen zumindest eingeschränkt erlauben, am Straßenverkehr teilzunehmen.

Ich schrieb auch über die Fortschritte im Bereich der Künstlichen Intelligenz. Die zum damaligen Zeitpunkt wohl beeindruckendste Demonstration dessen, was Künstliche Intelligenz zu leisten imstande ist, war wohl die Geschichte von Deep Blue. Dieser von IBM entwickelte Rechner besiegte 1997 den Schach-Weltmeister Garry Kasparow. Auch hier wurde ich kalt erwischt, als IBM Watson vorstellte, den Nachfolger von Deep Blue. Dieser Rechner stellte sich einer deutlich komplizierteren Herausforderung, nämlich der Quizshow „Jeopardy!“. Schach ist ein Spiel mit genau definierten Regeln, bei so etwas sollte man von einem Computer erwarten, dass er darin sehr gut ist. „Jeopardy!“ dagegen ist etwas völlig Anderes – ein Spiel, das auf dem nahezu unbegrenzten Wissensschatz der Menschheit basiert und ein hohes Maß an Sprachverständnis erfordert wie auch die Fähigkeit, Witze und Wortspiele zu begreifen. Dass Watson bei „Jeopardy!“ so erfolgreich war, ist nicht nur beeindruckend, sondern auch in hohem Maße praxistauglich. Kein Wunder, dass IBM dabei ist, Watson für eine gewichtige Rolle in Bereichen wie Medizin und Kundendienst vorzubereiten.

Man kann mit einiger Gewissheit davon ausgehen, dass wir alle davon überrascht sein werden, welche Fortschritte in den kommenden Jahren und Jahrzehnten erzielt werden. Und diese Überraschungen werden sich nicht nur auf die technischen Neuerungen selbst erstrecken – die Folgen, die der rascher voranschreitende Fortschritt auf den Arbeitsmarkt und die Gesamtwirtschaft haben wird, dürfte viele der bislang gültigen Annahmen zum Verhältnis zwischen Technologie und Ökonomie auf den Kopf stellen.

Eine These, die gewiss ins Wanken geraten dürfte: Die Automatisierung stellt in erster Linie eine Bedrohung für wenig gebildete und niedrig qualifizierte Arbeitskräfte dar. Dahinter steht die Überlegung, dass derartige Jobs meistens Routinearbeiten sind, die sich ständig wiederholen. Aber bevor Sie jetzt zustimmend nicken, sollten Sie sich noch einmal in Erinnerung rufen, wie rasch sich die Grenzen verschieben. Früher einmal hätte vermutlich zu den „Routinejobs“ das Stehen am Fließband gehört. Die heutigen Realitäten dagegen sehen völlig anders aus. Natürlich werden auch weiterhin Berufsbilder mit geringen Qualifikationen betroffen sein, aber viele studierte Angestellte werden feststellen, dass auch ihre Arbeitsplätze auf die Abschussliste geraten, wenn die Fähigkeiten von Softwareautomatisierung und Prognosealgorithmen weiter so rasant zunehmen.

Vielleicht ist „Routine“ kein guter Begriff, um die Art von Job zu beschreiben, die durch technologische Neuerungen bedroht wird. Trefender wäre vermutlich der Begriff „berechenbar“. Könnte eine Person, wenn sie ausführliche Unterlagen über all Ihre bisherigen Aktivitäten studierte, Ihren Job übernehmen? Wenn eine Person alle Aufgaben wiederholte, die Sie bereits abgeschlossen haben (so, wie Studierende sich mit Praxistests auf eine Prüfung vorbereiten), könnte diese Person dann gute Arbeit leisten? Falls ja, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass ein Algorithmus eines Tages lernen könnte, einen Großteil Ihrer Arbeit zu übernehmen, wenn nicht gar alles. Das gilt umso mehr, wenn sich das „Big Data-Phänomen“ in diesem Maße weiterentwickelt. Firmen und Organisationen sind derzeit dabei, unvorstellbare Mengen an Informationen zu praktisch jedem Aspekt ihrer Aktivitäten zu sammeln. In diesen Daten werden zahlreiche Berufe und Aufgaben enthalten sein. Eines Tages wird ein kluger, lernfähiger Algorithmus des Wegs kommen und sich selbst schulen, indem er die Daten gründlich studiert, die ihm seine menschlichen Vorgänger hinterlassen haben.

