



MARTIN FORD

BUSINESS
BOOK OF THE
YEAR 2015
WINNER



McKinsey & Company

AUFSTIEG

DER

ROBOTER

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

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.

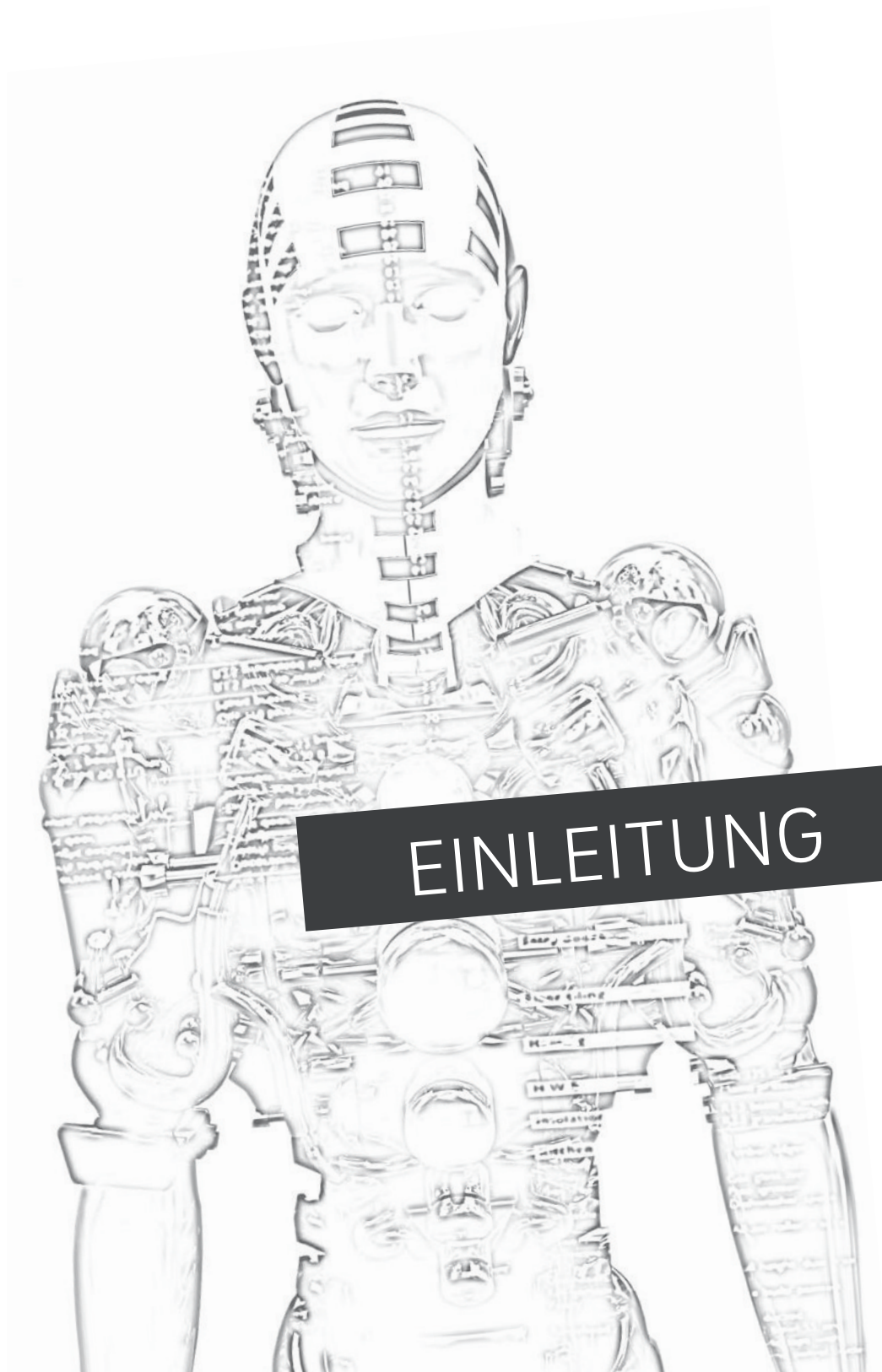
BÖRSEN  MEDIEN
A K T I E N G E S E L L S C H A F T

Postfach 1449 • 95305 Kulmbach
Tel: +49 9221 9051-0 • Fax: +49 9221 9051-4444
E-Mail: buecher@boersenmedien.de
www.plassen.de
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





rgendwann 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 Planierraupen, 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 Vorgesetztenaufgaben 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.¹ Am 2. Januar 2010 meldete die *Washington Post*, im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts seien unter dem Strich keine neuen Arbeitsplätze entstanden.² 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.³ 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 Schieflage 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.¹ 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.² 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.³

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 Videospielmarkts 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 maschinellern 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.⁴ Auch Industrial Perception beschloss, für sein optisches System die Technologie hinter dem Kinect zu nutzen. Das Resultat ist eine bezahlbare

Maschine, die sich in raschem Tempo den Fähigkeiten des Menschen annähert, was das Wahrnehmen und Interagieren mit der Umwelt angeht, und gleichzeitig mit den Ungewissheiten auszukommen lernt, die für die echte Welt typisch sind.

Ein vielseitig verwendbarer Arbeitsroboter

Der Roboter von Industrial Perception ist eine hoch spezialisierte Maschine. Ihre Aufgabe besteht explizit darin, mit größtmöglicher Effizienz Kisten zu bewegen. Einen anderen Weg hat das in Boston ansässige Unternehmen Rethink Robotics mit Baxter eingeschlagen. Baxter ist ein leichter, humanoider Produktionsroboter, dem man einfach eine Vielzahl repetitiver Aufgaben antrainieren kann. Gegründet wurde Rethink von Rodney Brooks, einer weltweiten Robotik-Koryphäe. Brooks forscht am MIT und ist Mitgründer von iRobot, dem Hersteller des Staubsaugerroboters Roomba. Das Unternehmen hat für das Militär aber auch Roboter hergestellt, die im Irak und in Afghanistan Bomben entschärfen. Baxter kostet deutlich weniger, als ein typischer amerikanischer Arbeiter aus dem Herstellungsbereich im Jahr verdient. Im Grunde handelt es sich um einen abgespeckten Industrieroboter, der dafür gedacht ist, direkt neben Menschen sicher und zuverlässig zu arbeiten.

Industrieroboter benötigen eine aufwendige und kostspielige Programmierung, wohingegen man Baxter einfach die erforderlichen Armbewegungen vormacht. Wenn ein Unternehmen mit mehreren Robotern arbeitet, kann man einen Baxter trainieren und das Wissen dann einfach per USB-Stick auf die anderen übertragen. Der Roboter kann eine Vielzahl von Dingen tun. Er kann leichte Montagetätigkeiten ausführen, er kann Teile zwischen Fließbändern transportieren, er kann Produkte für den Einzelhandel verpacken oder Maschinen in der Metallherstellung warten. Besonders gut ist Baxter darin, fertige Produkte in Transportbehälter zu packen. Weil Baxter die Produkte sehr eng packen kann, ist bei K'NEX, einem Unternehmen aus Hatfield, Pennsylvania, das Konstruktionsspielzeug herstellt, die Zahl der benötigten Verpackungen um 20 bis 40 Prozent gesunken.⁵ Rethinks Roboter kann dank Kameras auf beiden Handgelenken zweidimensional

sehen, er kann Teile aufheben und sogar einfache Qualitätskontrollen durchführen.

In der Robotik steht eine Explosion bevor

Baxter und der kistenrückende Roboter von Industrial Perception mögen zwei völlig unterschiedliche Maschinen sein, aber sie basieren beide auf derselben Software-Plattform. ROS (Robot Operating System) wurde vom Labor für Künstliche Intelligenz der Universität Stanford erdacht und dann von Willow Garage zu einer ausgewachsenen Robotik-Plattform entwickelt. Willow Garage ist ein kleines Unternehmen, das programmierbare Roboter entwirft und herstellt. Diese Roboter kommen vor allem bei Forschern an Universitäten zum Einsatz. ROS ähnelt Betriebssystemen wie Microsoft Windows, Macintosh OS oder Googles Android, ist aber speziell dafür ausgelegt, dass Roboter einfach programmiert und gesteuert werden können. ROS ist ein kostenloses Open-Source-Programm – was bedeutet, dass Entwickler einfach Veränderungen und Erweiterungen an der Software vornehmen können – und wurde rasch die Standardsoftware in der Roboterentwicklung.

