

**Bachelorarbeit**

Industrie 4.0 – nur ein Buzzword oder doch die vielleicht grösste Umgestaltung  
in der Geschichte der Arbeitswelt?

Die grosse Abkopplung und seine Folgen

**Eingereicht von:**

Andrea O. Weckherlin  
Ebnetstrasse 16, 8132 Egg bei Zürich  
weckhand@students.zhaw.ch  
Matrikelnummer: 14-678-130  
W.BA.BO.14HS.VZGMa  
Studiengang: General Management  
ZHAW School of Management and Law

**Betreut durch:**

Dr. Matthias Ehrat  
ZHAW School of Management and Law

## **Vorwort**

Schon immer hatte ich eine Affinität zu technologischen Dingen. Mir war daher immer klar, für meine Bachelorarbeit etwas in diese Richtung zu wählen. Vor kurzem habe ich mich dann mit dem Buch «The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird» von Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee befasst. Zum einen war es unglaublich interessant, zum anderen geradezu erschreckend wie die Digitalisierung und Automatisierung unser aller Leben beeinflusst hat und künftig beeinflussen wird. Dies hat mich daraufhin dazu bewogen, meine Bachelorarbeit dem Thema Industrie 4.0 und dessen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt, gepaart mit den Überlegungen von Brynjolfsson und McAfee zur grossen Abkopplung zu widmen.

Ich empfehle das Buch wärmstens jenen, die sich dafür interessieren, wie die Digitalisierung unsere Wirtschaft und vor allem unseren Alltag prägen wird. Denn schlussendlich betrifft diese Veränderung jeden einzelnen. Als Technologie-Experten liefern sie zudem spannende Einblick in den aktuellen Stand der Wissenschaft. Und wagen einen zuverlässigen Blick in eine technologisch umgestaltete Zukunft.

Ich möchte mich an dieser Stelle auch ganz herzlich bei Dr. Matthias Ehrat für die Unterstützung bedanken. Er hat meine Bachelorarbeit betreut und ist mir während dieser Zeit stets beratend und mit hilfreichen Tipps zur Seite gestanden.

## Management Summary

In einer Zeit des Übergangs muss sich die Gesellschaft den neuen Strukturen des digitalen Lebensraums anpassen. Denn sie steht vor grossen Herausforderungen hinsichtlich technologischer und wirtschaftspolitischer Wandlungsprozesse. Gemäss den Forschungsergebnissen von Brynjolfsson und McAfee wird aus den volkswirtschaftlichen Daten der USA ein Paradoxon ersichtlich: eine grosse Abkopplung. Seit 1980 führen die Effekte der Digitalisierung zu einer Stagnation in Beschäftigung und Einkommen, obwohl der gesamtwirtschaftliche Wohlstand wächst. Dies fördert eine zunehmende Spaltung der Gesellschaft. Trotzdem herrscht Uneinigkeit über die Hintergründe. Es fehlt ein einheitliches Verständnis.

Die Arbeit nimmt sich zum Ziel, die Auswirkungen der grossen Abkopplung auf die Arbeitsmärkte zu untersuchen. Es wird erörtert, wie das Phänomen zu verstehen ist und inwiefern sich seine Treiber und Trends mit der Situation in Europa vergleichen lassen. Dabei soll evaluiert werden, wie die «menschliche» Beschäftigung in Zukunft sichergestellt werden kann.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage werden basierend auf einer umfassenden Literaturrecherche die Phasen der industriellen Revolution und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft diskutiert sowie relevante Begrifflichkeiten und Konzepte bezüglich Industrie 4.0 definiert und in Bezug gesetzt. Aufgrund der theoretischen Basis aktueller Forschungsergebnisse und Daten der statistischen Bundesämter, wird eine Sekundärforschung zu den Erkenntnissen von Brynjolfsson und McAfee durchgeführt. Letztlich wird diese Thematik in die bevorstehende Phase der Industrie 4.0 weitergezogen, um die zukünftig nötige Herangehensweise und die geforderten Fähigkeiten für Arbeitnehmende darzulegen.

Die Resultate der Bachelorarbeit verdeutlichen, dass die grosse Abkopplung ein globales Problem darstellt. Bei genauerer Betrachtung sprechen die Ergebnisse insgesamt aber dafür, dass die Befürchtungen bezüglich Massenarbeitslosigkeit derzeit unbegründet sind. Primär verändern sich die Zusammensetzung der menschlichen Arbeit und die Qualifikationsanforderungen. Daher gilt es, anders als die Autoren betonen, nicht die Maschinen zu fürchten, sondern vielmehr die Geld- und Machtelite in Politik und Wirtschaft. Ihre Präferenz mehr in den Produktionsfaktor Kapital zu investieren, dient als Ausgangspunkt für die grosse Abkopplung. Sie beeinträchtigt die Löhne sowie die Anzahl der Arbeitsplätze und vergrössert die Schere zwischen Arm und Reich.

Das zuverlässige Erfassen der Auswirkungen der Digitalisierung und der zusammenhängenden Abkopplung der betrachteten Indikatoren bleibt eine grosse Herausforderung und wird auch mit Abschluss dieser Arbeit nicht vollends geklärt. Die Messmethoden erweisen sich als nicht zuverlässig genug. Trotzdem argumentiert diese Arbeit, dass relevante Lehren aus früheren industriellen Revolutionen gezogen werden können, um der Generation von morgen den rechten Weg zu ebnet. Mit Hilfe dieser Erkenntnisse ist ein Schritt in Richtung akkurater und zielführender wirtschaftspolitischer Massnahmen für das Zeitalter Industrie 4.0 getan.

# Inhaltsverzeichnis

MANAGEMENT SUMMARY .....	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	VI
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 PROBLEMSTELLUNG.....	1
1.2 BEDEUTSAMKEIT DER FORSCHUNG.....	2
1.3 FORSCHUNGSFRAGE UND ZIELSETZUNG .....	3
1.4 METHODIK .....	4
1.5 AUFBAU: VORGEHENSWEISE UND GROBGLIEDERUNG .....	5
2 DIE PHASEN DER INDUSTRIELLEN REVOLUTION .....	7
2.1 BEGRIFFLICHE ABGRENZUNG UND DEFINITION .....	7
2.2 DIE ERSTE INDUSTRIELLE REVOLUTION: DIE MECHANISIERUNG .....	8
2.3 DIE ZWEITE INDUSTRIELLE REVOLUTION: DIE ELEKTRIFIZIERUNG.....	9
2.4 DIE DRITTE INDUSTRIELLE REVOLUTION: DIE COMPUTERISIERUNG .....	11
2.5 SCHLUSSBETRACHTUNG.....	13
3 INDUSTRIE 4.0 – DIE VIERTE INDUSTRIELLE (R)EVOLUTION.....	14
3.1 BEGRIFFLICHE ABGRENZUNG .....	14
3.2 INDUSTRIE 4.0: HINTERGRUND .....	15
3.3 ARBEITSSITUATION HEUTE VS. ARBEITSSITUATION MORGEN .....	17
3.3.1 Arbeitssituation heute .....	17
3.3.2 Arbeitssituation morgen.....	18
3.3.2.1 Erfahrungswissen.....	19
3.3.2.2 Cyber-physische Systeme .....	19
3.3.2.3 Smart Product.....	21
3.3.2.4 Smart Factory.....	21
3.3.2.5 Das Geschäftsmodell von morgen .....	22
3.3.2.6 Schlussbetrachtung .....	25
3.4 TREIBER UND TRENDS: WAS STEHT DER WELT IN ZUKUNFT BEVOR? .....	26
3.4.1 Daten .....	27
3.4.1.1 Big Data: Definition.....	28
3.4.1.2 Big Data: Rohstoff der digitalen Wirtschaft .....	29

3.4.1.3	Datenschutz.....	30
3.4.2	Robotik.....	30
3.4.3	Künstliche Intelligenz (KI) .....	33
3.4.3.1	Eine falsche Herangehensweise.....	33
3.4.3.2	Anwendungsbereich.....	34
3.4.3.3	Maschinelles Lernen in der Zukunft .....	35
3.4.4	Schlussbetrachtung .....	36
4	DIE GROSSE ABKOPPLUNG UND IHRE FOLGEN .....	37
4.1	HINTERGRUND .....	38
4.2	DIE GROSSE ABKOPPLUNG IN DEUTSCHLAND? .....	44
4.3	DER KAMPF UM DEN ARBEITSPLATZ – WAS STECKT DAHINTER?.....	48
4.4	SCHLUSSBETRACHTUNG.....	62
5	SPANNUNGSFELDER DER DIGITALEN TRANSFORMATION: BESCHÄFTIGUNG .....	64
5.1	WER WIRD BETROFFEN SEIN? .....	65
5.2	EIN GLOBALES PHÄNOMEN .....	67
5.3	EIN LICHTBLICK FÜR «ARBEITEN 4.0» .....	69
5.4	WORAUF WIRD ES ANKOMMEN?.....	70
5.5	MENSCH VS. MASCHINE – ODER DOCH MENSCH UND MASCHINE .....	73
5.6	SCHLUSSBETRACHTUNG.....	75
6	FAZIT .....	76
7	LITERATURVERZEICHNIS .....	83

## Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: PRODUKTIVITÄT UND BESCHÄFTIGUNG IN DEN USA, 1970 BIS 2011 .....	39
ABBILDUNG 2: DIE GROSSE ABKOPPLUNG IN DEN USA, 1947 BIS 2011 .....	40
ABBILDUNG 3: BESCHÄFTIGUNGSQUOTE: ALTER 25–54: ALLE PERSONEN IN DEN VEREINIGTEN STAATEN VON AMERIKA, 1977 BIS 2011 .....	41
ABBILDUNG 4: WACHSTUM VOM BIP UND MITTLEREN EINKOMMEN IN DEN USA, 1953 BIS 2011 .....	42
ABBILDUNG 5: DIE GROSSE ABKOPPLUNG IN DEUTSCHLAND .....	45
ABBILDUNG 6: BESCHÄFTIGUNG IN DEUTSCHLAND .....	47
ABBILDUNG 7: ANTEIL DER ARBEIT AM BIP .....	50
ABBILDUNG 8: UNTERNEHMENSGEWINNE (IN MRD.) .....	52
ABBILDUNG 9: PROZENTUALE VERÄNDERUNG DER BESCHÄFTIGUNGSANTEILE PRO JAHRZEHNT (1980 BIS 2010) FÜR DIE SCHWEIZ .....	54
ABBILDUNG 10: PROZENTUALE VERÄNDERUNG DES REALEN MEDIANLOHNES PRO JAHRZEHNT (1991 BIS 2011) FÜR DIE SCHWEIZ .....	55
ABBILDUNG 11: AGGREGIERTE GESAMTEINKOMMEN NACH EINKOMMENSCHICHTEN ...	56
ABBILDUNG 12: ERWACHSENE BEVÖLKERUNG NACH EINKOMMENSCHICHT .....	58

## Abkürzungsverzeichnis

3D	Dreidimensional
acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
BFS	Bundesamt für Statistik
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
CogIMon	Cognitive Compliant Interaction Motion
CPS	Cyber-physical Systems
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EU	Europäische Union
IFR	International Federation of Robotics
IIC	Industrial Internet Consortium
IoT	Internet of Things
IT	Informationstechnik
IuK	Informations- und Kommunikations-Technologien
KI	Künstliche Intelligenz
LBR	Leichtbauroboter
ML	Machine Learning
MRK	Mensch-Roboter-Kollaboration
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
SOEP	Sozio-oekonomisches Panel



# 1 Einleitung

Humanoide Roboter, 3D-Drucker, Supercomputer oder auch selbstfahrende Autos drängen mehr und mehr in Bereiche des alltäglichen Lebens vor. Was zunächst als Zukunftsszenario erschien, wird immer mehr zur Realität und schliesslich als normal erachtet. Dies ist umso mehr der Fall, weil die Anerkennung dieser Technologien seitens der Unternehmen von Tag zu Tag steigt und sie diese immer mehr zu schätzen wissen. Doch was bedeutet das alles für die Arbeitswelt von morgen? Es verstärkt den Eindruck, dass die Welt vor einem bedeutsamen Wendepunkt steht.

Im ersten Kapitel wird in das Thema eingeführt sowie die Forschungsfrage definiert. Es werden die zu lösenden Probleme und ihre Relevanz aufgezeigt. Zudem wird erläutert, welche methodische Vorgehensweise gewählt wurde, und nicht zuletzt wird das Ziel dieser Arbeit definiert.

## 1.1 Problemstellung

Der Begriff «Industrie 4.0» wird schon seit geraumer Zeit von den Medien aufgegriffen und immer wieder wird darüber debattiert, welche Auswirkungen und Herausforderungen sich daraus ergeben. Die vorliegende Arbeit befasst sich damit, wie die Digitalisierung das Leben von Grund auf verändern wird, zum Guten oder aber zum Schlechten.

Die Gesellschaft befindet sich in einer Zeit des Übergangs. Grosse Teile des persönlichen Umfeldes sind bereits von der Digitalisierung geprägt. Heute steht die Welt am Anfang des sogenannten «Second Machine Age» – zu Deutsch des zweiten Maschinenzeitalters – und ebendieses wird das Schicksal vieler Arbeitnehmender bestimmen. Der technische Fortschritt treibt die Weltwirtschaft voran, was jedoch gleichermassen auch Unklarheiten und Probleme in sich birgt. Das generelle Credo vieler Verantwortlicher in Wirtschaft und Politik: «Wenn die Wirtschaft wächst, profitieren alle» scheint im heutigen Zeitalter nach den Autoren Brynjolfsson und McAfee nicht mehr unantastbar zu sein (Bernstein & Raman, 2015). Im Buch «The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird» zeigen die Autoren auf, wie umfassend dieser Veränderungsprozess sein wird. Sie behandeln dort nicht nur den Teil der technologischen Umgestaltung, sondern sie fokussieren sich auch auf deren gesellschaftliche Auswirkungen.

Ein einschneidendes Thema, das im Buch behandelt wird, ist die «grosse Abkoppelung». Die Autoren zeigen auf, dass die Produktivität der Unternehmen und der gesamtwirtschaftliche Wohlstand stetig ansteigen, dementsprechend aber die Einkommen stagnieren und ein Beschäftigungsrückgang ersichtlich ist. Doch was steckt dahinter? Gemäss den Autoren ist ein Grossteil dieser Entwicklung auf Effekte der Digitalisierung zurückzuführen. Rational geprägte Unternehmen präferieren immer mehr, in Technologie statt in Mitarbeitende zu investieren. Mit anderen Worten, diese Präferenz beeinträchtigt die Löhne sowie die Anzahl der Arbeitsplätze. Dieser Trend wird sich in Zukunft wohl noch mehr verstärken, da Roboter und Computer immer weiter dazulernen und sogar selbständig agieren können. Was früher noch dem menschlichen Können vorbehalten war, wird Schritt für Schritt durch die Digitalisierung aufgeholt und wegrationalisiert (Bernstein et al., 2015). Welche Auswirkungen wird dieses Phänomen haben? Wird durch unser Streben nach mehr vielleicht dazu führen, dass wir schliesslich weniger haben? Laut einer Studie der ING-DiBa sind 59% der Arbeitsplätze in ihrer jetzigen Form in Deutschland bedroht (Brzeski & Burk, 2015).

## **1.2 Bedeutsamkeit der Forschung**

Dank einem exponentiellen Anstieg der Leistungsfähigkeit von Computern – diese verdoppelt sich etwa alle 18 Monate – erlebt die Technologie seit geraumer Zeit eine regelrechte Leistungsexplosion (Moore's law, 2006). Entwicklungen haben jedoch immer auch einen bitteren Beigeschmack. Auch die erste industrielle Revolution, mit dem Aufkommen der Dampfkraft und der zunehmenden Mechanisierung, brachte zwar enormen Wohlstand in die Gesellschaft, hatte aber auch Ausbeutung der Arbeiter, darunter vielfach Kinder, Umweltverschmutzung und Krankheiten zur Folge (Brynjolfsson & McAfee, 2015, S. 20). Die Frage stellt sich, was die zukünftigen Parallelen dazu sein werden.

Das Problem ist, dass nicht alle gleichermassen von diesem digitalen Fortschritt profitieren, sondern ein Teil der Gesellschaft auf der Strecke bleiben wird. Unternehmen haben dank dieser Technologien immer weniger Bedarf an Mitarbeitenden, die Routinearbeiten erledigen. Diese sind meist in der Mittelschicht anzutreffen, deren Tätigkeiten die Computer und Roboter effizienter und vor allem günstiger ausführen können. Es stellt sich immer wieder die Frage, wie die Gesellschaft zu den Menschen steht, deren Arbeitskraft nicht mehr benötigt wird, weil Maschinen viel mehr leisten können. Die Roboter verdrängen also mehr und mehr den Menschen, insbesondere aus der industriellen Produktion. Das Einkommensgefälle und die Nichtberücksichtigung der Mittelschicht sind

demnach zwei der Hauptgründe für den Rückgang der Durchschnittseinkommen. Dabei ist die Nachfrage nach gering qualifizierten Informationsarbeitern gesunken, während die nach hoch qualifizierten gestiegen ist (Bernstein et al., 2015). Dieses Phänomen wird «skill-biased technical change» genannt (Acemoglu, 2002; Machin, 2004; Spitz-Oener, 2006; MacCroy, Westerman & Brynjolfsson, 2015). Dieser ist dahingehend zu verstehen, dass Arbeitskräfte mit besserer Bildung oder differenzierteren Kompetenzen in dieser Phase begünstigt sind, da sie die Technik nutzen können, um Wert für die Unternehmen zu schaffen. Das hat zur Folge, dass sich die Schere zwischen Arm und Reich weiter vergrößern wird. Einige wenige werden extrem reich und viele Menschen viel ärmer (Bernstein et al., 2015).

