




PLASSEN
VERLAG

The Second **MACHINE AGE**

Wie die nächste
digitale Revolution
unser aller Leben
verändern wird

ERIK BRYNJOLFSSON
ANDREW MCAFEE

Mit einem Vorwort von
PROF. DR. HERBERT HENZLER
Ehemaliger Europachef von McKinsey



The Second **MACHINE AGE**

Wie die nächste
digitale Revolution
unser aller Leben
verändern wird

ERIK BRYNJOLFSSON
ANDREW MCAFEE

Die Originalausgabe erschien unter dem Titel
The Second Machine Age
Von Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee
ISBN 978-0393239355

© Copyright der Originalausgabe:
Copyright © Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee, 2014.

© Copyright der deutschen Ausgabe 2014:
Börsenmedien AG, Kulmbach

Übersetzung: Petra Pyka
Covergestaltung: Johanna Wack
Gestaltung und Satz: Jürgen Hetz, denkportler Grafikmanufaktur
Herstellung: Martina Köhler
Lektorat: Egbert Neumüller
Druck: GGP Media GmbH, Pößneck

ISBN 978-3-86470-211-2

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: 092 21-90 51-0 • Fax: 092 21-90 51-44 44
E-Mail: buecher@boersenmedien.de
www.boersenbuchverlag.de

Für Martha Pavlakis, die Liebe meines Lebens.

Für meine Eltern, David McAfee und Nancy Haller,
die mich auf das zweite Maschinenzeitalter vorbereiteten,
indem sie mir die besten Voraussetzungen gaben,
die ein Mensch nur haben kann.

INHALT

Vorwort	7
Kapitel 1 DIE GROSSEN EREIGNISSE	9
Kapitel 2 WAS DIE NEUEN MASCHINEN ALLES KÖNNEN	23
Kapitel 3 DAS MOORE'SCHE GESETZ UND DIE ZWEITE HÄLFTE DES SCHACHBRETTES	53
Kapitel 4 DIE ALLUMFASSENDE DIGITALISIERUNG	73
Kapitel 5 INNOVATION: NIMMT SIE AB ODER FORMIERT SIE SICH NEU?	89
Kapitel 6 KÜNSTLICHE UND MENSCHLICHE INTELLIGENZ IM ZWEITEN MASCHINENZEITALTER	111
Kapitel 7 DIE GANZE FÜLLE DER RECHNERLEISTUNG	121
Kapitel 8 ÜBER DAS BRUTTOINLANDSPRODUKT HINAUS	133

Kapitel 9	DAS GEFÄLLE	153
Kapitel 10	DIE GRÖSSTEN GEWINNER: STARS UND SUPERSTARS	179
Kapitel 11	DIE EFFEKTE VON WOHLSTAND UND GEFÄLLE	199
Kapitel 12	WIE WIR <i>MIT</i> DEN MASCHINEN INS RENNEN GEHEN KÖNNEN: EMPFEHLUNGEN FÜR DEN EINZELNEN	225
Kapitel 13	POLITISCHE EMPFEHLUNGEN	247
Kapitel 14	LANGFRISTIGE EMPFEHLUNGEN	275
Kapitel 15	DIE TECHNOLOGIE UND DIE ZUKUNFT	299
Dank		311
Anmerkungen		315
Bildquellen		366

VORWORT

von Prof. Dr. Herbert Henzler

Die deutsche Version von „The Second Machine Age“ ist hochaktuell und umfasst alle Bereiche unserer Gesellschaft. Dabei sind Kommentare wie „eine Revolution ist im Gange“ keineswegs zu kurz gegriffen.

Die Autoren beschreiben anschaulich die Entwicklung der ersten industriellen Revolution, für deren herausragende Technologie die Erfindung der Dampfkraft durch James Watt (1776) stand.

In dem dann folgenden ersten Maschinenzeitalter (1776-2000) war zum ersten Mal der Fortschritt durch eine technische Innovation bedingt. Die Fähigkeit, Energie in ungekannten Mengen zu erzeugen, überwand die Limitation der Muskelkraft von Mensch und Tier, und führte zur größten und raschesten Transformation in der Weltgeschichte.