Eines hat uns die EDV-Geschichte gelehrt: Hat sich beim Betriebssystem ein Standard herausgebildet und gibt es kostengünstige und leicht programmierbare Werkzeuge, dann kommt es bald darauf zu einer explosionsartigen Vermehrung von Angeboten. Das war so bei PC-Software und in jüngerer Vergangenheit gerade erst wieder bei Apps für iPhone, iPad und Android. Tatsächlich gibt es für diese Plattformen mittlerweile dermaßen viele Anwendungen, dass es sehr schwerfällt, sich etwas vorzustellen, was es noch nicht gibt.

Man kann mit ziemlicher Sicherheit davon ausgehen, dass es im Feld der Robotik ähnlich sein wird. Aller Wahrscheinlichkeit nach stehen wir an der Schwelle zu einer Innovationsexplosion, die zu Robotern führen wird, die für praktisch jede vorstellbare kommerzielle, industrielle und Verbraucheraufgabe geeignet sind. Vorangetrieben werden wird diese Sturzwelle von der Verfügbarkeit standardisierter Software- und Hardware-Bausätze. Sie werden es vergleichsweise einfach machen, neue Dinge zu entwerfen, ohne jedes Mal gleich das Rad neu erfinden

zu müssen. So wie der Kinect maschinelles Sehen bezahlbar machte, werden die Kosten für andere Hardware-Komponenten (etwa Roboterarme) in den Keller rauschen, wenn die Massenproduktion von Robotern anläuft. 2013 gab es bereits Tausende Software-Komponenten, die unter ROS laufen, und die Entwicklungsplattformen waren so günstig, dass fast jeder anfangen konnte, neue Roboteranwendungen zu entwickeln. Willow Garage beispielsweise verkauft für rund 1.200 Dollar TurtleBot, einen kompletten Bausatz für einen mobilen Roboter, der über maschinelles Sehen verfügt. Berücksichtigt man die Inflation, ist das deutlich weniger, als man Anfang der 1990er-Jahre, als Microsoft Windows in der Frühphase seiner eigenen Software-Explosion stand, für einen günstigen PC mit Monitor bezahlen musste.

Im Oktober 2013 besuchte ich die „RoboBusiness“, eine Konferenz und Fachmesse im kalifornischen Santa Clara. Dort war es ganz offensichtlich, dass sich die Roboterbranche bereits auf eine bevorstehende Explosion einstellte. Firmen in allen Größen waren dort vertreten und präsentierten Roboter, die Präzisionsfertigung beherrschten, medizinische Vorräte zwischen verschiedenen Krankenhausabteilungen transportieren konnten oder in Landwirtschaft oder Bergbau eigenständig schweres Gerät steuerten. Da gab es Budgee, ein Roboterbutler, der im Haus oder im Geschäft bis zu 22 Kilo tragen konnte. Da gab es eine Vielzahl von Lernrobotern zur Förderung der technischen Kreativität oder von autistischen Kindern oder von Kindern mit Lernschwierigkeiten. Am Stand von Rethink Robotics war Baxter zu bewundern, der inzwischen eine Halloween-Ausbildung absolviert hatte und nun damit beschäftigt war, kleine Schachteln mit Süßigkeiten auf kürbisförmige Eimerchen zu verteilen. Unternehmen bewarben Komponenten wie Motoren, Sensoren, Bildverarbeitungssysteme, Steuerungssysteme und spezielle Software zum Bau von Robotern. Das Silicon-Valley-Start-up Grabit zeigte einen innovativen Greifer, der mit Elektrostatik arbeitete. Allein durch eine kontrollierte elektrostatische Ladung kann dieser Roboter nahezu alles packen, tragen und an einem beliebigen Ort wieder absetzen. Und zu guter Letzt war auch noch eine globale Anwaltskanzlei vertreten, die über Erfahrung in der Roboterbranche verfügte

und anbot, Arbeitgeber über die arbeitsrechtlichen und sicherheitsrelevanten Bestimmungen zu informieren, die es zu beachten gilt, wenn man Roboter anstelle von Menschen oder in nächster Nähe mit Menschen arbeiten lässt.

Einen besonders erstaunlichen Anblick bei dieser Messe boten die Gänge. Neben den vielen menschlichen Besuchern waren dort auch Dutzende Roboter unterwegs, die Sutable Technologies bereitgestellt hatte. Diese Roboter hatten einen Flachbildfernseher und eine Kamera auf einem mobilen Untersatz montiert und waren ferngesteuert. So konnten Teilnehmer, die nicht vor Ort waren, die Stände abklappern, Vorführungen ansehen, Fragen stellen und sich ganz normal mit anderen Besuchern austauschen. Gegen eine kleine Gebühr konnte man sogenannte „Remote Presence“-Roboter von Sutable Technologies auf der Messe nutzen. So sparten sich Besucher, die nicht im Großraum San Francisco lebten, Tausende Dollar Reisekosten. Es dauerte ein paar Minuten, aber dann wirkten diese Roboter – jeder mit einem menschlichen Gesicht auf dem Bildschirm – gar nicht mehr fremd, wie sie zwischen den Ständen hin- und herrollten und sich mit anderen Besuchern unterhielten.

Arbeitsplätze in der Herstellung und das Reshoring

Im September 2013 veröffentlichte die *New York Times* einen Artikel von Stephanie Clifford. Darin schildert Clifford die Geschichte von Parkdale Mills, einer Textilfabrik in Gaffney, South Carolina. In dem Werk sind rund 140 Menschen beschäftigt. 1980 hätte Parkdale Mills für ein derartiges Produktionsniveau, wie es heute erreicht wird, über 2.000 Mitarbeiter benötigt. Heute dagegen störe nur noch gelegentlich ein Mensch die Automatisierung, schreibt Clifford, „und das vor allem deshalb, weil einige Aufgaben von Hand immer noch billiger sind – zum Beispiel das Bewegen von halb aufgebrauchtem Garn zwischen den Maschinen per Gabelstapler“.⁶ Fertiges Garn gelangt automatisch per Fließband zu Verpack- und Versandmaschinen. Die Strecken, auf denen sich die Menschen bewegen, verlaufen oberhalb der Maschinen unter der Decke.

Und dennoch: Allein schon diese 140 Arbeitsplätze stellen einen Wendepunkt dar, nachdem jahrzehntelang Jobs in der Herstellung weggefallen waren. Das große Ausbluten der Textilindustrie in den USA begann in den 1990er-Jahren, als die Fertigung in Niedriglohnländer verlagert wurde, vor allem nach China, Indien und Mexiko. Zwischen 1990 und 2012 wurden mehr als drei Viertel aller amerikanischen Arbeitsplätze im Textilsektor gestrichen, in Zahlen: 1,2 Millionen Jobs. In den letzten Jahren allerdings zog die Fertigung schlagartig wieder an. Zwischen 2009 und 2012 konnte die amerikanische Textil- und Bekleidungsindustrie ihre Exporte um 37 Prozent auf nahezu 23 Milliarden Dollar steigern.⁷ Motor dieser Wende ist eine Automatisierungstechnologie, die dermaßen effizient ist, dass sie selbst im Vergleich zu den günstigsten Niedriglohnstandorten im Ausland noch wettbewerbsfähig ist.