### **1.3 Forschungsfrage und Zielsetzung**

Basierend auf der Problemstellung bildet folgende Forschungsfrage den Leitfaden der Bachelorarbeit:

Sind die Überlegungen zum Buch von Brynjolfsson und McAfee (The Second Machine Age) auf Europa beziehungsweise Deutschland übertragbar? Welche Auswirkungen und Herausforderungen ergeben sich daraus? Und wie kann die «menschliche» Beschäftigung in Zukunft sichergestellt werden?

Die von Brynjolfsson und McAfee beobachtete Abkopplung zeigt sich nicht nur in den USA, auch in den meisten anderen Industrieländern sind diese Trends erkennbar, zum Beispiel auch in Deutschland. Das Ziel dieser Arbeit ist es, dem Phänomen der grossen Abkopplung auf den Grund zu gehen und zu beweisen, dass diese Situation nicht nur die USA vor beträchtliche Aufgaben stellt, sondern auch Europa stark betreffen wird. Die Arbeit leistet dahingehend einen Beitrag, indem sie aufzeigt, wie Arbeitnehmende und Arbeitgebende an diese Thematik herangehen müssen, damit sie auf die zukünftigen Entwicklungen vorbereitet sind. Die Absicht besteht darin, den Stand der wissenschaftlichen Forschung wiederzugeben, die dort dargestellten Ergebnisse zu beschreiben und später die aufgestellten Hypothesen zu den Auswirkungen der Digitalisierung bzw. Automatisierung in Amerika nun mit Hilfe neuer Daten und Erkenntnisse auf Deutschland anzuwenden, zu vergleichen und neu zu interpretieren. Diese neuen Erkenntnisse sollen die bisher bekannten erweitern. Zusätzlich soll mit Hilfe empirischer Abschätzungen ein

Blick auf die künftige Arbeitswelt geworfen werden, um der Thematik rund um Industrie 4.0 Rechnung zu tragen.

Der Fokus dieser Arbeit liegt klar auf den Folgen der Digitalisierung und deren Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Mögliche Aspekte, die die technischen Eigenschaften betreffen, werden hier nur ansatzweise berücksichtigt. Des Weiteren werden politische Handlungsempfehlungen bezüglich der fortschreitenden Technologisierung, auf Grund zu diversifizierter Ansätze, bewusst vermieden, da sie von unzähligen volkswirtschaftlichen Umständen abhängig sind.

#### **1.4 Methodik**

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine Literaturlarbeit. Der momentane Stand der Forschung ist angesichts einer Vielzahl an Statistiken und Studien schon fortgeschritten. Als Methodik wird demnach die Inhaltsanalyse angewendet. Anhand dieser können die Aussagen und Daten Schritt für Schritt analysiert, beschrieben und schliesslich durch Zahlenmaterial belegt werden. Alle Ergebnisse sind somit überprüfbar. Durch Klassifikation und Bewertung der Zusammenhänge bzw. der Widersprüche kann schliesslich ein relevanter Nachweis für neue Erkenntnisse hergeleitet werden. Als Forschungsmethode wird primär die Induktion angewandt. Durch Beobachtungen und diverse Recherchen sollen möglichst viele relevante Muster, Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den USA und Deutschland eruiert werden. Dadurch sollen mögliche Rückschlüsse auf die direkten Korrelationen gezogen werden können (Balzert, Schröder & Schäfer, 2011, S. 73-74).

Es geht in dieser Arbeit nicht darum, neue Fakten zu erheben, sondern aus der Diskussion und neuartigen Verknüpfung der bestehenden Daten unter neuen Gesichtspunkten neue Erkenntnisse zu erhalten, mit denen neue Ideen und Hypothesen aufgestellt werden können.

## 1.5 Aufbau: Vorgehensweise und Grobgliederung

Im Rahmen dieser Arbeit wird der eben erläuterte, zukünftige Umbruch durch die Digitalisierung anhand folgender Fragestellungen untersucht:\*

- Wie ist das Phänomen der grossen Abkopplung zu verstehen? Und wie sind die diesbezüglichen Kernaussagen über die USA mit Deutschland und anderen europäischen Staaten zu vergleichen?
- Welche wirtschaftlichen wie auch gesellschaftlichen Chancen und Herausforderungen ergeben sich daraus? Wie reagieren der Arbeitsmarkt bzw. die Geschäftsmodelle darauf?
- Hat es bisher schon vergleichbare Situationen gegeben? Sind Trends und Treiber ersichtlich?
- Wozu werden intelligente Systeme künftig in der Lage sein und welche Fähigkeiten der Menschen sind (noch) nicht ersetzbar?
- Was ist erforderlich, um für die Zukunft gewappnet zu sein?

In einem ersten Teil werden als Einleitung ins Thema die verschiedenen Phasen der industriellen Revolution dargestellt. Dies dient vor allem dazu, den Übergang zur jetzigen Situation besser nachvollziehen zu können: Wie kam es zum heutigen technischen Fortschritt? Was sind die Kernpunkte und die grössten Unterschiede? Anschliessend wird die Thematik rund um den Begriff «Industrie 4.0» herangezogen und näher erläutert. Anhand einer differenzierten Abgrenzung der heutigen Arbeitssituation von der von morgen, soll der Leser dabei einen detaillierten Einblick in die zukünftige Arbeitswelt erhalten. In einem weiteren Abschnitt werden die Treiber und Trends der vierten industriellen Revolution anhand der Teilbereiche Daten, Robotik und künstliche Intelligenz (KI) erläutert.

Im zweiten Teil folgt die ausführliche Analyse zur grossen Abkopplung. Zuerst werden die Ergebnisse von Brynjolffson und McAfee dargestellt, bevor der Ländervergleich zwischen den USA und Deutschland mittels diverser Statistiken und Studien vollzogen wird. Dies wird eingangs mit Blick auf vier zentrale Parameter einer Volkswirtschaft bewerkstelligt: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (BIP), Arbeitsproduktivität, Beschäftigung und das Durchschnittseinkommen der privaten Haushalte. Wie entwickeln sich die ver-

---

\* Diese Fragestellungen stellen einen Leitfaden für die Bearbeitung der Arbeit dar und sind klar von der eigentlichen Forschungsfrage zu trennen.

schiedenen Parameter, sind Trends zu erkennen? Anschliessend wird tiefer auf die Thematik eingegangen und der Fokus wird auf die Einkommensschichten gerichtet. Es soll eruiert werden, ob in der Vergangenheit eine potenzielle Ungleichheit der Gesellschaft ersichtlich war.

Im dritten Teil werden die Spannungsfelder der digitalen Transformation hinsichtlich der Industrie 4.0 behandelt. In erster Linie betrifft dies die Beschäftigungseffekte: Werden durch Digitalisierung und Automatisierung mehr Arbeitsplätze gewonnen oder verloren? Unter welchen Bedingungen kann neue Beschäftigung erschlossen werden? Welche Arbeitsplätze sind (noch) nicht bedroht? Welche Aussagen bzw. Hilfestellungen können allenfalls für die Zukunft gewonnen werden? Und wie ist die Rolle des Staates zu werten?

Im abschliessenden Fazit sollen die Resultate noch einmal kurz resümiert und daraus Schlüsse gezogen werden. Es werden Beziehungen, Widersprüche und Inkonsistenzen, Positives sowie Negatives aufgezeigt und dies wird alles kritisch durch den Autor bewertet. Schliesslich sollen (wenn möglich) neue Zusammenhänge zwischen den dargestellten Ergebnissen hergestellt werden. Da sie auf Textinterpretationen beruhen, können sie allerdings nicht als objektiv gewertet werden. Voraussagen, inwieweit sich die digitalen Technologien entwickeln werden, sind zudem nur eingeschränkt möglich, da es sich noch um Neuland handelt.