Heute stehen wir mitten im Prozess der digitalen Revolution des zweiten Maschinenzeitalters im Zusammenspiel von Moore's Law (alle 18 Monate verdoppelt sich die Rechnerkapazität der Computer – und das seit nahezu 50 Jahren – und es ist kein Ende in Sicht) mit der Digitalisierung der Welt. Eine Datenexplosion, die bereits im Jahr 2012 2,7 Trilliarden Byte umfasste und weiterhin exponentiell wächst. Big Data in seiner vielfältigsten Form steht erst am Anfang und von unzähligen Innovationen durch die Kombination der Möglichkeiten von Moore's Law und der Digitalisierung zeichnen die Autoren die fundamentalen Kräfte des zweiten Maschinenzeitalters. Hier gibt es selbstfahrende Autos, denkende Maschinen, miteinander kommunizierende Geräte („Internet der Dinge“), Spracherkennungssysteme und unzählige Apps, die das Leben des Menschen bereichern. Wir können ständig messen, wie gesund wir essen, wie tief wir schlafen, permanent

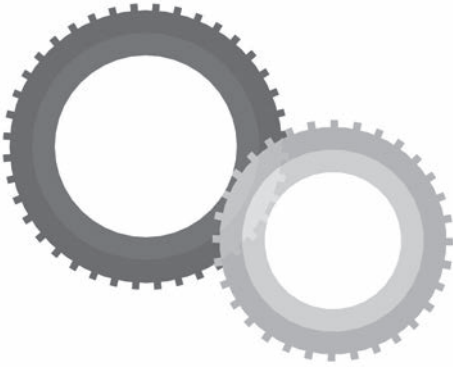
mit Freunden kommunizieren und auf unsere Besitztümer achten. Die Autoren zeigen, dass allein wegen der Zunahme der Rechenleistung alte Paradigmen wie Produktivitätsmaßstäbe und BIP-Definitionen neu gefasst werden müssen und dass durch die Erscheinungen des zweiten Maschinenzeitalters vermutlich die Kluft zwischen Begüterten und weniger Begüterten (im Wesentlichen definiert durch unterschiedliche Fähigkeiten) größer wird.

Auch die Entwicklung eines „Alles-oder-nichts“-Marktes in der digitalen Welt (dargestellt am Fall Kodak) ist eingängig beschrieben, wenngleich es dem Leser einen gelegentlichen Schauer über den Rücken jagt. Märkte, in denen einer alle Wertschöpfung gewinnt und alle anderen leer ausgehen, sind uns Kontinentaleuropäern fremd.

Im Politik-Teil des Buches folgen einige sinnvolle Empfehlungen für neu auszurichtende Bildung, Förderung der Start-up-Szene, Veränderung des Steuersystems und anderes mehr. Dieser Teil ist einfach zu lesen und dem Bestreben geschuldet, das zweite Maschinenzeitalter (in dem es durchaus mehr Arbeitslose geben und in dem Cyber-Crime völlig neue Bedrohungen bieten kann) als ein durchaus menschlich Erstrebenswertes zu zeichnen. Als deutscher Leser wird man allerdings häufig die Bedenken ob der „wunderbaren neuen digitalen Welt“ nicht los.

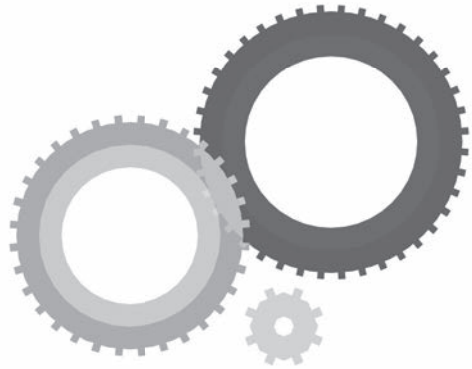
Es ist ein optimistisch geschriebenes Buch, das nahezu ausschließlich auf den US-Markt konzentriert ist und eine hervorragende Ansammlung der zeitgenössischen, überwiegend US-amerikanischen, volkswirtschaftlichen Lehrmeinungen enthält. Das Buch zeigt auf, dass technologischer Fortschritt nicht durch staatliche Eingriffe gehemmt werden kann und dass er unser Leben und das unserer Kinder nachhaltig verändern wird. Wenngleich die deutsche Gesellschaft nur in Randnotizen erwähnt ist, müssen wir davon ausgehen, dass die geschilderten Entwicklungen auch uns mit großer Vehemenz treffen werden.