Wie wirken sich in den USA und anderen Industrienationen diese hochmodernen arbeitssparenden Innovationen auf die Arbeitsmarktsituation in der verarbeitenden Industrie aus? Durchmischt. Fabriken wie Parkdale schaffen nicht direkt große Mengen an Stellen, aber sie kurbeln dennoch die Beschäftigung an, nicht zuletzt bei Lieferanten und in Randbereichen wie dem Güterverkehr, der die Rohstoffe und Endprodukte bewegt. Natürlich kann ein Roboter wie Baxter Menschen überflüssig machen, die Routineaufgaben erledigen, gleichzeitig trägt er dazu bei, dass die verarbeitende Industrie in den USA besser für den Wettbewerb mit Niedriglohnländern gerüstet ist. Tatsächlich ist ein echter „Reshoring“-Trend im Gang, also eine Umkehr der Offshoring-Prozesse. Auslöser ist die Verfügbarkeit neuer Technologien und der Umstand, dass auch im Ausland die Arbeitskosten steigen. Das gilt vor allem für China, wo der Durchschnittslohn für Fabrikarbeiter zwischen 2005 und 2010 jährlich um fast 20 Prozent wuchs. Im April 2012 führte die Boston Consulting Group unter amerikanischen Managern aus der verarbeitenden Industrie eine Umfrage durch und stellte dabei fest, dass fast die Hälfte aller Unternehmen mit mindestens zehn Milliarden Dollar Umsatz entweder schon dabei war, Produktionskapazitäten zurück in die USA zu holen oder zumindest darüber nachdachte.⁸

Reshoring senkt die Transportkosten drastisch und bietet zahlreiche weitere Vorteile. Liegen die Werke in der Nähe der Verbrauchermärkte und der Designzentren, können die Firmen ihre Vorlaufzeiten senken und schneller auf Kundenwünsche eingehen. Je flexibler und ausgeklügelter die Automatisierung wird, desto eher werden die Hersteller immer stärker maßgeschneiderte Produkte anbieten. So könnten Kunden ihre eigenen Entwürfe realisieren oder sich durch einfach zu bedienende Online-Eingabemasken Wünsche in ausgefallenen Kleidergrößen erfüllen. Eine inländische, automatisierte Herstellung könnte dann dafür sorgen, dass die Kundschaft das fertige Produkt nur wenige Tage später in Händen hält.

Allerdings hat die schöne neue Reshoring-Welt auch einen Pferdefuß: Selbst die vergleichsweise kleine Zahl neuer Arbeitsplätze, die jetzt im Zuge des Reshoring in Fabriken geschaffen werden, müssen nicht zwingend von Dauer sein. Je fähiger und geschickter die Roboter und je gebräuchlicher neue Technologien wie der 3D-Druck werden, desto wahrscheinlicher ist es, dass viele Werke irgendwann praktisch völlig automatisiert laufen. Auf die verarbeitende Industrie in den USA entfallen aktuell deutlich weniger als zehn Prozent aller Arbeitsplätze. Das bedeutet, Produktionsroboter und Reshoring werden sich auf den Gesamtarbeitsmarkt vermutlich nur marginal auswirken.

Ganz anders wird sich die Lage in Industrienationen wie China darstellen. Dort ist der Anteil der verarbeitenden Industrie am Gesamtarbeitsmarkt deutlich größer. Tatsächlich hat der technische Fortschritt bereits in den vergangenen Jahren dramatische Folgen für Chinas Arbeiter gehabt. Allein zwischen 1995 und 2002 schrumpfte die Arbeiterschaft in Chinas verarbeitender Industrie um rund 15 Prozent – oder 16 Millionen Stellen.⁹ Und vieles spricht dafür, dass sich diese Entwicklung noch beschleunigen wird. 2012 kündigte Foxconn an, bis zu einer Million Roboter in seinen Werken einzusetzen. Und Foxconn ist immerhin der wichtigste Vertragsfertiger von Apple-Geräten. Der Netzteilerhersteller Delta Electronics aus Taiwan hat seine Strategie umgestellt und konzentriert sich stärker auf günstige Roboter für die Präzisionsfertigung von Elektronikgeräten. Delta will einen einarmigen

Fertigungsroboter in der Größenordnung von 10.000 Dollar anbieten – er wäre damit nicht einmal halb so teuer wie Baxter. Europäische Hersteller von Industrierobotern wie ABB und KUKA investieren ebenfalls stark in den chinesischen Markt und bauen dort Werke, die irgendwann Tausende Roboter im Jahr produzieren sollen.¹⁰

Was sich auch positiv auf den Trend zur Automatisierung auswirken dürfte: Der chinesische Staat drückt die Zinsen, die die großen Konzerne für Darlehen bezahlen müssen. Kredite werden häufig wieder und wieder verlängert, sodass die Hauptschuld nie abgetragen wird. Das macht für die Firmen Kapitalinvestitionen auch angesichts niedriger Arbeitskosten extrem attraktiv und ist einer der wesentlichen Gründe dafür, dass Investitionen mittlerweile nahezu die Hälfte von Chinas Bruttoinlandsprodukt (BIP) ausmachen.¹¹ Viele Analysten vertreten die These, die künstlich niedrig gehaltenen Kapitalkosten hätten in ganz China zu massiven Fehlinvestitionen geführt. Der vielleicht bekannteste Auswuchs dieser Politik ist die Errichtung von offenbar bestenfalls spärlich besiedelten „Geisterstädten“. Und ebenso können die niedrigen Kapitalkosten für große Unternehmen ein starker Anreiz sein, in kostspielige Automatisierung zu investieren, auch in Fällen, in denen es wirtschaftlich nicht zwingend von Vorteil ist.

Damit die Roboterfertigung in der chinesischen Elektronikindustrie großflächig Einzug halten kann, werden Roboter benötigt, die flexibel genug sind, um mit den raschen Produktzyklen Schritt halten zu können. Foxconn beispielsweise betreibt gewaltige Werksanlagen, wo die Arbeiter in Schläfsälen nächtigen. Auf diese Weise kann das Unternehmen auch aggressive Produktionspläne stemmen: Notfalls weckt man Tausende Arbeiter mitten in der Nacht und schickt sie sofort zur Arbeit. So gelingt es dem Unternehmen, extrem rasch Kapazitäten hochzufahren oder auf Änderungen am Design zu reagieren. Gleichzeitig bedeutet es extremen Druck für die Belegschaft – wie sich 2010 zeigte, als es in Foxconn-Werken fast zu einer Selbstmord-Epidemie gekommen wäre. Roboter wiederum sind imstande, rund um die Uhr zu arbeiten, und je flexibler und leichter trainierbar sie werden, desto attraktiver werden sie selbst bei niedrigen Löhnen als Alternative zu menschlichen Arbeitern.

China ist beileibe kein Einzelfall, wenn es um den Trend zu einer stärkeren Automatisierung in den Entwicklungsländern geht. Einer der arbeitsintensivsten Bereiche der verarbeitenden Industrie beispielsweise ist die Fertigung von Bekleidung und Schuhen. Hier sind die Hersteller aus China abgewandert in Länder mit noch geringeren Löhnen, etwa nach Vietnam und Indonesien. Im Juni 2013 teilte der Sportschuhhersteller Nike mit, steigende Löhne in Indonesien hätten sich negativ auf die Quartalszahlen ausgewirkt. Wie der Nike-Finanzvorstand erklärte, bestehe die Lösung des Problems langfristig darin, den Faktor Arbeit aus dem Produkt zu eliminieren.¹² Die Arbeitsbedingungen, die in vielen Textilfabriken der Dritten Welt existieren, werden häufig als ausbeuterisch kritisiert. Eine verstärkte Automatisierung kann, so die Theorie, als Möglichkeit gesehen werden, dieser Kritik die Spitze zu nehmen.

Der Dienstleistungsbereich – Wo die Jobs sind

In den Vereinigten Staaten und anderen Industrienationen werden die Folgen disruptiver Technologie vor allem im Dienstleistungssektor zu beobachten sein. Das ist nur logisch, schließlich ist heutzutage dort die absolute Mehrheit der arbeitenden Bevölkerung beschäftigt. Dieser Trend zeigt sich bereits an Dingen wie Geldautomaten oder Selbstbedienungskassen, aber in den kommenden zehn Jahren dürften wir im Servicebereich eine Explosion neuer Automatisierungen erleben. Die Folge: Millionen vergleichsweise niedrig bezahlter Arbeitsplätze wären in Gefahr.