Letzten Endes wird man sich auch nicht wirksam vor einer Automatisierung schützen können, indem man sich mehr Bildung und mehr Fähigkeiten aneignet. Nehmen Sie als ein Beispiel Radiologen. Diese Ärzte sind darauf spezialisiert, beispielsweise Röntgenbilder oder

Aufnahmen einer Magnetresonanztomografie (MRT) zu interpretieren und auszuwerten. Radiologen benötigen ein unglaublich hohes Maß an Ausbildung und lernen normalerweise nach Verlassen der Highschool noch mindestens 13 Jahre weiter. Doch heutzutage werden Computer immer besser darin, Bilder zu analysieren. Es ist absolut vorstellbar, dass in nicht allzu ferner Zukunft Radiologie eine Aufgabe ist, die praktisch exklusiv von Maschinen durchgeführt wird.

Allgemein lässt sich sagen, dass Computer sehr gut darin werden, sich Fähigkeiten anzueignen. Das gilt insbesondere dann, wenn eine große Menge an Übungsdaten zur Verfügung steht. Vor allem Einstiegsjobs dürften stark betroffen sein. Genau genommen spricht einiges dafür, dass dies bereits der Fall ist. Die Gehälter für Arbeitskräfte, die frisch von der Hochschule kommen, sind im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts zurückgegangen, und bis zu 50 Prozent der Absolventen waren gezwungen, Stellen anzutreten, für die kein Hochschulabschluss benötigt wird. Wie ich in diesem Buch zeigen werde, haben sich die Chancen vieler gut ausgebildeter Fachkräfte – darunter Anwälte, Journalisten, Wissenschaftler und Apotheker – am Arbeitsmarkt bereits deutlich eingetrübt. Das ist die Folge der Neuerungen in der Informationstechnologie. Und diese Berufe stehen keineswegs allein da – bis zu einem gewissen Grad sind die allermeisten Jobs Routineangelegenheiten und berechenbar. Nur vergleichsweise wenig Menschen verdienen ihr Geld vor allem damit, wirklich kreative Arbeit zu leisten.

Wenn Maschinen diese berechenbaren Routineaufgaben übernehmen, stehen die Arbeiter bei dem Versuch, sich an den Wandel anzupassen, vor einer beispiellosen Herausforderung. In der Vergangenheit war Automatisierungstechnologie vergleichsweise spezialisiert und sorgte immer nur in jeweils einem Industriezweig für Störungen, sodass die Arbeiter zu einer neu entstehenden Branche wechseln konnten. Heute stellt sich die Situation ganz anders dar. Informationstechnologie ist eine wirkliche Allzwecktechnologie und sie wird sich quer durch alle Bereiche hindurch bemerkbar machen. Wenn neue Technologien in die Geschäftsmodelle integriert werden, dürfte praktisch jeder bestehende Industriezweig weniger arbeitsaufwendig werden – ein Übergang, der

ziemlich rasch erfolgen könnte. Und was an neuen Industriezweigen entsteht, dürfte vermutlich fast immer von Geburt an sehr wirksame Technologie enthalten, die den Arbeitsaufwand möglichst gering hält. Firmen wie Google und Facebook beispielsweise haben sich zu weltweit bekannten Marken mit milliardenschweren Börsenbewertungen entwickelt, aber ihre Belegschaftsgröße steht in deutlichem Gegensatz zu Größe und Einfluss des Unternehmens. Man kann davon ausgehen, dass es bei nahezu allen neuen Industriezweigen, die noch entstehen werden, ähnlich aussehen dürfte.