München, August 2014
Prof. Dr. Herbert Henzler



Kapitel 1

DIE GROSSEN EREIGNISSE



„Technologie ist ein Geschenk Gottes,
neben dem des Lebens vielleicht sein größtes.
Sie ist die Mutter von Zivilisation, Kunst und Wissenschaft.“

— Freeman Dyson

WAS SIND DIE WICHTIGSTEN Errungenschaften der Menschheitsgeschichte?

Wie jeder schnell merkt, der sich diese Frage stellt, ist sie nicht so leicht zu beantworten. Wann beginnt die „Menschheitsgeschichte“ eigentlich? Der anatomisch und verhaltensbiologisch moderne und sprachfähige *Homo sapiens* verbreitete sich aus seiner afrikanischen Heimat vor rund 60.000 Jahren.¹ Etwa 25.000 Jahre vor unserer Zeitrechnung² hatte er die Neandertaler und andere Hominiden ausgelöscht. Danach gab es für ihn keine Konkurrenz mehr durch andere aufrecht gehende Spezies mit großem Gehirn.

25.000 Jahre würden sich daher als Zeitspanne für die Rückverfolgung der großen Errungenschaften der Menschheit anbieten – wäre da nicht die entwicklungsverzögernde Eiszeit gewesen, die die Erde in dieser Zeit erlebte.³ In seinem Buch „Wer regiert die Welt? Warum Zivilisationen herrschen oder beherrscht werden“ zeichnet der Anthropologe Ian Morris den Entwicklungsverlauf der menschlichen Gesellschaft ab 14.000 vor unserer Zeitrechnung nach, als es auf der Welt spürbar wärmer wurde.

Schwer zu beantworten ist unsere Eingangsfrage aber auch deshalb, weil nicht von vornherein klar ist, welche Kriterien wir anlegen sollten: Welche Entwicklungen sind denn wirklich bedeutend? Die meisten von uns würden vermutlich sagen, ein Vorfall oder Schritt, der den Lauf der Welt verändert – der die Kurve der

Menschheitsgeschichte umlenkt. Viele behaupten, die Domestizierung von Tieren habe das getan – als eine unserer frühesten maßgeblichen Leistungen.

Der Hund kann durchaus schon vor 14.000 vor unserer Zeitrechnung domestiziert worden sein, doch für das Pferd gilt das nicht. Erst 8.000 Jahre später sollten wir erstmals Pferde züchten und auf Koppeln halten. Auch das Rind war damals schon gezähmt (etwa 6.000 vor unserer Zeitrechnung) und Ochsen wurden vor den Pflug gespannt. Die Domestizierung von Arbeitstieren beschleunigte die Umstellung von der Nahrungssuche auf den Ackerbau, eine maßgebliche Entwicklung, die 8.000 vor unserer Zeitrechnung bereits im Gang war.⁴

Die Landwirtschaft sicherte reiche und verlässliche Nahrungsquellen, was die Entstehung größerer menschlicher Ansiedlungen ermöglichte – und am Ende die Städte. Städte wiederum gaben verlockende Ziele für Plünderer und Eroberer ab. Auf der Liste wesentlicher menschlicher Entwicklungen sollten daher auch große Kriege stehen – und die Imperien, die dadurch entstanden. Solche Reiche – ob das der Mongolen, der Römer, der Araber oder der Osmanen, um nur vier zu nennen – gestalteten die Welt. Sie prägten Monarchien, Handel und Sitten über riesige Gebiete hinweg.