Das Start-up Momentum Machines aus San Francisco will die Produktion von Hamburgern in Gourmetqualität vollständig automatisieren. Der Mitarbeiter eines Fast-Food-Restaurants wirft vielleicht einen gefrorenen Patty auf den Grill, aber die Geräte von Momentum Machines formen einen Burger aus frischem Hackfleisch und grillen ihn dann je nach Wunsch. Sie können sogar dafür sorgen, dass das Fleisch genau richtig angebrannt ist, während es gleichzeitig seine Saftigkeit bewahrt. 360 Burger pro Stunde kann die Maschine produzieren, dazu toastet sie das Brötchen und schneidet erst nach Eingang der Bestellung frische

Zutaten wie Tomaten, Zwiebeln und Gurken und belegt den Burger damit. Die Burger werden fertig zusammengesetzt und servierbereit über ein Fließband transportiert. Die meisten Roboterhersteller achten sorgfältig darauf, alles in ein positives Licht zu rücken, wenn es um die möglichen Folgen ihrer Produkte für den Arbeitsmarkt geht. Nicht so Alexandros Vardakostas, Mitgründer von Momentum Machines: „Unser Gerät ist nicht dafür gedacht, die Mitarbeiter noch effizienter zu machen. Es dient dazu, sie komplett zu umgehen.“^{13,*} Das Unternehmen schätzt, dass ein durchschnittliches Schnellrestaurant rund 135.000 Dollar jährlich an Gehältern für Mitarbeiter ausgibt, die Hamburger herstellen, und dass die gesamten Arbeitskosten, die für die US-Wirtschaft im Rahmen der Burger-Herstellung auflaufen, bei etwa neun Milliarden Dollar jährlich liegen.¹⁴ Momentum Machines glaubt, dass sich seine Maschine in weniger als einem Jahr amortisiert, und will nicht nur Restaurants als Kunden gewinnen, sondern auch Convenience Shops und Food Trucks, selbst Verkaufsautomaten wären denkbar. Wenn die Arbeitskosten eliminiert wurden und in Küchen weniger Platz benötigt wird, könnten die Restaurantbetreiber mehr Geld für qualitativ hochwertige Zutaten ausgeben. So könne man Gourmet-Burger zu Fast-Food-Preisen anbieten.

So lecker diese Burger klingen mögen – der Preis für sie wäre beträchtlich. Millionen Menschen arbeiten, oftmals in Teilzeit, im Niedriglohnsektor der Fast-Food- und Getränkeindustrie. Allein McDonald's beschäftigt in seinen 34.000 Restaurants weltweit ungefähr 1,8 Millionen Menschen.¹⁵ Dass im Fast-Food-Sektor nur Niedriglöhne gezahlt wurden, die Sozialleistungen gering waren und die Personalfluktuationsrate groß, hat in der Vergangenheit dafür gesorgt, dass in diesem Segment Anstellung vergleichsweise einfach zu finden war. Der Fast-Food-Sektor

* Das Unternehmen ist sich aber durchaus der Folgen bewusst, die ihre Technologie auf den Arbeitsmarkt haben könnte. Laut Firmen-Website will man ein Programm unterstützen, das Arbeitnehmern, die aufgrund von Momentums Produkten ihre Stelle verloren haben, vergünstigt eine technische Ausbildung anbietet.

und andere Stellen im Einzelhandel, für die nur eine geringe Qualifikation erforderlich ist, fungierten als eine Art privatwirtschaftliches Sicherheitsnetz für Arbeitnehmer mit nur wenigen Optionen. Waren keine besseren Alternativen verfügbar, gab es ja immer noch diese Jobs. In den Jahren bis 2022 werde die Kategorie „Kombiniertes Vorbereiten und Servieren von Lebensmitteln“ (dazu zählen keine Kellner und Kellnerinnen in Restaurants) beim Schaffen neuer Stellen zu den führenden Branchen zählen, prognostizierte im Dezember 2013 die amerikanische Behörde für Arbeitsmarktstatistik. Sie rechnet damit, dass im genannten Zeitraum nahezu eine halbe Million neue Stellen geschaffen werden und eine Million Arbeitsplätze nachbesetzt werden müssen.¹⁶ Seit der Rezession allerdings verändern sich die Regeln, die bis dahin für die Lage am Fast-Food-Markt galten, sehr rasch. 2011 startete McDonald's begleitet von viel Öffentlichkeit eine Initiative, 50.000 neue Mitarbeiter an einem einzigen Tag anzustellen. Es gingen über eine Million Bewerbungen ein – bei diesem Verhältnis ist es statistisch wahrscheinlicher, in Harvard aufgenommen zu werden, als einen McJob zu ergattern. Früher dominierten in der Branche junge Menschen, die sich etwas dazu verdienen wollten, während sie zur Schule gingen. Heute arbeiten dort viel mehr ältere Menschen, für die diese Stelle ihre Haupteinnahmequelle ist. Fast 90 Prozent der Beschäftigten im Fast-Food-Segment sind 20 Jahre oder älter, das Durchschnittsalter liegt bei 35.¹⁷ Viele von diesen älteren Arbeitnehmern haben Familien zu ernähren – eine nahezu unmögliche Aufgabe bei einem mittleren Einkommen von gerade einmal 8,69 Dollar pro Stunde.

Die niedrigen Gehälter und das Fehlen nahezu aller Sozialleistungen haben die Fast-Food-Branche stark in die Kritik gebracht. Im Oktober 2013 machte McDonald's negative Schlagzeilen, als eine Mitarbeiterin für eine Beratung bei der Finanz-Hotline des Unternehmens anrief, nur um sich anhören zu müssen, sie solle doch Lebensmittelmarken und die (staatliche Krankenversicherung) Medicaid beantragen.¹⁸ Tatsächlich hat eine Untersuchung des Labor Center der Universität von Kalifornien in Berkeley ergeben, dass mehr als die Hälfte der Familien, in denen die Lohnempfänger in der Fast-Food-Branche arbeiten, in

irgendeiner Form staatliche Hilfe beziehen. Die resultierenden Kosten für den amerikanischen Steuerzahler bezifferten die Autoren der Untersuchung auf nahezu sieben Milliarden Dollar jährlich.¹⁹

In New York kam es im Herbst 2013 zu Protesten und spontanen Arbeitsniederlegungen in Schnellrestaurants. Die Aktionen breiteten sich auf über 50 amerikanische Städte aus. Die konservative und in der Restaurant- und Hotelbranche gut vernetzte Denkfabrik Employment Policies Institute schaltete daraufhin eine ganzseitige Anzeige im *Wall Street Journal*, in der sie warnte: „Schon bald könnten Roboter Fast-Food-Arbeiter ersetzen, die höhere Löhne fordern.“ Ganz offensichtlich war die Anzeige dazu gedacht, den Protestlern Angst einzujagen, aber das ändert nichts an den Realitäten: Wie das Gerät von Momentum Machines zeigt, ist es fast unvermeidlich, dass in der Fast-Food-Branche eine verstärkte Automatisierung Einzug hält. Firmen wie Foxconn führen in China Roboter ein, die hochpräzise elektronische Bauteile zusammenbauen. Angesichts dieser Tatsache spricht wenig dafür, dass Maschinen nicht eines Tages auch Burger, Tacos und Caffè Lattes servieren werden.*

Die japanische Sushi-Restaurantkette Kura setzt bereits erfolgreich auf Automatisierung. In den 262 Restaurants des Unternehmens helfen Roboter bei der Sushi-Zubereitung, während die Kellner durch Fließbänder ersetzt wurden. Das System weiß genau, wie lange einzelne Sushi-Teller bereits in Umlauf sind, und entfernt automatisch diejenigen, die ihr Haltbarkeitsdatum zu überschreiten drohen. Die Kunden bestellen über einen Touchscreen, und wenn sie mit dem Essen fertig sind, stellen sie die leeren Teller in eine Vorrichtung an ihrem Tisch. Das System erstellt dann automatisch eine Rechnung, säubert die Teller und transportiert sie zurück in die Küche. Kura arbeitet nicht mit Geschäftsführern für jeden einzelnen Standort, sondern setzt auf zentralisierte

* Für Ökonomen ist die Fast-Food-Branche Teil des Dienstleistungssektors.

Von einem technischen Standpunkt aus betrachtet, ist sie dagegen eher eine Art Just-in-time-Produktion.