All das bedeutet: Wir steuern wahrscheinlich auf einen Umbruch zu, der sowohl die Wirtschaft als auch die Gesellschaft insgesamt vor enorme Belastungsproben stellen wird. Was man üblicherweise Arbeitern und den Studenten, die sich auf ihren Einstieg in den Arbeitsmarkt vorbereiten, an Ratschlägen mitgegeben hat, dürfte wahrscheinlich untauglich sein. Die Realität sieht unglücklicherweise so aus: Sehr viele Menschen werden alles richtig machen, sie werden eine höhere Bildung anstreben und sich zusätzliche Fähigkeiten aneignen, aber dennoch werden sie es nicht schaffen, in der neuen Wirtschaft Fuß zu fassen.

Langzeitarbeitslosigkeit und Unterbeschäftigung haben möglicherweise verheerende Folgen auf das Leben Einzelner und auf den Zusammenhalt der Gesellschaft. Aber nicht nur das: Auch der wirtschaftliche Preis wird beträchtlich sein. Die Aufwärtsspirale aus Produktivität, steigenden Gehältern und wachsenden Verbraucherausgaben wird endgültig in sich zusammenfallen. Schon jetzt ist dieser Effekt stark in Mitleidenschaft gezogen – nicht nur beim Einkommen, sondern auch beim Konsum hat sich eine rasch wachsende Schiefelage entwickelt. Die obersten fünf Prozent der Haushalte sind derzeit für fast 40 Prozent der Ausgaben verantwortlich. Mit ziemlicher Sicherheit dürfte sich dieser Trend fortsetzen und die Ausgaben werden sich mehr und mehr an der Spitze der Pyramide bündeln. Noch immer sind Arbeitsplätze der zentrale Mechanismus, durch den Kaufkraft in die Hände der Verbraucher gerät. Zerfällt dieser Mechanismus weiter, droht uns ein Szenario, bei dem es zu wenige Verbraucher gibt, um weiterhin wirksam in unserer Massenmarktwirtschaft das Wachstum voranzutreiben.

Die Fortschritte in der Informationstechnologie drängen uns auf einen Wendepunkt zu, das wird dieses Buch verdeutlichen. Ist dieser Punkt überschritten, wird letztlich die komplette Wirtschaft weniger arbeitsintensiv sein. Dieser Wandel wird jedoch nicht zwingend einheitlich oder voraussehbar verlaufen. Bislang haben sich vor allem zwei Bereiche als sehr resistent gegen die Art Umwälzung gezeigt, die in der allgemeinen Wirtschaft bereits einsetzt. Die Rede ist von der Hochschulbildung und dem Gesundheitsbereich. Das Ironische daran: Gelingt es der Informationstechnologie nicht, diese Branchen zu verwandeln, könnte das an anderer Stelle die negativen Folgen verstärken, da die Kosten für Gesundheit und Bildung zu einer immer stärkeren Belastung werden.

Natürlich wird die Zukunft nicht ganz allein von der Technologie geprägt werden, stattdessen kommt es zum Zusammenspiel mit anderen grundlegenden gesellschaftlichen und umweltpolitischen Herausforderungen: Überalterung der Bevölkerung, Klimawandel, schwindende Bodenschätze. Vielen Prognosen zufolge werden die Arbeitskräfte knapp werden, wenn sich die geburtenstarken Nachkriegsjahrgänge aufs Altenteil zurückziehen. Dies, so die Theorie, werde die Folgen der Automatisierung ausgleichen oder eventuell sogar mehr als wettmachen. Schnelle Innovation wird gerne als ausgleichende Kraft verkauft, die das Potenzial besitzt, die Belastungen, die wir der Umwelt auferlegen, zu minimieren oder gar umzukehren. Wie wir sehen werden, stehen viele dieser Annahmen allerdings auf sehr wackligen Füßen. Die Wahrheit dürfte sich deutlich komplizierter gestalten und die beängstigende Realität sieht so aus: Wenn wir die Folgen der technischen Innovation nicht erkennen und uns anpassen, laufen wir Gefahr, in einen Riesenschlamassel zu geraten. Dann würden die Auswirkungen des dramatischen Ungleichgewichts, des Arbeitsplatzwegfalls aufgrund technischen Fortschritts und des Klimawandels in etwa gleichzeitig spürbar und sie würden sich gegenseitig hochschaukeln und verstärken.