Es gibt aber natürlich auch bedeutsame Entwicklungen, die nichts mit Tieren, Pflanzen oder Kriegeren zu tun haben – die Ideen nämlich. Der Philosoph Karl Jaspers stellt fest, dass Buddha (563 bis 483 vor unserer Zeitrechnung), Konfuzius (551 bis 479 vor unserer Zeitrechnung) und Sokrates (469 bis 399 vor unserer Zeitrechnung) zeitlich (wenn auch nicht örtlich) sehr nah beieinander lebten. Seiner Analyse zufolge sind diese Männer die wichtigsten Denker einer „Achsenzeit“, die von 800 bis 200 vor unserer Zeitrechnung andauerte. Jaspers bezeichnet diese Ära als „ein Aufatmen in das hellste Bewusstsein hinein“ und behauptet, dass die Philosophen jener Zeit den großen Zivilisationen transformative Geistesströmungen bescherten: der indischen, der chinesischen und der europäischen.⁵

Buddha begründete außerdem eine der großen Weltreligionen, und billigerweise gehört die Etablierung der großen Glaubensrichtungen wie Hinduismus, Judentum, Christentum und Islam ebenfalls auf die Liste der wichtigen menschlichen Entwicklungen. Schließlich hat jede Religion das Leben und die Werte von vielen Millionen Menschen beeinflusst.⁶

Viele Vorstellungen und Offenbarungen dieser Religionen verbreiteten sich durch das geschriebene Wort, das an sich schon eine grundlegende Innovation der Menschheitsgeschichte ist. Die Geister scheiden sich an der Frage, wann, wo und wie die Schrift erfunden wurde, doch wir können mit einiger Sicherheit davon ausgehen, dass sich dies gegen 3.200 vor unserer Zeitrechnung in Mesopotamien ereignet hat. Schriftzeichen, die das Zählen erleichtern sollten, gab es damals auch schon. Das Konzept der Null, das uns heute so selbstverständlich erscheint, jedoch noch nicht. Das moderne Zahlensystem, das wir als das arabische bezeichnen, entwickelte sich etwa im Jahr 830 unserer Zeitrechnung.⁷

Die Liste wichtiger Entwicklungen ließe sich lange fortsetzen. Die Athener praktizierten rund 500 Jahre vor unserer Zeitrechnung erstmals die Demokratie. Die Pest dezimierte die europäische Bevölkerung in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts um mindestens 30 Prozent. Kolumbus besegelte 1492 die Meere und sorgte für erste Interaktionen zwischen der Neuen und der Alten Welt, die beide verändern sollten

Die Menschheitsgeschichte auf einen Blick

Wie können wir uns nun Klarheit darüber verschaffen, welche dieser Entwicklungen die *allerwichtigste* ist? Für jeden der genannten Kandidaten gibt es leidenschaftliche Befürworter – Menschen, die vehement und überzeugend darlegen, warum eines dieser Phänomene alle anderen in den Schatten stellt. Morris stößt in „Wer regiert die Welt?“ eine grundlegendere Debatte an: ob es nämlich überhaupt sinnvoll oder legitim ist, menscheitsgeschichtliche