Einrichtungen, in denen die Manager praktisch jeden einzelnen Aspekt des Restaurantbetriebs aus der Ferne kontrollieren können. Dank des stark auf Automatisierung ausgerichteten Geschäftsmodells kann Kura seine Sushi-Portionen zu 100 Yen (etwa 0,80 Euro) anbieten und ist damit deutlich günstiger als die Konkurrenz.²⁰

Viele der Strategien, mit denen Kura erfolgreich war – vor allem die automatisierte Nahrungsproduktion und das Fernmanagement –, werden möglicherweise in der gesamten Fast-Food-Branche Nachahmung finden. Erste wichtige Schritte in diese Richtung sind bereits eingeleitet worden. So kündigte McDonald's 2011 an, in 7.000 europäischen Restaurants Touchscreens für Bestellungen einzuführen.²¹ Fangen die Branchengrößen erst einmal an, aus zunehmender Automatisierung spürbaren Nutzen zu ziehen, wird der Konkurrenz keine andere Wahl bleiben als nachzuziehen. Automatisierung wird zudem die Möglichkeit bieten, auf anderen Ebenen als nur über die Arbeitskosten zu konkurrieren. Eine Herstellung durch Roboter könnte als hygienischer gelten, da weniger Menschen mit der Nahrung in Kontakt geraten. Die Zweckmäßigkeit würde ebenso zunehmen wie die Geschwindigkeit und die Genauigkeit bei der Einhaltung der Bestellung, zudem würden sich den Kunden mehr Wahlmöglichkeiten eröffnen. Sind die Präferenzen eines Kunden bei einem Restaurant erst einmal eingespeichert, wäre es im Zuge der Automatisierung ein Leichtes, an anderen Standorten beständig dieselben Ergebnisse zu erzielen.

All dies verleitet mich zu der Annahme, dass ein typisches Schnellrestaurant mit der Zeit seine Belegschaftsgröße vermutlich mühelos halbieren kann, vielleicht sind die Einsparungen sogar noch größer. Zumindest in den USA ist der Fast-Food-Markt dermaßen übersättigt, dass es sehr unwahrscheinlich wäre, wenn Neueröffnungen einen derart dramatischen Stellenabbau auffangen könnten. Das wiederum bedeutet: Einen Großteil der neuen Stellen, die die Behörde für Arbeitsmarktstatistik prognostiziert hat, wird es möglicherweise niemals geben.

Der andere große Bereich, in dem sich Niedriglohnstellen konzentrieren, ist der Einzelhandel. Für die Ökonomen der Statistikbehörde ist

„Verkäufer/in im Einzelhandel“ gleich nach „staatlich geprüfte/r Krankenschwester/pfleger“ der Beruf, bei dem im Jahrzehnt bis 2020 die meisten neuen Arbeitsplätze entstehen werden, nämlich mehr als 700.000.²² Doch auch hier könnte technischer Fortschritt diese Prognosen übertrieben optimistisch erscheinen lassen. Vermutlich dürften es drei große Kräfte sein, die in Zukunft Einfluss auf die Arbeitsverhältnisse im Einzelhandel haben werden.

Faktor eins ist die fortwährende Störung der Branche durch Online-Einzelhändler wie Amazon, Ebay und Netflix. Der Untergang großer Einzelhändler wie Circuit City, Borders und Blockbuster belegt, welchen Wettbewerbsvorteil sich die Online-Lieferanten gegenüber den traditionellen Ladengeschäften erarbeitet haben. Sowohl Amazon als auch Ebay experimentieren in einigen amerikanischen Städten mit Methoden, bestellte Artikel noch am selben Tag auszuliefern. Ziel ist es, den örtlichen Geschäften einen der letzten großen Wettbewerbsvorteile zu nehmen, über den sie noch verfügen: die Fähigkeit, nach einem Kauf für sofortige Bedürfnisbefriedigung zu sorgen.

Theoretisch sollte der Vormarsch der Online-Händler nicht zwingend Arbeitsplätze vernichten, sondern nur die traditionellen Einzelhandelsgeschäfte ersetzen durch Lagerhäuser und Vertriebszentren, mit denen die Online-Firmen arbeiten. Die Realität sieht jedoch anders aus: Sind Arbeitsplätze erst einmal in eine Lagerhalle verlegt, können sie deutlich einfacher automatisiert werden. 2012 übernahm Amazon Kiva Systems, einen Hersteller von Lager-Robotern. Kivas Roboter ähneln ein wenig überdimensionierten herumflitzenden Eishockeypucks und sind dafür gedacht, innerhalb von Lagerhäusern Gegenstände zu bewegen. Arbeiter müssen nicht mehr die Gänge entlangstreifen und die Artikel herausuchen. Nun saust einfach ein Kiva-Roboter unter eine gesamte Palette oder ein Regal und bringt es direkt dem Arbeiter, der den Auftrag verpackt. Die Roboter bewegen sich autonom anhand eines Netzes aus am Boden angebrachten Barcodes. Auf diese Weise automatisiert nicht nur Amazon seine Lagerhaltung, sondern auch andere große Einzelhändler wie Toys „R“ Us, Gap, Walgreens und Staples arbeiten so.²³ Bereits ein Jahr nach der Übernahme von Kiva betrieb Amazon rund 1.400

der Roboter und war dabei, die Maschinen in seine gewaltigen Lager zu integrieren. Ein Wall-Street-Analyst schätzte, dass die Roboter dem Unternehmen helfen werden, die Kosten der Auftragsabwicklung um bis zu 40 Prozent zu senken.²⁴

Auch Kroger, einer der größten Lebensmittel-Einzelhändler der USA, hat hochgradig automatisierte Vertriebszentren eingeführt. Wenn Kroger Paletten mit großen Mengen eines einzigen Artikels erhält, ist das System imstande, diese Vorräte aufzuteilen und versandfertige, mit unterschiedlichen anderen Produkten gemischte Paletten zu erstellen. Gleichzeitig kann das System organisieren, wie die Produkte auf den gemischten Paletten so gestapelt werden, dass sie sich in den Läden bestmöglich abladen und einräumen lassen. Die automatisierten Warenhäuser kommen komplett ohne menschliche Unterstützung aus, Menschen werden nur benötigt, um die Laster mit den Paletten zu be- und entladen.²⁵ Die offensichtlichen Folgen, die diese automatisierten Systeme auf die Arbeitsmarktlage haben, sind den Gewerkschaften natürlich nicht entgangen. Die Teamsters Union²⁶ ist wegen dieser Systeme wiederholt mit Kroger aneinandergeraten, ebenso mit anderen Lebensmittel-Einzelhändlern. Sowohl bei den Kiva-Robotern als auch bei den automatisierten Systemen von Kroger bleiben einige Jobs für menschliche Arbeitskräfte erhalten, und zwar vor allem in den Bereichen, die visuelles Erkennen und Geschicklichkeit erfordern, beispielsweise beim Zusammenpacken gemischter Lieferungen für die endgültige Verschiffung. Das wiederum sind nun aber genau die Bereiche, in denen innovative Pack-Roboter wie die von Industrial Perception rasch gegenüber dem Menschen aufholen.

Faktor zwei dürfte das explosionsartige Wachstum des vollautomatischen Selbstbedienungseinzelhandels sein. Oder anders gesagt: von intelligenten Verkaufsautomaten und Verkaufskiosken. Verkaufsautomaten können heute deutlich mehr, als bloß Limonaden, Snacks und grässlichen Instantkaffee zu verkaufen. So stehen beispielsweise in vielen Flughäfen und hochklassigen Hotels Automaten, die Unterhaltungselektronik wie iPods und iPads von Apple anbieten. Zu den führenden Anbietern automatisierter Verkaufsmaschinen gehört AVT. Das

Unternehmen behauptet, für praktisch jedes Produkt eine maßgeschneiderte Selbstbedienungsstation entwickeln zu können. Diese Automaten reduzieren drei der wichtigsten Kostenfaktoren des Einzelhandels dramatisch: Mieten, Arbeitskosten und Diebstahl durch Kunden und Mitarbeiter. Die Maschinen sind rund um die Uhr in Betrieb und viele sind mit Bildschirmen ausgestattet. Das heißt, sie können über zielgerichtete Werbung Kunden dazu verleiten, ähnliche Produkte zu kaufen – ganz so, wie es ein menschlicher Verkäufer vielleicht tun würde. Sie können auch die E-Mail-Adressen der Kunden erfassen und ihnen einen Kaufbeleg schicken. Im Grunde bieten die Maschine viele der Vorteile des Online-Handels mit dem zusätzlichen Vorteil der sofortigen Lieferung.