## **2 Die Phasen der industriellen Revolution**

Langzeitstatistiken belegen: Über mehrere tausend Jahre hinweg vermehrte sich die Menschheit nur sehr langsam. Aber nicht nur die Bevölkerungsanzahl, sondern auch andere Indikatoren, die das zur Verfügung stehende Wissen oder die soziale Entwicklung anzeigen, entwickelten sich äusserst schleppend. Vor rund 200 Jahren gab es eine einschneidende Zeit, einen Wendepunkt in der Geschichte der Menschheit – die industrielle Revolution. Es waren die technischen Errungenschaften, die der Menschheitsentwicklung einen sprunghaften, nachhaltigen Schub verlieh (Brynjolfsson et al., 2015, S. 13-16). Die Frage, die sich hier zunächst stellt, ist offensichtlich: Was bewirkten die industriellen Revolutionen und wie ist die Menschheit mit ihnen umgegangen? Um dies zu prüfen, dient das folgende Kapitel als Einführung in das bisher noch nicht ausreichend definierte Forschungsgebiet der industriellen Revolution. Dabei befasst sich der erste Teil mit der begrifflichen Weite und den bisherigen Phasen der industriellen Revolution. Mit Blick auf deren historische Entwicklung werden die wesentlichen Veränderungen identifiziert.

### **2.1 Begriffliche Abgrenzung und Definition**

Zunächst soll definiert werden, was überhaupt unter dem Begriff der industriellen Revolution zu verstehen ist. Seine Verwendung lässt sich bis ins 18. Jahrhundert zurückverfolgen. Hier stand er für eine technische Neuerung, die nicht nur technisch-wirtschaftliche, sondern auch soziale Umwälzungen nach sich zieht. Also beschrieb er die Auswirkungen neuer technologischer Erfindungen auf den Arbeitsalltag der Menschen und, aus volkswirtschaftlicher Sicht, auf die gesamte Gesellschaft (Landes, 1973, S. 114). Dieses Verständnis ist jedoch nicht als allgemeingültig zu erachten. Die in der Literatur geschaffenen Definitionsansätze zur industriellen Revolution driften in verschiedene Richtungen, was auf verschiedenartige Herangehensweisen an den Begriff zurückzuführen ist. Hauptsächlich sind Unterschiede zwischen der europäischen und der amerikanischen Perspektive zu deuten, begründet durch die geschichtlichen, geographischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten (Ziegler, 2012, S. 10ff.). Eine allgemeingültige Einordnung der industriellen Revolution lässt sich demnach nur schwer vornehmen. Der Begriff sollte daher nicht definitorisch abgegrenzt werden, sondern er muss stets im jeweiligen Kontext betrachtet werden. Hierzu müssten die Länder und im Speziellen sogar die einzelnen Regionen des jeweiligen Landes berücksichtigt werden (Ziegler, 2012, S. 10ff.). Wie also zu erkennen ist, lässt dieser Begriff Spielraum für verschiedene Ansätze, je nach verwendeter Quelle.

Die hier zitierten Autoren kommen aber trotz unterschiedlicher Einschätzungen zu teils ähnlichen Schlussfolgerungen. Hieraus lassen sich Gemeinsamkeiten ableiten, aus denen sich wiederum ein Orientierungsrahmen entwickeln lässt. Dieser ist für die Einschätzung der Relevanz der unterschiedlichen Standpunkte in der Literatur hilfreich. Für die folgende Betrachtung der verschiedenen Phasen soll zur Vermeidung von Missverständnissen die mehrheitlich verwendete Einteilung der industriellen Revolution übernommen werden. Zum einen wird davon ausgegangen, dass industrielle Revolutionen zu einem beschleunigten Wirtschaftswachstum führen. Zum anderen werden die in dieser Periode entwickelten Innovationen und der Durchbruch in der Industrie als industrielle Revolution definiert. Dies bildet die Grundlage für die folgenden Ausführungen.

## **2.2 Die erste industrielle Revolution: die Mechanisierung**

Es gab bisher drei Phasen der industriellen Revolution. Die erste begann zum Ende des 18. Jahrhunderts in England mit der Einführung mechanischer Produktionsanlagen, die mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft angetrieben wurden. Dies bedeutete also den Übergang von der Agrargesellschaft hin zur Industriegesellschaft (Weller-Essers, 2010). Viele zukunftsweisende Erfindungen, wie die der Dampfmaschine und des mechanischen Webstuhls, fielen in diesen Zeitraum.

1769 erfand James Watt die Dampfmaschine (Weller-Essers, 2010). Mit dieser neuen Energiequelle wurde es möglich, die Muskelkraft des Menschen als Hauptantriebsquelle zu ersetzen. Dieser Moment wird als Geburtsstunde der modernen Wirtschaft angesehen, also als Übergang vom Handwerk hin zur Industrie (Brynjolfsson et al., 2015, S. 15-16). Am Anfang war die Textilindustrie der Ausgangspunkt für die technologischen Erneuerungen. Zur gleichen Zeit boomten aber auch andere Bereiche, wie die Eisen- und Stahlindustrie, woraus die ersten Eisenbahnen, Dampfschiffe und die Schwerindustrie hervorgingen. Holz und Kohle wurden zu den Hauptenergieträgern. Die Dampfmaschine revolutionierte somit auch die Reisemöglichkeiten zu Land und zur See und förderte neue Handelswege (Frick, 2017). Sie breitete sich sodann rasch flächendeckend aus und war der eigentliche Motor der Industrialisierung (Herter, 2016).

1786 konstruierte Edmond Cartwright in England den ersten mechanisierten und durch Wasser- und Dampfkraft angetriebenen Webstuhl. Die Einführung des sogenannten «Power Loom», hatte die Mechanisierung der Arbeit zur Folge und gilt daher als Meilenstein für die Industrialisierung. Bisher ausschliesslich auf Handarbeit angewiesen, mussten sich die Bediener der Anlagen nun dem Takt anpassen, um reibungslos vom



Ausgangsprodukt zur fertigen Ware zu kommen (Jäger, 2008). Doch weitaus bedeutender war die Erkenntnis, dass diese Prozessschritte nun auch von ungelerten Arbeitern ausgeführt werden konnten (Autor & Dorn, 2013b). In erster Linie führte dies zu einer bedeutenden Steigerung der Produktivität in Bezug auf qualitativ gleichwertige Produkte, die gleichzeitig kostensparender produziert werden konnten. Textilien, die bis anhin nur der Oberschicht zugänglich waren, konnten nun auch für die breitere Bevölkerung hergestellt werden (Jäger, 2008). Die daraus resultierende Nachfrage steigerte zum einen das Ansehen der Industrie und schuf zum anderen schliesslich auch Beschäftigung in diversen Wirtschaftszweigen (Dorn, 2015). Dieser Schritt hatte zudem eine wachsende Mittelschicht zur Folge, die als Träger des wirtschaftlichen Aufschwungs einen bedeutenden Beitrag leistete (Autor et al., 2013b).

Dies war positiv für die Fabrikbesitzer, jedoch negativ für die gelernten Näherinnen, die noch in Handarbeit Fäden spinnen und Stoffe webten – nun aber durch Maschinen ersetzt wurden. Die Rationalisierung der Arbeit, die man bis heute kennt, setzte von da an ein. Somit hatte die erste Phase eine tiefgreifende Umformung der wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten sowie der Arbeitsbedingungen und Lebensumstände zur Folge (Sandler, 2013, S. 6).

### **2.3 Die zweite industrielle Revolution: die Elektrifizierung**

Die Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion mit Hilfe von elektrischer Energie als Antriebskraft zu Beginn des 20. Jahrhunderts begründete die nächste Revolutionsstufe der Industrialisierung (Frick, 2017). Ausgehend von der vom US-amerikanischen Ingenieur Frederick Winslow Taylor entwickelten Konzeption der Arbeitsteilung, dem «Taylorismus», wurde der Produktionsprozess durch eine starke Rationalisierung aufgrund von Arbeitsteilung, Standardisierung und Fliessbandfertigung geprägt (Taylor, 1913, S. 134). Es entwickelte sich eine zunehmende Automatisierung in der Fertigungsindustrie (Gausemeier, Plass & Wenzelmann, 2014, S. 3). Diese Phase gilt daher als die Zeit der Hochindustrialisierung (Osterhammel, 2012, S. 62).

Der rasche Strukturwandel hatte Verschiebungen zwischen den Produktionssektoren zur Folge. Die landwirtschaftliche Bevölkerung ging rasant zurück, während die Industriebevölkerung immer weiter zunahm (Bortis, 2011, S. 8). Dadurch gewannen Grossbetriebe\* zunehmend an Bedeutung (Osterhammel, 2012, S. 62). Ferner wuchs auch die

---

\* Der Richtwert hierfür war zu dieser Zeit, eine Mitarbeiterzahl von über 50 Angestellten (Osterhammel, 2012, S. 62).