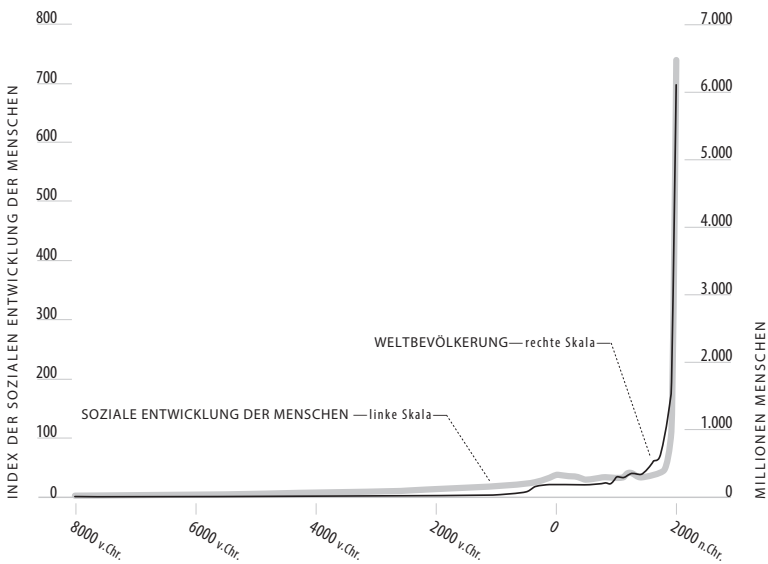
Vorgänge und Entwicklungen einzuordnen beziehungsweise zu vergleichen. Viele Anthropologen und andere Sozialwissenschaftler stellen das in Abrede. Morris widerspricht, und sein Buch stellt den kühnen Versuch dar, die menschliche Entwicklung zu quantifizieren. Er schreibt: „Wenn man ... das Meer der Fakten auf einfache numerische Werte reduziert, hat das seine Tücken, aber auch den einen großen Vorteil: In der Debatte um diese Werte sind alle Beteiligten gezwungen, sich auf dieselben Beweismittel einzulassen – mit erstaunlichen Resultaten.“⁸ Anders formuliert, wenn wir wissen wollen, welche Entwicklungen die Kurve der Menschheitsgeschichte umgelenkt haben, sollten wir zunächst versuchen, diese Kurve aufzuzeichnen.

Morris hat durchdacht und sorgfältig quantifiziert, was er als *gesellschaftliche Entwicklung* im zeitlichen Verlauf bezeichnet: die „Fähigkeit einer Gemeinschaft, mit sich und der Welt zurechtzukommen“.* Wie Morris anmerkt, sind die Ergebnisse überraschend, ja nachgerade erstaunlich. Sie zeigen, dass keine der bislang erörterten Entwicklungen eine große Rolle gespielt hat – zumindest nicht im Vergleich zu einer anderen, die der Kurve der Menschheitsgeschichte eine absolut beispiellose neue Richtung

* Morris definiert die gesellschaftliche Entwicklung des Menschen anhand von vier Merkmalen: Energieausbeute (Kalorien pro Person, die der Umwelt für Nahrung, Obdach und Handel, Industrie und Landwirtschaft und Transport abgewonnen werden), Grad der Verstädterung (Größe der größten Stadt), Kapazität der Kriegsführung (Zahl der Truppen, Feuerkraft und Schnelligkeit der Waffen, logistische Kapazitäten und ähnliche Faktoren) und Informationstechniken (Entwicklungsstand der verfügbaren Mittel zum Austausch und zur Verarbeitung von Informationen und den Umfang ihrer Nutzung). Jedes Attribut wird in eine Zahl umgerechnet, die sich mit der Zeit ändert – von null bis 250. Die gesamte gesellschaftliche Entwicklung ist schlicht die Summe dieser vier Zahlen. Weil er Vergleiche zwischen dem Westen (Europa, Mesopotamien und Nordamerika zu unterschiedlichen Zeiten, zu denen der Entwicklungsstand jeweils am höchsten war) und dem Osten (China und Japan) anstellen wollte, berechnete er die gesellschaftliche Entwicklung für jeden Bereich gesondert, und zwar von 14.000 vor unserer Zeitrechnung bis 2000 unserer Zeitrechnung. Im Jahr 2000 lag der Osten nur bei der Verstädterung vorne (da Tokio die größte Stadt der Welt war) und hatte einen sozialen Entwicklungswert von 564,83. Der Westen verbuchte 2000 906,37 Punkte. Wir bilden den Durchschnitt aus diesen beiden Zahlen.

gegeben hat. Hier die grafische Darstellung der gesamten Weltbevölkerung im zeitlichen Verlauf in Gegenüberstellung zur sozialen Entwicklung. Wie Sie sehen, sind die beiden Linien nahezu identisch:

Abb. 1.1 In Zahlen ist die Menschheitsgeschichte größtenteils langweilig.