Die Ausbreitung von Verkaufsautomaten und Verkaufskiosken wird gewiss dazu führen, dass Arbeitsplätze im traditionellen Einzelhandel wegfallen. Natürlich schaffen diese Geräte aber auch wieder Arbeitsplätze, nämlich in Bereichen wie Wartung, Warenversorgung und Reparatur. Die Zahl dieser neuen Stellen dürfte aber deutlich kleiner ausfallen, als Sie es vielleicht vermuten würden. Die modernsten Geräte sind ständig mit dem Internet verbunden und liefern einen beständigen Strom an Verkaufsdaten und Diagnoseinformationen. Sie sind explizit so entwickelt, dass die für den Betrieb erforderlichen Arbeitskosten möglichst gering gehalten werden.

David Dunning war 2010 als regionaler Leiter verantwortlich dafür, 189 Redbox-Kioske im Großraum Chicago zu betreuen, zu warten und mit Ware zu bestücken.²⁷ Redbox betreibt über 42.000 Videoverleihkioske in den USA und Kanada, größtenteils stehen sie in Convenience-Shops und Supermärkten. Pro Tag verleiht das Unternehmen etwa zwei Millionen Videos.²⁸ Dunning leitete die Kioske im Bereich Chicago mit gerade einmal sieben Mitarbeitern. Das Wiederauffüllen ist größtenteils automatisiert. Tatsächlich besteht der größte Arbeitsaufwand darin, die durchsichtigen Filmanzeigen auszutauschen, die auf dem Kiosk zur Schau gestellt werden – ein Vorgang, der pro Maschine im Schnitt keine zwei Minuten dauert. Dunning und seine Mitarbeiter teilen ihre Zeit auf zwischen dem Lager, wo die neuen Filme eintreffen, ihren Autos

und ihrem Zuhause, wo sie online Zugriff auf die Kioske haben und sie steuern können. Die Kioske sind voll und ganz darauf ausgelegt, aus der Ferne gewartet zu werden. Ein Beispiel: Ist eine Maschine verstopft, gibt sie unverzüglich eine Meldung aus. Ein Techniker kann sich dann über sein Laptop einwählen, auf die Mechanik zugreifen und das Problem reparieren – ohne dass er selbst vor Ort sein muss. Neue Filme erscheinen meist dienstags, aber die Kioske können zu jeder beliebigen Zeit vorher befüllt werden. Sie geben die Filme dann automatisch erst zum korrekten Zeitpunkt frei. So können Techniker zum Auffüllen in Zeiten kommen, in denen das Verkaufsaufkommen geringer ist.

Die Arbeit von Dunning und seinen Leuten ist zweifelsohne interessant und erstrebenswert, aber in nackten Zahlen handelt es sich um ein Bruchteil der Stellen, die ein traditioneller Einzelhändler erschaffen würde. Der mittlerweile bankrottgegangene Videoverleiher Blockbuster beispielsweise betrieb früher Dutzende Geschäfte im Großraum Chicago und in jedem arbeitete eigenes Vertriebspersonal.²⁹ In seinen besten Zeiten hatte Blockbuster etwa 9.000 Filialen und 60.000 Mitarbeiter. Das entspricht im Schnitt rund sieben Stellen pro Laden – also in etwa der Zahl, die Redbox für die gesamte Region beschäftigt, für die Dunnings Team zuständig ist.

Faktor drei dürften die Bestrebungen der herkömmlichen Einzelhändler sein, durch verstärkte Automatisierung und Einführung von Robotern wettbewerbsfähig zu bleiben. Dieselben Innovationen, dank derer Produktionsroboter in Bereichen wie Geschicklichkeit und visuelles Erkennen Fortschritte machen, werden es irgendwann ermöglichen, dass sich die Automatisierung im Einzelhandel über Lagerhäuser hinaus erweitert. Dann können Roboter auch in anspruchsvolleren und vielfältigeren Umgebungen eingesetzt werden, etwa beim Einräumen von Waren in den Geschäften selbst. Schon 2005 hat Wal-Mart bereits prüfen lassen, ob es möglich ist, nachts Roboter die Gänge seiner Supermärkte abfahren und durch Scannen der Barcodes automatisch den Warenbestand erfassen zu lassen.³⁰

Gleichzeitig muss man davon ausgehen, dass Selbstbedienungskassen und Informationskioske in den Geschäften leichter zu bedienen

sein und häufiger zum Einsatz kommen werden. Auch Mobilfunkgeräte werden in dieser Hinsicht eine immer wichtigere Rolle übernehmen. In Zukunft werden sich Konsumenten immer stärker auf ihr Smartphone verlassen, wenn es darum geht, im traditionellen Einzelhandel einzukaufen, zu bezahlen, sich helfen zu lassen und Informationen über Produkte einzuholen. Diese Umwandlung des Einzelhandels ist bereits im Gange. So testet beispielsweise Wal-Mart ein Programm, bei dem die Kunden Barcodes scannen und dann über das Handy bezahlen. So sollen lange Schlangen an den Kassen vermieden werden.³¹ Beim Autoverleiher-Start-up Silvercar kann man sein Fahrzeug reservieren und abholen, ohne überhaupt in Kontakt mit Personal gekommen zu sein. Der Kunde scannt zum Aufschließen des Fahrzeugs einfach einen Barcode, schon kann er losfahren.³² Wenn Spracherkennungssoftware wie Apples Siri oder rechenstärkere Systeme wie IBMs Watson noch besser und bezahlbarer werden, warum sollte es dann nicht bald möglich sein, sein Handy im Geschäft um Hilfe zu bitten, so wie man heute einen Mitarbeiter fragt? Mit einem Unterschied natürlich: Als Kunde wird man dann nie wieder warten müssen oder überhaupt erst einmal einen ansprechbaren Mitarbeiter finden müssen. Der virtuelle Assistent wird immer sofort zur Verfügung stehen und nur in den seltensten Fällen eine falsche Antwort geben.

Viele Einzelhändler werden die Automatisierung wohl in das traditionelle Einzelhandelsumfeld einbinden, aber es wird sicherlich auch Unternehmen geben, die ihre Geschäfte völlig neu gestalten – und sie im Grunde genommen in große Verkaufsautomaten verwandeln. Denkbar wäre ein automatisiertes Lager mit einem Schauraum, in dem die Kunden die Waren begutachten und Bestellungen aufgeben können. Die Aufträge werden dann direkt zum Kunden nach Hause geliefert oder vom Roboter ins Fahrzeug des Kunden geladen. Egal, welchen technologischen Pfad der Einzelhandel letztlich einschlagen wird – es fällt schwer, sich ein Szenario vorzustellen, bei dem am Ende nicht mehr Roboter und mehr Maschinen stehen. Und deutlicher weniger Arbeit für Menschen.