Verbindung von Forschung und Industrie. Nicht nur gingen Unternehmen enge Partnerschaften mit Universitäten ein. Sie bewirtschafteten auch eigene Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Dieser Schritt war für die Erfindung neuer Verfahren unentbehrlich geworden. Dadurch konnten sie direkt in die Forschung miteingreifen und Produkte und Dienstleistungen nach ihren Vorstellungen verwirklichen (Landes, 1973, S. 114). Durch diesen Schritt konnten bedeutende Grundlagen für eine «moderne Welt» geschaffen werden – so wie sie heute existiert. Entdeckungen wie die Glühbirne, Generatoren, Verbrennungsmotoren und vor allem Fließbänder waren für den Ausbau grossindustrieller Massenproduktion von enormer Bedeutung (Gerginov, 2013a; Dorn, 2015). Die Entwicklung elektrischer Antriebe und Verbrennungsmotoren erlaubte eine Dezentralisierung der einzelnen Anlagenteile, die die Produktion in dieser Masse erst ermöglichte (Artischewski, 2014, S. 7).

Vor allem ein Name wird mit dieser Phase immer wieder in Verbindung gebracht: Henry Ford. Der Automobilpionier Ford war es, der 1913 den Start der industriellen Massenproduktion mit Hilfe des motorisierten Fließbands einläutete und so einen wesentlichen Beitrag für die spätere Automobilindustrie leistete (Bender, 2017). Er nahm daher für die künftigen Entwicklungen eine Vorreiterrolle ein.

Die durch Fließbandfertigung folglich einhergehende Produktionssteigerung bei gleichzeitig sinkenden Stückkosten bestätigte den Schritt von Ford. Zwischen 1909 und 1926 konnte der Verkaufspreis eines Ford-T-Modells von anfänglich 950 auf 290 US-Dollar gesenkt werden (Weber, 2007). Im selben Zeitraum wurden über 15 Millionen Exemplare verkauft (Kreitling, 2011). Möglich wurde dies durch eine effizientere Fertigungsmethode: Jeder Arbeiter führte an seinem Arbeitsplatz nur noch wenige Schritte aus, während das Auto auf dem Fließband weiterfuhr. Aus einem Ein-Mann-Job wurde ein 29-Mann-Arbeitsprozess, was die Gesamtarbeitszeit um etwa 34 Prozent reduzierte (Bright, 1958, S. 16-17). Dadurch konnte die Arbeitszeit für ein Automobil von zwölf Stunden auf etwa 90 Minuten reduziert werden (Kreitling, 2011).

Es darf aber nicht übersehen werden, dass dieser Fortschritt auch Nachteile mit sich brachte. Mit der Elektrifizierung wurde die Arbeit zunehmend weiter automatisiert. Die neuen Maschinen wurden extra für ungelernte Arbeiter konzipiert (Hounshell, 1985, S. 239). Auf diese Weise verlor das Erfahrungswissen der Produktionsarbeiter, das bis dahin

von enormem Wert war, merklich an Bedeutung. Dieser Trend zieht sich bis in die heutige Zeit durch.\*

Die zweite Phase baute also nahtlos auf der ersten auf. Ebnete letztere noch den Weg hin zur Industriegesellschaft, so lag der Fokus der zweiten industriellen Revolution auf der effektiven Nutzung neuer Energieformen (Gerginov, 2013a). Die Elektrifizierung der Städte und der Haushalte und auch die Verbesserungen der sanitären Anlagen, wie fließendes Wasser oder die Gebäudeheizung, war nur der Entwicklung der elektrischen Energie zu verdanken (Englert, 2015). Daneben erfolgte auch der Ausbau der Kommunikationsstrukturen. Die bis anhin verwendete Telegraphentechnik wich nach der Erfindung des Telefons den Telefonnetzen. Hinzu kam die Einführung der Fotografie sowie des Radios (Dorn, 2015). Doch auch Erdöl wurde zu einer immer bedeutenderen Komponente. Es fungierte als Grundstoff für die chemische Industrie, mit dem es möglich wurde, Benzin herzustellen, was somit den Ausbau der Autoindustrie förderte. Insbesondere die Automobil- und Chemieindustrie entwickelten sich fortwährend und konnten von der elektronischen Technik in dieser Phase wesentlich profitieren (Gerginov, 2013a).

## **2.4 Die dritte industrielle Revolution: die Computerisierung**

Die dritte industrielle Revolution oder auch digitale Revolution begann in den 1970er-Jahren. Diese Phase wurde durch die Computerisierung und den Einsatz von Elektronik und Informationstechnik (IT) zum Zweck der weiteren Automatisierung der (Produktions-)Arbeit angetrieben (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013, S. 18). Sie ist die aktuellste Phase des technologischen Wandels, die den Arbeitsmarkt erreicht hat. Hier wurden die grundlegendsten technischen Voraussetzungen für den anschließenden Siegeszug der digitalen Technologien geschaffen. Durch den Trend der Digitalisierung wandelten sich schliesslich praktisch alle Bereiche des Lebens und aller Branchen.

Doch diese Technologien waren keinesfalls neu. Die Idee eines computerähnlichen Gerätes kam bereits 1833 auf. Konrad Zuse war es aber dann, der 1941 mit der ZUSE Z3 die ersten funktionstüchtigen Geräte baute. Er gilt damit als Vordenker des modernen universell programmierbaren Computers (Weiss, 1993). Anfangs noch als einfache Rechner verwendet, ist heute unverkennbar, dass Computer weitaus mehr zu bieten haben.

---

\* Dieses Beispiel unterstreicht das zu Beginn dieses Jahrhunderts beobachtete Muster: Maschinen waren eine relative Ergänzung zu den ungelerten Arbeitskräften, wohingegen hoch qualifizierte Handwerker substituiert wurden (Brown & Philips, 1986; Atack, Bateman & Margo, 2004; Rotman, 2013).

Computer werden zwar bereits seit den 1940er-Jahren genutzt. Erst 40 Jahre später wurden sie aber umfassend von der breiten Bevölkerung wahrgenommen. So beeinflusste die Computerisierung auch massgeblich die künftige Büroarbeit.

Ab 1980 begannen Computer nicht nur im Beruf, sondern auch im privaten Bereich Anwendung zu finden. Waren sie zu Beginn noch verpönt – es kursierte die Behauptung, sie seien ausserhalb der Geschäftsgrenzen nicht von Bedeutung und ausserdem viel zu teuer – so waren sie aus dem täglichen Leben bald nicht mehr wegzudenken (Finsterbuch, 2011). Also war dies der Start des digitalen Zeitalters, mit einer von Computern und Mobiltelefonen geprägten Gesellschaft und einer neuen Ära der Informations- und Kommunikationstechnologie (Herter, 2016).

Rückblickend wirkt die damalige Computertechnik, im Vergleich zu heute, nahezu steinzeitlich. Umso mehr entwickelt sich ein Gespür dafür, wie schnell sich der Computer von damals weiterentwickelt hat. Daher stellt sich die Frage, woher dieser rasante Anstieg herrührt. Hierzu folgt ein kurzer Exkurs: Der Wissenschaftler und spätere Gründer der Intel Corporation, Gordon Moore, stellte 1965 eine Prognose auf, die sich mit der exponentiellen Zunahme der Verarbeitungsleistung und dem gleichzeitigen Sinken der Kosten in der Computertechnologie beschäftigte. Er wies darauf hin, dass sich die Leistung von Mikroprozessoren alle 18 Monate verdoppelt und dabei die Kosten für rechnergestützte Informationsverarbeitung halbiert – also immer mehr Leistung für immer weniger Geld verfügbar wird (Moore's law, 2006). Obwohl dieser Grundsatz schon über ein halbes Jahrhundert alt ist, bewährt er sich immer noch und unterstreicht die weitreichende Bedeutung der digitalen Technologie als Ganzen. Diese exponentiellen Zuwächse sind seit mehreren Jahrzehnten zu beobachten. Gab es zu Beginn nur kleine Leistungssteigerungen, erlebt die Welt heute indes eine regelrechte Leistungsexplosion. Die fortwährenden technologischen Fortschritte haben seither zu immer leistungsfähigeren und vielseitigeren Computern, Produktionsmaschinen und Robotern geführt (Dorn, 2015). Des Weiteren hatte die digitale Revolution weltweit auch einen bedeutenden Anteil an der fortschreitenden Globalisierung (Stahlmann, 1999). Die Entwicklung des Internets und der drahtlosen Kommunikationsgeräte (Mobiltelefone) in den 1990er-Jahren förderte die Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten und deren Reichweite enorm (Dorn, 2015). Durch den Abbau von unsichtbaren Grenzen konnte die Beständigkeit geographischer Distanzen weitgehend beseitigt werden, was die globale Kollaboration ermöglichte (Englert, 2015). Diese Tendenz hält dabei bis in die heutige Zeit an und verstärkt sich nur noch mehr. Den sozialen Alltag prägen nunmehr moderne Technologien (Gerginov, 2013b).