„Disruptive Technologien“ ist ein Begriff, mit dem man im Silicon Valley schnell zur Hand ist. Niemand bezweifelt, dass Technologien imstande sein können, ganze Industriezweige in den Abgrund zu stoßen

und weite Bereiche von Wirtschaft und Arbeitsmarkt auf den Kopf zu stellen. Ich werde in diesem Buch jedoch eine noch größere Frage stellen: Kann der rascher werdende technische Fortschritt unser gesamtes System so stark aus dem Schritt bringen, dass eine grundlegende Neuordnung nötig wird, wenn der Wohlstand anhalten soll?



# KAPITEL 1

Die

Automatisierungs-

welle



in Lagerarbeiter nähert sich einem Stapel mit Kisten. Die Kisten sind von unterschiedlicher Größe, unterschiedlicher Form und unterschiedlicher Farbe und sie sind ziemlich wild durcheinandergewürfelt.

Stellen wir uns für einen Moment vor, wir könnten diesem Lagerarbeiter ins Gehirn blicken, während er die Aufgabe angeht, die Kisten wegzubringen. So verschaffen wir uns einen Eindruck von der Komplexität des Problems, das es zu lösen gilt.

Viele der Kisten sind im üblichen Braun und stehen dicht aneinandergedrängt, sodass man die Ränder nur schwer ausmachen kann. Wo genau hört die eine Kiste auf, wo fängt die nächste an? An anderen Stellen klaffen Lücken und die Kisten sind verschoben. Einige sind verdreht, sodass eine Ecke hervorsteht. Ganz oben auf dem Haufen überbrückt eine kleine Kiste die Lücke zwischen zwei größeren Kisten. Die meisten Kisten sind in schlichtem Braun oder Weiß gehalten, aber einige weisen Firmenlogos auf, einige sind vierfarbig bedruckte Verpackungskartons, wie sie in Geschäften in den Regalen stehen.

Das menschliche Gehirn ist natürlich imstande, all diese vertrackten visuellen Informationen praktisch sofort in ein sinnvolles Bild zu übersetzen. Mühelos nimmt der Arbeiter die Dimensionen und Ausrichtungen der einzelnen Kisten wahr und weiß instinktiv, dass er zunächst einmal die Kisten an der Spitze des Stapels entfernen muss. Er weiß auch, in welcher Reihenfolge er die Kisten bewegen muss, will er vermeiden, dass der Rest des Stapels instabil wird.

Auf genau diese Art von Rätsel der visuellen Wahrnehmung ist das menschliche Gehirn im Laufe der Evolution trainiert worden. Es wäre völlig unspektakulär, wenn es dem Arbeiter gelingen sollte, die Kisten wegzuräumen – wenn da nicht der Umstand wäre, dass es sich in diesem Fall bei dem Lagerarbeiter um einen Roboter handelt. Genauer gesagt haben wir es hier mit einem schlangenartigen Roboterarm zu tun, dessen Kopf aus einem Greifer mit Saugvorrichtung besteht. Der Roboter ist in seiner Wahrnehmung langsamer, als es ein Mensch wäre. Er sieht sich die Kisten an, korrigiert seinen Blickwinkel etwas, überlegt noch etwas und stürzt dann schließlich nach vorne, um sich eine

Kiste von oben wegzunehmen.\* Die Trägheit resultiert praktisch einzig daraus, dass diese vermeintlich einfache Aufgabe unglaublich komplexe Berechnungen erfordert. Und wenn uns die IT-Geschichte eines gelehrt hat, dann dass dieser Roboter schon sehr bald ein Upgrade bekommen wird, das ihn deutlich schneller macht.