Cloud Robotics

Als eine wichtige Antriebskraft der Roboterrevolution könnte sich „Cloud Robotics“ erweisen – darunter versteht man, dass ein Großteil der Intelligenz, die mobile Roboter lebendig macht, in leistungsstarke Rechenzentren ausgelagert ist. Ermöglicht wird Cloud Robotics durch die dramatische Beschleunigung bei der Datenübertragung. Heutzutage kann ein Großteil der Berechnungen, die für moderne Roboteraufgaben benötigt werden, in gewaltige Datenzentren ausgelagert werden, während man gleichzeitig einzelnen Robotern Zugang zu den Ressourcen des Netzwerks gibt. Dadurch lassen sich natürlich günstigere Roboter bauen, da die einzelnen Maschinen weniger Rechenleistung und Speicherplatz benötigen. Zudem lassen sich auf diese Weise Software-Upgrades auf mehrere Maschinen gleichzeitig aufspielen. Wenn ein Roboter mithilfe der zentralisierten Maschinenintelligenz etwas lernt und sich an seine Umgebung anpasst, kann dieses Wissen sofort allen anderen Maschinen im System vermittelt werden. So lässt sich Maschinenlernen einfach auf große Mengen an Robotern verteilen. Google kündigte 2011 an, Cloud Robotics zu unterstützen. Das Unternehmen hat eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt, über die Roboter Zugriff auf alle für Android-Geräte entwickelten Dienstleistungen haben.*

Die stärksten Auswirkungen könnte Cloud Robotics in Bereichen wie visuelle Erkennung haben, bei denen Zugang zu gewaltigen Datenbanken sowie leistungsstarke Rechenfähigkeiten erforderlich sind. Überlegen Sie nur, wie enorm die technische Herausforderung ist, einen Roboter zu bauen, der im Haushalt unterschiedliche Aufgaben übernimmt. Damit eine Roboter-Haushaltskraft ein Zimmer aufräumen kann, muss sie eine praktisch unbegrenzte Menge von Dingen erkennen können und dann entscheiden, was damit geschehen soll. Jedes dieser Dinge gibt es möglicherweise in unterschiedlichen Formen, es

* Dass Google starkes Interesse an Robotik hat, zeigte sich auch 2013. Da übernahm Google innerhalb von sechs Monaten acht Start-ups aus dem Robotik-Bereich. Eines der Unternehmen war Industrial Perception.

liegt anders und ist womöglich noch mit anderen Gegenständen verheddert. Denken Sie an den Roboter von Industrial Perception zurück, den wir zu Beginn des Kapitels kennengelernt haben und der Kisten wegräumen soll. Dieser Roboter kann unterschiedliche Kisten auseinanderhalten und greifen, auch wenn sie wild durcheinandersortiert sind. Das ist eine beeindruckende Leistung, aber sie ist halt nur auf Kisten beschränkt und damit weit davon entfernt, Objekte in praktisch allen Formen und Anordnungen erkennen und bedienen zu können.

Es ist eine große Herausforderung, einen Roboter mit derart ausgeklügelten visuellen Fähigkeiten auszustatten, sodass sein Preis weiterhin bezahlbar bleibt. Möglicherweise ist Cloud Robotics hier der Weg in die Zukunft. Google stellte 2010 „Goggles“ vor und hat seitdem die Fähigkeiten dieser Bilderkennungssoftware noch deutlich verbessert. Sie können ein Foto beispielsweise von einem berühmten Gebäude, einem Buch, einem Kunstwerk oder einem Produkt machen, die Software erkennt dann den Bildinhalt und stellt passende Informationen zur Verfügung. Es wäre außerordentlich schwierig und kostspielig, den Roboter intern so auszurüsten, dass er praktisch jedes Objekt erkennen kann. Deutlich leichter vorstellbar ist ein Szenario, bei dem Roboter künftig auf eine gewaltige zentralisierte Datenbank zugreifen, um mit einer Technik ähnlich wie bei Goggles die Gegenstände in ihrer Umgebung zu erkennen. Die cloudbasierte Bilddatenbank würde ständig aktualisiert und jeder Roboter mit Zugang würde ein sofortiges Upgrade seiner visuellen Erkennungsfähigkeiten erfahren.

Cloud Robotics wird gewiss viel dazu beitragen, dass leistungsfähigere Roboter gebaut werden, aber es wirft gleichzeitig wichtige Fragen auf, vor allem in Sachen Sicherheit. Abgesehen von der erschreckenden Ähnlichkeit zu „Skynet“ – der weltbeherrschenden Maschinenintelligenz in den „Terminator“-Filmen mit Arnold Schwarzenegger – gibt es deutlich stärker praxisbezogene und unmittelbarere Bedenken, was Angriffe von Hackern oder Cyber-Terroristen angeht. Das wird vor allem dann zu einem ganz besonders wichtigen Thema, wenn Cloud Robotics eines Tages eine wichtige Rolle in unserer Transport-Infrastruktur spielen sollte. Ein Beispiel: Automatisierte Laster und Züge bewegen

unter zentralisierter Aufsicht Lebensmittel und andere kritische Vorräte. Ein derartiges System kann eine extrem anfällig sein. Schon jetzt werden immer wieder Stimmen laut, die warnen, dass Industriemaschinen und zentrale Infrastruktur (wie etwa das Stromnetz) verwundbar für Cyber-Angriffe sein können. Ein Beispiel für diese Anfälligkeit war der Stuxnet-Virus, den die Regierungen von USA und Israel 2010 entwickelten und der auf die Zentrifugen abzielte, die der Iran für sein Atomprogramm einsetzte. Wenn eines Tages wichtige Teile der Infrastruktur von zentralisierter Maschinenintelligenz abhängig sind, werden diese Bedenken eine ganz neue Ebene erreichen.

Roboter in der Landwirtschaft

Kein anderer Zweig der amerikanischen Wirtschaft hat als direkte Folge technischen Fortschritts bereits einen derart dramatischen Wandel hinter sich wie die Landwirtschaft. Die meisten neuen Technologien waren dabei natürlich vor allem mechanischer Natur und erschienen lange vor der modernen Informationstechnologie auf der Bildfläche. Ende des 19. Jahrhunderts arbeitete fast jeder zweite Amerikaner in der Landwirtschaft, im Jahr 2000 betrug der Anteil keine zwei Prozent mehr. Feldfrüchte wie Weizen, Mais und Baumwolle können mechanisch gepflanzt, geheckt und geerntet werden. Das Maß an menschlicher Arbeit, das hier benötigt wird, ist in den Industrienationen nahezu unmaßgeblich. Auch in der Viehzucht werden viele Aufgaben, beispielsweise das Melken, maschinell erledigt. In den USA werden Hühner nach Standardgröße gezüchtet, um das automatische Schlachten und Weiterverarbeiten zu erleichtern.

Was in der Landwirtschaft noch an arbeitsintensiven Bereichen geblieben ist, beschränkt sich zumeist auf das Pflücken sehr anfälliger wertvoller Früchte und Gemüse und auf Zierpflanzen und Blumen. Ähnlich wie bei anderen vergleichsweise routinemäßigen und manuellen Tätigkeiten sind diese Berufe bislang vor allem deshalb der Mechanisierung entgangen, weil es hier sehr stark auf visuelle Wahrnehmung und auf Geschick ankommt. Obst und Gemüse nimmt leicht Schaden und muss oftmals nach Färbung oder Härtegrad ausgewählt werden.

Visuelle Erkennung stellt eine Maschine vor eine schwierige Aufgabe – die Lichtverhältnisse können sich ständig ändern und einzelne Obstarten kommen in zahllosen Ausprägungen daher und sind zusätzlich noch teilweise oder vollständig von Blättern verdeckt. Dieselben Innovationen, die die Entwicklung in Lagern und Fabriken vorantreiben, sorgen nun dafür, dass viele der noch verbliebenen landwirtschaftlichen Jobs von der Automatisierung verdrängt werden könnten.

Das Unternehmen Vision Robotics aus dem kalifornischen San Diego entwickelt eine krakenartige Erntemaschine für Orangen. Mithilfe dreidimensionalen maschinellen Sehens erstellt die Maschine ein Computermodell eines kompletten Orangenbaums und speichert dann die Position jeder Frucht. Diese Information geht dann an die acht Roboterarme der Maschine, die die Orangen rasch erntet.³³ Das Start-up Harvest Automation aus Boston hingegen konzentriert sich auf den Bau von Robotern, die den Betrieb von Gärtnereien und Treibhäusern automatisieren. Nach hauseigenen Schätzungen machen bei Zierpflanzen Arbeitskosten mehr als 30 Prozent der Ausgaben aus. Von dem Bedarf an manueller Arbeit im landwirtschaftlichen Bereich in den USA und Europa sollen die Roboter langfristig bis zu 40 Prozent abdecken können, so das Unternehmen.³⁴ In Frankreich wiederum sind experimentelle Roboter bereits dabei, Weinreben zurechtzustutzen. Sie verfügen über maschinelles Sehen und ein Algorithmus gibt ihnen vor, welche Triebe zu beschneiden sind.³⁵ Und eine neue Maschine in Japan kann reife Erdbeeren anhand subtiler Farbvariationen auswählen. Sie kann alle acht Sekunden eine Erdbeere pflücken – ohne Pause, wobei sie den Großteil der Arbeit nachts erledigt.³⁶

Vor allem für Länder, die keinen Zugang zu günstigen Wanderarbeitern haben, sind moderne Landwirtschaftsroboter interessant. Australien und Japan beispielsweise sind beides Inselnationen mit rasch alternder Bevölkerung. Sicherheitsgründe machen, was Arbeitsmobilität angeht, Israel ebenso zu einer virtuellen Insel. Viele Früchte und Gemüsesorten müssen zudem innerhalb eines sehr engen Zeitrahmens geerntet werden. Wenn zum richtigen Zeitpunkt also nicht ausreichend Arbeiter zur Verfügung stehen, kann das ein Riesenproblem sein.