## 2.5 Schlussbetrachtung

Zusammenfassend sind grundlegende Veränderungen, die nicht bloss einen Teil einer Gesellschaft, Ökonomie oder aber Regierungsstrukturen betreffen, sondern vielmehr eine systematische Transformation aller Bereiche darstellen, kennzeichnend für eine industrielle Revolution (Schubert & Klein, 2006, S. 142ff.). Denn alle führten zweifelsohne zu gesellschaftlichem Fortschritt.

Gleichzeitig muss betont werden, dass sich alle Phasen nicht abrupt binnen kürzester Zeit vollzogen, respektive unterschiedlich in Ausprägung und Geschwindigkeit, sondern sich vielmehr über eine längere Zeitspanne erstreckten (Englert, 2015). Erfindungen brauchen Zeit, um sich weiterzuentwickeln und ihr ganzes Potenzial optimal nutzbar zu machen. Schliesslich aber revolutionierten sie alle Wirtschaftssektoren und waren als Treiber für gewaltige Umwälzungen in der Historie verantwortlich (Englert, 2015). Ferner kann gesagt werden: Der Mensch fungierte bei diesem Entwicklungsprozess als Problemlöser und Innovator. Die Fähigkeit des Menschen, komplexe Zusammenhänge zu erfassen und innovativ Lösungskonzepte zu erarbeiten, standen durchgehend im Mittelpunkt (Kagermann et al., 2013, S. 61). Diese Erkenntnisse sollten im Hinblick auf die folgenden Kapitel und die Umsetzung von Industrie 4.0 stets Berücksichtigung finden.

Europa und die USA befinden sich heute in einer Phase des Übergangs. Beide sind bereits am Ende der dritten Phase angelangt und haben die nächste Phase, die vierte industrielle Revolution, vor Augen. Auch diese wird die Verhältnisse wieder reichlich durcheinanderwirbeln. Kurz, die Menschheit steht wieder an einem Wendepunkt, an dem der Fortschritt nach einer Phase der Entwicklung zu einem grossen Sprung ansetzt. Brynjolfsson und McAfee (2015) bezeichnen dieses als das «zweite Maschinenzeitalter».

### **3 Industrie 4.0 – die vierte industrielle (R)Evolution**

Nun steht der Welt also die vierte industrielle Entwicklungsstufe bevor. Diese Annahme gründet auf der Auffassung, dass aus der Phase der Dampfkraft/Mechanisierung, der Fließbandfertigung/Elektrifizierung und später der IT-getriebenen Automatisierung/Computerisierung eine vierte Phase hervorgeht, die von vernetzten, «intelligenten» Dingen gekennzeichnet ist (Köbel, 2015). Was auffällt, ist die Tatsache, dass die bisherigen Phasen erst im Nachhinein in den Status einer industriellen Revolution erhoben wurden. Industrie 4.0 wäre damit die erste, die diese Kontinuität brechen würde (Artischeckowski, 2014, S. 3).

Nachdem gezeigt wurde, was die industrielle Revolution hervorbrachte, soll dieses Kapitel veranschaulichen, was der Welt in Zukunft bevorsteht. Der erste Teil dient den Lesern insofern dazu, ein genaueres Bild von den unterschiedlichen Ansätzen in der Arbeitswelt von heute und morgen zu erhalten. Anschliessend wird argumentiert, wie Unternehmen einen reibungslosen Übergang bewerkstelligen können. Im letzten Teil dieses Kapitels werden dann die wesentlichen Treiber und Trends im zweiten Maschinenzeitalter analysiert, die Einfluss auf die Arbeitswelt von morgen haben.

#### **3.1 Begriffliche Abgrenzung**

Hier ist festzuhalten, dass der gegenwärtige Gebrauch des Begriffs der vierten industriellen Revolution, oder Industrie 4.0, unter diversen anderen wissenschaftlichen Betrachtungspunkten einer genaueren Untersuchung bedarf. Die Diskussionen in diesem Bereich sind inzwischen allerdings äusserst umfangreich und lassen sich somit nicht vollständig wiedergeben, da der Rahmen dieser Arbeit für ein derartiges Unterfangen nicht ausreichend ist. Wie auch in den zuvor beschriebenen Phasen der industriellen Revolution besteht hier ein Dissens über die korrekte Verwendung des Begriffes.\* Oft wird kontrovers darüber diskutiert, ob hier der Begriff «Revolution» gerechtfertigt ist. Vorwiegend mit der Begründung, die Entwicklung konzentrierte sich lediglich auf die Computerisierung der Fertigungstechnik und den vielseitigeren Einsatz von Computern. So nennen einige Autoren die aktuellen Entwicklungen eher eine technische «Evolution» ohne revolutionären Züge (Sendler, 2013, S. 7). Der Einwand ist insofern berechtigt, weil feststeht, dass die Elemente, die die Umwälzungen auslösen, nicht neu sind, sondern bereits seit der dritten industriellen Revolution existieren (Sendler, 2013, S. 7). Unabhängig davon wird

---

\* Stand 2014: Laut dem deutschen Branchenverband Bitkom wurden bereits 134 Definitionen für den Begriff «Industrie 4.0» eingeführt (Bauer, Schlund, Ganschar, 2014, S. 18).

in den folgenden Kapiteln von der Industrie 4.0 bzw. dem zweiten Maschinenzeitalter gesprochen. Die gegensätzlichen Einschätzungen bezüglich der Verwendung des Begriffs «Revolution» werden hier nicht abschliessend behandelt. Aus diesem Grund wird die Recherche hier abgebrochen. Aus Sicht des Autors stellt dieses Kapitel somit einen potenziellen Ansatz dar, und es wäre interessant, zu einem späteren Zeitpunkt, in einer nachfolgenden Arbeit, diesen Aspekt noch genauer zu erforschen. Bei weiterem Interesse wird auf die zitierte Literatur verwiesen.

### **3.2 Industrie 4.0: Hintergrund**

Der Ursprung des Begriffs «Industrie 4.0» liegt in Deutschland. Eine Forschungsgruppe rund um den Deutschen Henning Kagermann, Präsident der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), wählte im Rahmen eines im Jahre 2011 in Auftrag gegebenen Forschungsprojekts des deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie für dieses Projekt den Begriff «Industrie 4.0». Sie hatten somit einen massgeblichen Anteil an der Promotion des Konzepts (Feldges, 2016). Dabei war es die Absicht, die Informatisierung klassischer Industriezweige zu beschleunigen, weiterzuentwickeln (Kersten, Koller & Lödding, 2014, S. 133) und eine vernetzte, vollautomatische und autonome Fertigung zu fördern (Köbel, 2015). Im Oktober 2012 stellte die Forschungsgruppe mit ihrem Abschlussbericht eine Reihe von Empfehlungen für die deutsche Bundesregierung im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen der Industrie 4.0 vor (Kagermann, Lukas & Wahlster, 2011). Für sie stehen die Umstrukturierungen der Produktionsprozesse mittels cyber-physischer Systeme künftig im Fokus. Zusätzlich nimmt neben dem verarbeitenden Gewerbe auch der Einsatz von Mehrfachlösungen im Dienstleistungsbereich (Big-Data-Analysen) an Bedeutung zu (Kagermann et al., 2013, S. 5). Diese sogenannten «Smart Services» sollen neue Geschäftsmodelle erschliessen und zudem die beträchtliche Wertschöpfung der Industrie in Deutschland gegenüber Mitbewerbern aus dem IT-Bereich festigen (Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS], 2016, S. 24). Die deutsche Regierung reagierte prompt. Nur kurze Zeit später gab sie bekannt, Industrie 4.0 künftig aktiv zu unterstützen und zu fördern (Feldges, 2016).<sup>\*</sup> Dieser Schritt löste einen Hype sondergleichen aus. Plötzlich versuchten sich viele Unternehmen mit ihren Produkten zu profilieren

---

<sup>\*</sup> Deutschland mit ihrem vergleichsweise hohen Anteil am Industriesektor (25.9%) und der daraus resultierenden Wertschöpfung, ist auf den Ausbau ihrer Vorreiterrolle und den Erfolg angewiesen (Statistisches Bundesamt [Destatis], 2017a).

und genau das widerzuspiegeln, was Industrie 4.0 verspricht (Sendler, 2013, S. 7). Denn dies bot vielen die Chance, schlagartig auf den modernen Zug aufzuspringen.