Viele tausend Jahre tendierte die Kurve der menschlichen Entwicklung langsam aufwärts – quälend langsam, fast schon unmerklich. Tiere und Bauernhöfe, Kriege und Imperien, Philosophien und Religionen übten allesamt nur geringen Einfluss aus. Doch vor reichlich 200 Jahren ereignete sich plötzlich etwas Einschneidendes, das die Kurve der Menschheitsgeschichte – der Bevölkerung und ihrer sozialen Entwicklung – um fast 90 Grad knickte.

Motoren des Fortschritts

Was das war, ahnen Sie sicher schon. Schließlich handelt dieses Buch ja vom Einfluss der Technologie. Sie liegen also absolut richtig, wenn Sie annehmen, dass wir mit diesem Einstieg zeigen wollen, wie bedeutsam die technische Entwicklung ist. Der Knick, den die Kurve Ende des 18. Jahrhunderts verzeichnet, fällt mit einer Entwicklung zusammen, über die wir schon viel gehört haben: die industrielle Revolution, also das Zusammenspiel mehrerer nahezu zeitgleicher Entwicklungen im Maschinenbau, in der Chemie, in der Metallurgie und anderen Disziplinen. Wie Ihnen mittlerweile klar sein dürfte, sind es diese technischen Entwicklungen, die dem sprunghaften, nachhaltigen Fortschritt in der Menschheitsentwicklung zugrunde liegen.

Dabei können wir sogar ganz genau sagen, *welche* Technik die wichtigste war – nämlich die Dampfmaschine, und zwar die von James Watt und seinen Kollegen in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts entwickelte und verbesserte.

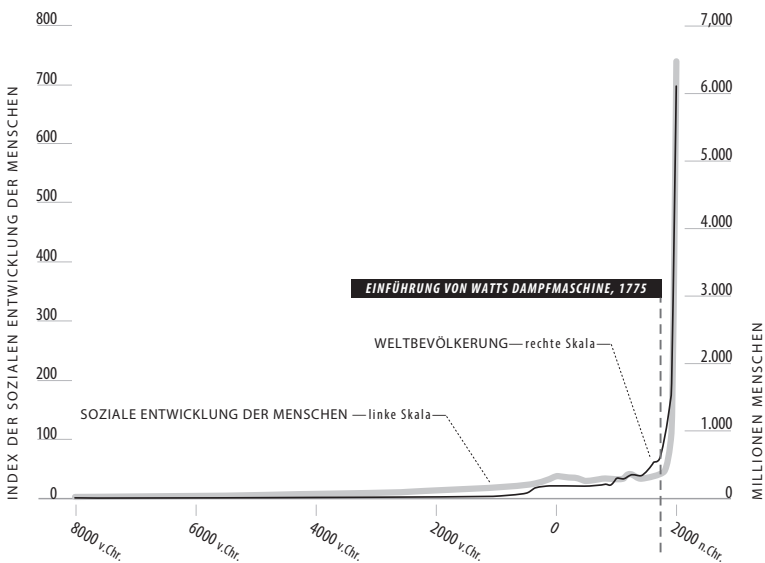
Vor Watt waren Dampfmaschinen äußerst ineffizient. Sie schöpften nur rund ein Prozent der von der verbrannten Kohle freigesetzten Energie ab. Watts brillante Spielereien zwischen 1765 und 1776 steigerten diesen Wert um mehr als das Dreifache.⁹ Wie Morris schreibt, hatte das die entscheidende Wirkung: „Obwohl ... [die Dampf-] Revolution mehrere Jahrzehnte benötigte, um sich zu entfalten ..., war es dennoch die größte und schnellste Transformation der gesamten Weltgeschichte.“¹⁰