Eine Automatisierung der Landwirtschaft reduziert nicht nur die Notwendigkeit, auf menschliche Arbeitskräfte angewiesen zu sein, sie birgt auch gewaltiges Potenzial, die Landwirtschaft effizienter und weniger belastend für die Ressourcen zu machen. Computer können Feldfrüchte mit einer Präzision überwachen und managen, wie es bei menschlichen Arbeitskräften unvorstellbar wäre. Das Australian Centre for Field Robotics (ACFR) der Universität Sydney arbeitet daran, mithilfe moderner Landwirtschaftsroboter Australien zum wichtigsten Nahrungsmittellieferanten für Asiens explodierende Bevölkerung zu machen – obwohl das Land über vergleichsweise wenig Ackerland und Trinkwasser verfügt. Zur Vision des ACFR gehören Roboter, die ständig die Felder kontrollieren, bei einzelnen Pflanzen Bodenproben entnehmen und dann exakt die benötigte Menge an Wasser oder Dünger injizieren.³⁷ Ist die Dosierung von Dünger oder Pflanzenschutzmitteln an einzelne Pflanzen oder womöglich sogar an die einzelnen Früchte eines Baumes angepasst, könnte das den Bedarf an diesen Chemikalien um bis zu 80 Prozent reduzieren. Das wiederum würde die Menge an giftigen Abwässern dramatisch senken, die dann schließlich Flüsse, Bäche und andere Gewässer verunreinigen.^{38,*}

In den meisten Industrienationen arbeitet die Landwirtschaft ausgesprochen ineffizient. Familien bewirtschaften oftmals nur ein winziges Stück Land, es gibt kaum Kapitalinvestitionen und moderne Technologie steht nicht zur Verfügung. Auch wenn die Methoden der Bewirtschaftung arbeitsintensiv sind, muss das Land meist mehr Menschen ernähren, als zum Bestellen des Lands wirklich nötig sind. Wenn in den kommenden Jahrzehnten die Weltbevölkerung auf neun Milliarden und noch mehr anschwillt, wird auch der Druck immer weiter ansteigen, alles landwirtschaftlich nutzbare Land in größere, effizienter arbeitende Betriebe umzuwandeln, die imstande sind, höhere Erträge

* Präzisionslandwirtschaft – beziehungsweise die Fähigkeit, einzelne Pflanzen oder Früchte zu überwachen und zu betreuen – ist Teil des „Big Data“-Phänomens. Darauf gehen wir ausführlicher in Kapitel 4 ein.

abzuwerfen. Moderne Landwirtschaftstechnologie wird eine wichtige Aufgabe erfüllen müssen, vor allem in jenen Ländern, in denen das Wasser knapp ist und die übermäßige Nutzung von Chemikalien die Umwelt bereits geschädigt hat. Aber eine verstärkte Mechanisierung führt auch dazu, dass Landarbeit nur noch deutlich weniger Menschen einen Lebensunterhalt bieten kann. In der Vergangenheit war es so, dass die Menschen, die freigesetzt wurden, auf der Suche nach Arbeit in die Städte und Industriezentren drängten. Aber wie wir gesehen haben, wandeln sich die Bedingungen in den Fabriken aufgrund der rascheren Automatisierung ebenfalls von Grund auf. Es ist davon auszugehen, dass zahlreiche Entwicklungsländer beim Umgang mit diesen disruptiven Technologien beträchtliche Arbeitslosigkeitsprobleme bekommen werden.

In den USA könnten Landwirtschaftsroboter eines Tages zahlreiche grundlegende Annahmen der amerikanischen Einwanderungspolitik zunichtemachen – ein Thema, das bereits jetzt im Mittelpunkt einer großen politischen Auseinandersetzung steht. In Bereichen, in denen früher zahlreiche Landarbeiter benötigt wurden, macht sich der Effekt der Automatisierung bereits bemerkbar. In Kalifornien geben sich Maschinen nicht mit der visuell herausfordernden Aufgabe ab, Mandeln einzeln abzupflücken – sie packen einfach den gesamten Baum und rütteln kräftig daran. Die Mandeln fallen auf den Boden, von wo eine andere Maschine sie aufklaubt. Viele Bauern in Kalifornien sind von empfindlichen Feldfrüchten wie Tomaten auf robustere Produkte wie Nüsse umgestiegen, denn die können maschinell geerntet werden. Im ersten Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts gingen in Kalifornien die Beschäftigungszahlen in der Landwirtschaft um rund elf Prozent zurück. Gleichzeitig nahm die Gesamtproduktion von Produkten wie Mandeln (die für automatisierte Erntetechniken geeignet sind) explosionsartig zu.³⁹

ROBOTER UND MODERNE Selbstbedienungstechnik halten verstärkt Einzug in nahezu jeden Wirtschaftszweig. Dabei werden sie vor allem Niedriglohnarbeit gefährden, für die nur ein überschaubares Maß an Vorbildung

und Ausbildung erforderlich ist.⁴⁰ Aber exakt diese Jobs machen derzeit den Großteil der Arbeitsplätze aus, die die Wirtschaft neu schafft. Und ohnehin muss die US-Wirtschaft angesichts des Bevölkerungswachstums jedes Jahr allein schon eine Million Stellen kreieren, nur um den Status quo zu wahren. Selbst wenn wir die Möglichkeit außer Acht lassen, dass durch das Auftauchen neuer Technologien die Zahl dieser Jobs schrumpft, hätte allein schon eine Verlangsamung beim Schaffen neuer Arbeitsplätze langfristig zunehmend negative Folgen für den Arbeitsmarkt.

Viele Ökonomen und Politiker werden das als unerheblich abtun und erklären, das sei doch gar kein Problem. Schließlich gelten – zumindest in den Industrienationen – monotone, gering bezahlte und wenig anspruchsvolle Arbeitsplätze gemeinhin ohnehin als kaum erstrebenswert. Wenn Ökonomen darüber sprechen, wie sich die neuen Technologien auf diese Art von Beschäftigung auswirken, hört man häufiger die Formulierung „freigesetzt“ – Arbeitnehmer verlieren ihre schlecht bezahlte Anstellung und können nun eine bessere Ausbildung anstreben und sich nach besseren Posten umsehen. Dahinter steckt natürlich die Grundannahme, dass eine dynamische Wirtschaft wie die amerikanische immer imstande sein wird, in ausreichenden Mengen höher bezahlte und anspruchsvollere Stellen zu erschaffen, die dann all diese „freigesetzten“ Arbeitnehmer aufnehmen – sofern sie sich natürlich die notwendigen Qualifikationen aneignen können.

Das Fundament, auf dem diese Annahme beruht, fängt immer stärker zu wanken an. In den nächsten beiden Kapiteln werden wir beleuchten, wie sich die Automatisierung bislang auf den Arbeitsmarkt und die Löhne in den USA ausgewirkt hat, und wir gehen der Frage nach, was die Informationstechnologie zu einer wirklich einzigartigen disruptiven Kraft macht. Diese Überlegungen werden der Ausgangspunkt sein, von dem aus wir eine laufende Entwicklung weiterverfolgen. Althergebrachte Meinungen zur Frage, welche Stellen aller Wahrscheinlichkeit nach der Automatisierung zum Opfer fallen, werden ins Wanken geraten. Und ist bessere Bildung und mehr Ausbildung wirklich die Lösung? Nein. Die Maschinen haben es nämlich ebenso auf die hoch bezahlten und hoch qualifizierten Arbeitsplätze abgesehen.