Der Begriff «Industrie 4.0» ist so jedoch grösstenteils nur im deutschsprachigen Raum anzutreffen. So gibt es zwar die Bezeichnung «Industry 4.0» als englische Übersetzung. Diese wird aber eher selten und vor allem mit deutschem Bezug verwendet. Daher bleibt es zunächst eine deutsche Begrifflichkeit (Temperton, 2015; Köbel, 2015). Die öffentliche Diskussion hinsichtlich der fortschreitenden Digitalisierung greift dadurch differenzierte Ansätze auf. Denn im Gegensatz dazu werden in Amerika mehrheitlich die Begriffe *Internet of Things* (IoT), *Big Data*, *Smart Manufacturing* oder aber *Cyber-Physical Systems* (CPS) benutzt (Köbel, 2015; Obiltschnig & Herzberger, 2016). So spielen dort, anders als in Deutschland, digitale Plattformen\* im Dienstleistungsbereich eine bedeutendere Rolle (BMAS, 2016, S. 24). Die ausländischen Ersatzbegriffe zeigen daher sofort auf, dass eine klare thematische Beschränkung der Definition nicht existiert. Nichtsdestotrotz werden rund um die Welt ähnliche Projekte wie das von Kagermann realisiert. So werden diese Automatisierungstendenzen auch seit Längerem, vor allem in den Bereichen der Produktionswissenschaft, in unterschiedlichen Arbeiten untersucht und diskutiert (Johnson & Bay, 1995; Lee, 2001; Terwiesch & Ganz, 2009; White et al., 2010). In den USA besteht ein solches Projekt unter der Bezeichnung «Industrial Internet Consortium», kurz IIC. Gegründet wurde es Anfang 2014 von den US-Firmen AT&T, Cisco, General Electric, IBM und Intel und umfasst mittlerweile über 250 Mitglieder aus 26 Ländern. Dieses Konsortium verfolgt das Ziel, die Entwicklung, Anpassung und den Gebrauch von miteinander verbundenen Maschinen und Geräten zu fördern, intelligente Datenanalyse voranzutreiben und dabei die Arbeitnehmenden so gut es geht miteinzubeziehen (Pike, 2016, S. 138-141).

In der Schweiz wird das Thema Industrie 4.0 aktuell noch nicht so aktiv gefördert wie in den bisher erwähnten Ländern. Forschungs- oder Entwicklungsprojekte sind eher rar. Aus diesem Grund wurde eine Initiative unter der Bezeichnung «Industrie 2025» lan-

---

\* Hauptgedanke hinter solchen Plattform-Diensten liegt in der Vermittlung von Nutzergruppen, eines übergreifenden Ökosystems. Sie sollen Markttransaktionen vereinfachen, sowie als Technologieanbieter Transaktionskosten ihrer Nutzer senken. Ziel ist es, Märkte zu erschliessen und bestehende Wertschöpfungsketten der Unternehmen punktuell anzugreifen. Dies wird schon in mehreren Bereichen angewendet: Für Anbieter und Nachfrager von Chauffeurdiensten (Uber), Ferienwohnungen (Airbnb) oder Dienstleistungen in der Webentwicklung (Google). In den USA war in den letzten Jahren eine sehr dynamische Entwicklung zu beobachten. Dagegen war auf dem deutschen Arbeitsmarkt deutlich weniger Lebhaftigkeit ersichtlich. In Deutschland ist die Bedeutung digitaler Plattformen empirisch kaum greifbar, da die hierfür notwendige Datengrundlage für Beschäftigung und Wertschöpfung fehlt. Für detaillierte Information bezüglich der verschiedenen Ansätze, sei auf die Studie der BMAS verwiesen (BMAS, 2016, S. 55-62).



ciert. Die Branchenorganisationen Asut, Electro Suisse, Swissmem und SwissT.net verfolgen damit das Ziel, die Mitgliedsfirmen innerhalb der nächsten zehn Jahre auf die in Zukunft bestehenden Erwartungen an Industrie 4.0 vorzubereiten (Feldges, 2016).

### **3.3 Arbeitssituation heute vs. Arbeitssituation morgen**

Zwischen Industrie 3.0 und Industrie 4.0 besteht immer wieder eine erhebliche Verwechslungsgefahr. Denn auch die Literatur kennt keine explizite Abgrenzung. Im Rahmen von Industrie 4.0 werden neben technischen und organisatorischen Auswirkungen zwangsläufig auch Veränderungen in der Arbeitswelt vollzogen. Daher ist ein grober Ausblick für Arbeitgebende als auch Arbeitnehmende unumgänglich. Im Folgenden sollen zur Verdeutlichung die wesentlichen Unterschiede zwischen der dritten und vierten industriellen Revolution aus einem objektiven Blickwinkel heraus erläutert werden. Der Fokus liegt hierbei vor allem auf der Beziehung zwischen Mensch und Maschine in der Arbeitswelt.

#### **3.3.1 Arbeitssituation heute**

Wie zuvor erwähnt, wurden die Grundlagen für die digitale Technik und somit für die Robotik in der dritten Phase geschaffen. Sukzessive werden immer mehr Arbeitsprozesse mit Hilfe von Computern bewerkstelligt (Wuttke, 2015). Roboter können von nun an die körperliche Leistungsfähigkeit des Menschen, also seine Körperbewegungen und spezifischen Handgriffe, bis ins kleinste Detail nachahmen. Sie dienen den Mitarbeitenden als Hilfestellung, eine Art Assistenz, damit ihre Arbeit effizienter ausgeführt werden kann. Durch ihre dynamische und interaktive Benutzerfreundlichkeit hilft die Maschine überall dort, wo monotone Fertigkeiten gefragt sind. Maschinen können durch den zunehmenden Einsatz von Steuerungstechniken flexibler und schneller an verschiedene Anforderungen angepasst werden und dies führt zu immer besseren Verfahren (Englert, 2015). Es kann gesagt sein, dass der Mensch vom Roboter und der Roboter vom Menschen profitiert, sodass gemeinsam der Arbeitsablauf perfektioniert werden kann. Die Interaktion von Menschen und Robotern ist hier also von zentraler Bedeutung (Wagner, 2011). Zunächst wurden diese Praktiken hauptsächlich im Fabrikumfeld eingesetzt. So nutzen beispielsweise Automobilhersteller solche Roboter für Montageaufgaben. Aktuell wird die Automatisierung durch Roboter aber auch in der Textilbranche, in der Logistik oder bei der Verpackung von Lebensmitteln immer mehr vorangetrieben (Nowroth, 2014).

Obwohl sich die Technologien rasant weiterentwickeln und einem stetigen Wandel unterzogen sind, hat sich über die Zeit hinweg, seit der zweiten industriellen Revolution

mit dem Aufkommen der Fließbandfertigung, nichts am grundlegenden Konzept des Wertschöpfungsprozesses in der Produktion geändert. Ein wesentliches Merkmal ist insbesondere ein hoher Stand der Arbeitsteilung. Gemäss dem zuvor erwähnten tayloristischen Prinzip bildet die arbeitsteilige Taktfertigung noch immer weitestgehend die Grundlage (Artischewski, 2014, S. 4). Obwohl die Leistungserbringung der Unternehmen per se, durch Einsatz digitaler Technik gesteigert wurde und gleichzeitig mit Hilfe der Maschinen kostengünstiger produziert werden kann, ist schliesslich dennoch der Mensch an der Seite der Maschine erforderlich. Er programmiert und übernimmt nebenbei überwachende, regulierende und instandhaltende Aufgaben. Die Notwendigkeit eines menschlichen Bedieners ist also immer noch gegeben (Bengler, 2012). Diese Erkenntnis mag bei vielen Erleichterungen aufkommen lassen, doch diese Denk- und Arbeitsweise wird in der Industrie 4.0 so aber nicht mehr praktiziert werden. Dies wirft zweifelsohne die Frage auf, welche Veränderungen sich im Zuge von Industrie 4.0 ergeben. Inzwischen hat die Erkenntnis über die (negativen) Aspekte arbeitsteiliger Produktion zur Entwicklung neuer konzeptioneller Ansätze autonomer Systeme geführt, die vollautomatisch agieren. Es gilt also den bisherigen, oben beschriebenen Aufbau der Produktion komplett herunterzubrechen und neu zu gestalten.\*

### **3.3.2 Arbeitssituation morgen**

In erster Linie wird im Umfeld der computertechnologisch geprägten Fertigung von Industrie 4.0 gesprochen (Englert, 2015). Hierunter werden die umfassende Digitalisierung und Vernetzung von Prozessstrukturen verstanden (Nebel, Ohnemus & Viete, 2015). *Smart Factory*, *Cyber-Physical Systems* und *Internet of Things*. Diese Begriffe mögen auf den ersten Blick fremd erscheinen und dennoch sind sie eng mit der Zukunft von morgen verbunden. Nichtsdestotrotz herrscht eine verbreitete Wahrnehmung, bei Industrie 4.0 handle es sich bloss um ein simples Schlagwort oder einen weiteren Marketing-Hype. Doch bei genauerem Blick auf das, was hinter Industrie 4.0 steckt, zeigen sich einige beeindruckende Potenziale, die Art und Weise der Arbeitsprozesse in der Industrie, aber auch in vielen anderen Branchen von Grund auf zu ändern.