Tatsächlich glauben die Ingenieure bei Industrial Perception, dem Silicon-Valley-Start-up, wo der Roboter entwickelt und gebaut wird, dass die Maschine letztlich eine Kiste pro Sekunde wird bewegen können. Zum Vergleich: Ein menschlicher Arbeiter kommt bestenfalls auf eine Kiste etwa alle sechs Sekunden.<sup>1</sup> Und es ist unnötig zu erwähnen, dass der Roboter ohne Unterbrechung arbeiten kann. Er wird nie müde, er wird auch nie Rückenprobleme bekommen ... und garantiert wird er auch nie auf Schadenersatz klagen.

Was den Roboter von Industrial Perception so besonders macht, ist der Umstand, dass seine Fähigkeit in der Schnittmenge von visueller Wahrnehmung, räumlichem Denken und Geschicklichkeit liegt. Anders gesagt: Er stößt vor in die letzte Grenze der maschinellen Automatisierung, wo er um die wenigen verbliebenen manuellen Routineaufgaben konkurrieren wird, die dem menschlichen Arbeiter noch geblieben sind.

Natürlich sind Roboter in Fabriken nichts Neues mehr. Sie sind heutzutage in praktisch jedem Bereich der Herstellung unersetzlich geworden, von der Automobilindustrie bis hin zum Halbleiterbereich. Tesla, der Hersteller von Elektroautos, hat ein neues Werk im kalifornischen Fremont stehen. Dort fertigen 160 hochflexible Industrieroboter circa 400 Fahrzeuge pro Woche. Sobald ein Chassis an der nächsten Position der Fertigungsstraße auftaucht, stürzen sich mehrere Roboter auf das Fahrgestell und arbeiten als Team. Damit sie eine Vielzahl von Aufgaben abarbeiten können, wechseln die Maschinen selbstständig die Werkzeuge an ihren Roboterarmen. So installiert ein und derselbe Roboter beispielsweise die Sitze, rüstet sich dann um, trägt Klebstoff

---

\* Wie der Industrial-Perception-Roboter Kisten wegräumt, können Sie sich ansehen unter <https://www.youtube.com/watch?v=LlsN7kXDjCU>.

auf und setzt die Windschutzscheibe ein.<sup>2</sup> Nach Angaben des internationalen Verbands der Robotikindustrie wurden 2012 weltweit über 60 Prozent mehr Industrieroboter ausgeliefert als noch im Jahr 2000. Gesamtumsatz: etwa 28 Milliarden Dollar. Der mit Abstand am schnellsten wachsende Markt war China, wo zwischen 2005 und 2012 die Zahl der installierten Roboter jedes Jahr um etwa 25 Prozent zulegte.<sup>3</sup>

Industrieroboter sind konkurrenzlos, was Geschwindigkeit, Präzision und schiere Kraft angeht. Größtenteils sind sie jedoch blinde Akteure in einer streng durchchoreografierten Aufführung. Sie sind in erster Linie abhängig von präzisiertem Timing und präziser Positionierung. Es gibt einige Fälle, in denen Roboter über optische Fähigkeiten verfügen, aber dann können sie meist nur zweidimensional sehen und nur bei kontrollierten Lichtverhältnissen. Beispielsweise können sie Teile auswählen, die auf einer planen Oberfläche liegen, aber das Fehlen von Tiefenschärfe lässt sie in einer Umgebung, die auch nur ein gewisses Maß an Unberechenbarkeit aufweist, stark an Wirksamkeit einbüßen. Das führt dazu, dass es noch eine Reihe routinemäßiger Fabrikjobs gibt, die von Menschen ausgeübt werden. Bei diesen Aufgaben geht es meistens darum, die Lücken zwischen den Maschinen zu füllen, oder es handelt sich um Aufgaben am Ende des Fertigungsprozesses. So geht es vielleicht darum, Teile aus einem Korb zu wählen und die nächste Maschine damit zu füttern, oder darum, die Laster, die die Produkte transportieren, zu be- und entladen.