Die industrielle Revolution ist natürlich nicht allein die Geschichte der Dampfkraft, doch mit Dampf fing alles an. Mehr als je zuvor konnten wir die Grenzen menschlicher und tierischer Muskelkraft überwinden und nach Belieben enorme Mengen nutzbarer Energie erzeugen. Das ermöglichte Fabriken und Massenproduktion, Eisenbahnen und Massentransport – in anderen Worten, das moderne Leben. Die industrielle Revolution läutete das erste Maschinenzeitalter der Menschheit ein. Zum ersten Mal beruhte

unsere Weiterentwicklung vor allem anderen auf technischer Innovation. Und in diese Zeit fielen die am tiefsten greifenden Umwälzungen, die die Welt je erlebt hat.* Die Fähigkeit, enorme mechanische Kraft zu erzeugen, war so bedeutsam, dass, wie Morris es formulierte, „alle Triumphe und Tragödien ... zur Bedeutungslosigkeit zusammen[schrumpften].“¹¹

Nun bricht das zweite Maschinenzeitalter an. Computer und andere digitale Errungenschaften haben auf unsere geistigen Kräfte – die Fähigkeit, mithilfe unseres Gehirns unsere Umwelt zu verstehen und zu gestalten – die gleiche Wirkung wie die Dampf-

Abb. 1.2: Was knickte die Kurve der Menschheitsgeschichte?
Die industrielle Revolution.



* Wir bezeichnen die industrielle Revolution als erstes Maschinenzeitalter. Von manchen Wirtschaftshistorikern wird aber auch die Phase des raschen technischen Fortschritts Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts als „Maschinenzeitalter“ betitelt. Andere nennen diesen Zeitraum die zweite industrielle Revolution, wie auch wir in den folgenden Kapiteln.

maschine und ihre Ableger auf die Muskelkraft. Sie ermöglichen uns, frühere Einschränkungen zu überwinden, und führen uns auf Neuland. Wie genau sich diese Umwälzung vollziehen wird, liegt noch im Dunklen, doch ob das neue Maschinenzeitalter die Kurve ebenso drastisch verformt wie Watts Dampfmaschine oder nicht, eine große Sache ist sie allemal. Inwiefern und warum, erklärt Ihnen dieses Buch.

Um es vorab schon auf den Punkt zu bringen: Die Geisteskraft ist für Fortschritt und Entwicklung – für unsere physische und intellektuelle Fähigkeit, mit uns und der Welt erfolgreich zurechtzukommen – mindestens ebenso wichtig wie die physische Kraft. Ein so kräftiger und ungekannter Impuls für die Geisteskraft sollte der Menschheit daher einen enormen Schub verleihen – genauso wie früher einmal ihr physisches Pendant.

Die Aufholjagd

Wir haben dieses Buch im Grunde aus Verwirrung geschrieben. Jahrelang haben wir uns mit den Auswirkungen digitaler Technik wie Rechnern, Software und Kommunikationsnetzen in der Überzeugung beschäftigt, ihre Möglichkeiten und Grenzen einigermaßen zu durchblicken. Doch in den letzten Jahren sind wir immer wieder überrascht worden. Die ersten Computer stellten Diagnosen für Krankheiten, hörten und sprachen und verfassten lesbare Prosa, während Roboter durch Lagerhäuser schwirrten und Autos mit minimaler oder ganz ohne Einmischung des Fahrers unterwegs waren. Die digitale Technik war in vielen dieser Disziplinen lange Zeit geradezu lachhaft unzulänglich gewesen – und plötzlich war sie richtig gut. Wie kam das? Und was bedeutete dieser so erstaunliche Fortschritt, der gleichzeitig als so selbstverständlich aufgefasst wurde?

Wir beschlossen, gemeinsam zu versuchen, diesen Fragen auf den Grund zu gehen. Wir fingen so an, wie es die meisten Wirtschaftswissenschaftler tun: Wir lasen jede Menge Abhandlungen

und Bücher, analysierten Daten und diskutierten Ideen und Hypothesen. Das war notwendig und sinnvoll, doch dazugelernt haben wir erst, als wir unseren Elfenbeinturm verließen – und da wurde es richtig spannend. Wir sprachen mit Erfindern, Investoren, Unternehmern, Ingenieuren, Wissenschaftlern und vielen anderen, die Technologien entwickeln und einsetzen.