Die Technologie, die dazu führt, dass der Roboter von Industrial Perception dreidimensional sehen kann, ist ein Musterbeispiel dafür, wie wechselseitige Befruchtung Innovationsdurchbrüche in überraschenden Bereichen anstoßen kann. Man könnte nämlich sagen, dass die Ursprünge der Roboter Augen auf den November 2006 zurückgeführt werden können – damals stellte Nintendo seine Spielekonsole Wii vor.

Teil der Wii war ein völlig neuer Gamecontroller – ein schnurloses Gerät, das ein günstiges Bauteil enthielt, einen Beschleunigungssensor. Dieser Sensor kann Bewegungen in drei Dimensionen feststellen und daraus einen Datenstrom generieren, den die Spielekonsole verarbeiten kann. Jetzt ließen sich Videospiele durch Körperbewegungen und

durch Gesten steuern. Das Resultat war ein völlig neues Spielerlebnis. Nintendos Neuerung bereitete dem Bild vom Computernerd ein Ende, der mit einem Joystick vor dem Bildschirm klebt. Es eröffneten sich völlig neue Möglichkeiten für Spiele als aktives Erlebnis.

Nun mussten auch die anderen Größen des Videospiegelmarkts reagieren. Der PlayStation-Hersteller Sony kopierte im Grunde die Idee von Nintendo und entwickelte seinen eigenen bewegungsempfindlichen Controller. Microsoft dagegen wollte an Nintendo vorbeiziehen und etwas komplett Neues auf den Markt bringen. Mit dem Zusatzgerät Kinect für die Spielekonsole Xbox 360 fiel die Notwendigkeit eines Controllers völlig weg. Das gelang Microsoft, indem man ein Gerät ähnlich einer Webcam baute, die fähig zu dreidimensionalem maschinellern Sehen ist. Dahinter steckt bildgebende Technik, die das kleine israelische Unternehmen Prime Sense entwickelt hat. Um in drei Dimensionen blicken zu können, nutzt der Kinect im Grunde ein lichtschnelles Sonar – der Kinect schießt einen Infrarotstrahl auf die Menschen und Gegenstände in einem Raum. Je nachdem, wie lange das reflektierte Licht benötigt, um zum Sensor zurückzukehren, werden dann die Entfernungen berechnet. Nun konnten die Spieler ganz einfach mit der Xbox-Konsole interagieren, indem sie Handbewegungen machten oder sich vor der Kinect-Kamera bewegten.

Das eigentlich Revolutionäre an der Kinect-Hardware war ihr Preis. Noch vor nicht allzu langer Zeit hätte man für derart ausgeklügelte Technik für maschinelles Sehen Zehntausende, wenn nicht Hunderttausende Dollar hinlegen müssen und dafür große, sperrige Geräte bekommen. Jetzt gab es das Ganze in einem kompakten und leichten Stück Unterhaltungselektronik für 150 Dollar. In der Robotik erkannten die Forscher sofort, dass die Kinect-Technologie das Potenzial besaß, ihren Bereich grundlegend zu verwandeln. Nur wenige Woche nach Markteinführung des Produkts hatten Forscherteams von Hochschulen und Amateur-Erfinder den Kinect gehackt. Auf Youtube posteten sie Videos von Robotern, die nun dreidimensional sehen konnten.<sup>4</sup> Auch Industrial Perception beschloss, für sein optisches System die Technologie hinter dem Kinect zu nutzen. Das Resultat ist eine bezahlbare