Ihrer Offenheit und Großzügigkeit verdanken wir diverse futuristische Erfahrungen im unglaublichen Umfeld der digitalen Innovation von heute. Wir sind in einem fahrerlosen Auto gefahren, haben zugeschaut, wie ein Computer Mannschaften aus Harvard- und MIT-Studenten bei *Jeopardy!* schlug, haben einen Industrieroboter trainiert, indem wir ihn buchstäblich bei der Hand nahmen und durch eine Reihe von Schritten führten, hatten eine wunderschöne Metallschale in der Hand, die von einem 3D-Drucker hergestellt worden war, und erlebten zahllose weitere atemberaubende Begegnungen mit Technologie.

Wo wir heute stehen

Durch diese Aktivitäten gelangten wir zu drei übergreifenden Schlussfolgerungen.

Erstens leben wir in einer Zeit des verblüffenden Fortschritts digitaler Technologien – also solcher, die im Kern auf Hardware, Software und Netzwerken beruhen. Diese Technologien sind keinesfalls neu. Unternehmen kaufen bereits seit über 50 Jahren Computer, und die Zeitschrift *Time* erklärte den PC schon 1982 zur „Maschine des Jahres“. Doch ebenso wie die Dampfmaschine erst nach Generationen so weit war, dass sie die industrielle Revolution auslösen konnte, brauchten auch unsere digitalen Maschinen Zeit, um sich weiterzuentwickeln.

Wir zeigen auf, warum und wie zuletzt die ganze Leistungsfähigkeit dieser Technik freigesetzt wurde, und geben Beispiele für ihre Möglichkeiten. „Ganz“ bedeutet wohlgerne nicht „ausgereift“. Computer werden sich weiter verbessern und Neues, nie

Dagewesenes vollbringen. Mit der „ganzen Leistungsfähigkeit“ meinen wir lediglich, dass die wesentlichen Bausteine gelegt sind – dafür nämlich, dass digitale Technik für Gesellschaft und Wirtschaft ebenso bedeutsam und revolutionär wird wie die Dampfmaschine. Kurz, durch die Computer stehen wir an einem Wendepunkt – einem Punkt, an dem die Kurve einen starken Knick bekommt. Wir treten ein in ein neues Maschinenzeitalter.

Zweitens sind wir überzeugt, dass der von der Digitaltechnik herbeigeführte Wandel durch und durch positiv ist. Für uns bricht eine Ära an, die nicht nur anders wird: Sie wird besser, weil wir neben der Vielfalt auch das Volumen unseres Konsums steigern können. So formuliert – im spröden Jargon der Wirtschaftswissenschaftler – klingt das wenig einladend. Wer will denn schon immer mehr konsumieren? Dabei „konsumieren“ wir ja auch Informationen aus Büchern und von Freunden, Unterhaltung durch Superstars und Amateure, Erkenntnisse von Lehrern und Akademikern und zahllose andere immaterielle Dinge. Technik kann uns diesbezüglich größere Auswahl und mehr Freiheit bringen.

Werden diese Dinge digitalisiert – in Bits verwandelt, die auf einem Rechner gespeichert und über ein Netz versendet werden können –, erhalten sie diverse eigenartige und wundersame Eigenschaften. Sie unterliegen anderen wirtschaftlichen Grundsätzen, unter denen der Überfluss die Norm ist, nicht der Mangel. Wie wir aufzeigen werden, sind digitale Güter anders als physische, und dieser Unterschied ist von großer Bedeutung.

Natürlich sind physische Güter nach wie vor wesentlich. Die meisten von uns hätten gern mehr davon, in größerer Auswahl und besserer Qualität. Vielleicht wollen wir ja gar nicht mehr essen, aber auf jeden Fall besser oder anders. Vielleicht wollen wir nicht unbedingt größere Mengen fossiler Brennstoffe verbrauchen, doch möchten gern bequemer an mehr verschiedene Orte gelangen. Computer helfen uns, diese Ziele zu erreichen – und viele mehr. Die Digitalisierung verbessert die physische Welt, und diese Verbesserungen werden immer bedeutsamer. Die Wirtschaftshistoriker