---

\* Nach Levy und Murnane (2005, S. 16) sind Computer vor allem darauf fokussiert Regeln zu befolgen. Also Aufgaben mit Hilfe von Algorithmen zu lösen. Diese Herangehensweise berücksichtigt jedoch nicht alle Eventualitäten. Sie ziehen lediglich die häufigsten und wesentlichsten Aspekte heran. Im Allgemeinen funktionieren diese Regeln sehr gut und können bei fast allen Aufgaben angewendet werden. Aber eben nur fast. Genau hier liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen den zwei Phasen und dem primären Konzept der Industrie 4.0.

### **3.3.2.1 Erfahrungswissen**

Innerhalb der Industrie werden immer mehr die Erfahrungen der Mitarbeitenden für die Entwicklung der Maschinen miteinbezogen. Ihr Erfahrungs- und Prozesswissen wird Schritt für Schritt in die Maschinen implementiert. Ein Beispiel ist simple Softwareprogrammierung. Insbesondere geht es dabei um die Schaffung einer Grundlage, die den Systemen die Möglichkeit zum Lernen und der Ansammlung von Erfahrung bietet (Kaber & Endsley, 2004). Die Roboter sind dann nicht mehr nur Assistenten, sondern das Wissen der Mitarbeiter ist nun in ihren Systemen integriert. Angestrebt wird damit ein disruptiver Wandel von Prozessstrukturen. Dieser ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass die bisher vorherrschenden Muster der Automatisierung in der Produktion grundlegend verändert werden (Geisberger, Cengarle, Keil, Niehaus, Thiel, & Thönnissen-Fries, 2011, S. 23). Daraus ergeben sich umfassende Restrukturierungsmaßnahmen, die aufbau- und ablauforganisatorische Maßnahmen betreffen (Kagermann et al., 2013, S. 23-24). Der Mitarbeitereinsatz wird sich also demnächst ändern. Weg von der starren, arbeitsteiligen Taktfertigung, hin zu einer entkoppelten, voll flexiblen und hochintegrierten Systembetreuung (Artischewski, 2014, S. 2). Der Mensch kommuniziert dann über Schnittstellen mit den Maschinen bzw. Produktionsgütern. Gunther Reinhart von der technischen Universität München spricht hierbei von einer «flexiblen Automatisierung» (Spath, 2013, S. 39). Innerhalb des Fertigungsnetzwerkes soll der Mensch die Produktion als sogenannter «Operator» überwachen. Er übernimmt damit eine bedeutende Rolle als Erfahrungsträger und Entscheider bei allen relevanten Abläufen (Hessmann, 2013). Es wird sich aber erst noch zeigen, welche Rolle der Mensch in Zukunft wirklich spielen wird. Er wird gefordert sein, sich einem Wandel zu unterziehen und sich ein höheres Mass an beruflicher Handlungskompetenz anzueignen.

### **3.3.2.2 Cyber-physische Systeme**

Die Funktionsweise der Produktion verändert sich demnächst durch einen zentralen Paradigmenwechsel, der vor allem auf die Vernetzung und Automatisierung von Fertigungsprozessen innerhalb und ausserhalb der Produktionsstätten abzielt (Kagermann et al., 2013, S. 23). Durch diese neuartige Form der Zusammenführung soll es möglich werden, nicht mehr nur einzelne Produktionsschritte, sondern eine ganze Wertschöpfungskette zu optimieren. Später sollen nicht nur sämtliche Abteilungen einer Firma eng miteinander operieren, sondern es werden auch Lieferanten, Forschungspartner, wie auch die

fertigen Produkte bei den Kunden miteingebunden (Feldges, 2016). Dies erfordert neue, oftmals disruptiv vernetzte und integrative Geschäftsmodelle (Vollrath, 2016).

In der Industrie werden internetbasierte Systeme entstehen, mit denen die Fernüberwachung selbstständig arbeitender Produktionssysteme möglich sein wird. Über kurz oder lang werden diese «intelligenten» Systeme in der Lage sein, eigenständige Entscheidungen zu treffen und Aufgaben weitgehend autonom zu erledigen. Nur in Ausnahmefällen müssten sie sich auf höhere Instanzen, also den Menschen, beziehen. Die technologische Basis hierfür bilden die eingangs erwähnten Cyber-physischen Systeme (CPS) und eine hochpräzise Messtechnik (Vollrath, 2016). Aufbauend auf dem Konzept des Internets der Dinge, bezeichnet CPS die Kopplung der einzelnen vernetzten Komponenten. Also sind hierunter die verschiedenen Maschinen, Prozesse, Lagersysteme, Werkstücke und Produktionsmittel zu verstehen, die über eine Plattform, meist das Internet, in Echtzeit miteinander Daten austauschen. Sie können intelligent im Netzwerk kommunizieren und einander kontrollieren bzw. steuern (ABB, 2014). Konkret handelt es sich um Systeme, die mit Hilfe von Sensoren die Verbindung zwischen der virtuellen und der realen Welt herstellen. Diese Entwicklungen stellen die eigentliche Neuerung der industriellen Revolution im Hinblick auf die Produktionstechnik dar (Englert, 2015). Ehemals passive Komponenten bewegen bzw. konfigurieren sich trotz weiter Distanzen situativ (Artischeckowski, 2014, S. 2). Sensoren registrieren und verarbeiten ständig Aktivitäten und Daten aus der Aussenwelt – wie wechselnde Nachfrage oder unerwartete Prozessstörungen –, sodass beispielsweise Produktionsvorgänge autonom begonnen, geändert oder angehalten werden. Auf Basis des implementierten Erfahrungswissens der Mitarbeitenden wäre ein solches digitales Überwachungssystem imstande, vorausschauend die Wirkungen unterschiedlicher Einflüsse zu antizipieren. Durch laufende Selbstoptimierung und autonome Anpassungsfähigkeit könnte es zudem die effizientesten Varianten auswählen und die Produktionsanlage, oder gar die gesamte Lieferkette, reaktiv steuern (Artischeckowski, 2014, S. 2). Diese Aktivitäten verlaufen vollautomatisch und ohne menschliches Zutun (Brecht & Stelzer, 2016, S. 10). Ziel ist es, ein Optimum an Durchlaufzeit, Qualität, Energieeffizienz und Auslastung zu schaffen. Und zu guter Letzt wird eine signifikante Steigerung der Produktivität erwartet (Artischeckowski, 2014, S. 3).

### 3.3.2.3 Smart Product

Das entstehende Produkt nimmt hier erstmals eine aktive Rolle ein. Zwar kommt ihm nicht die zentrale Steuerung zu, aber es gibt an, wie es an den unterschiedlichen Stationen zu bearbeiten ist. Es handelt sich hier um ein «Smart Product» mit dem Wissen über seinen Herstellungsprozess (Artischewski, 2014, S. 2). Ohne Mühe steuert es seine eigene Herstellung, überwacht mittels eingebauter Sensorik die Aussenwelt nach relevanten Parametern und löst bei Störungen reaktionsschnell entsprechende Gegenmassnahmen aus. Dieses Verfahren bietet den Produzenten immense Optimierungspotenziale in Logistik und Produktion (Kagermann et al., 2011). Während des gesamten Produktlebenszyklus sorgt das System dafür, dass die individuellen Kunden- und Produktkriterien strikt eingehalten sowie laufend Informationen gesammelt und gespeichert werden (Artischewski, 2014, S. 2). Die Daten über die physischen Objekte werden dann in dynamischen Informationsnetzwerken gespeichert und können jederzeit mit Hilfe von Diensten, Apps und Algorithmen abgerufen werden (ABB, 2014).

### 3.3.2.4 Smart Factory

Einer Dezentralisierung der Strukturen zum Abbau der Standortabhängigkeit der Produktionsstätten stünde nichts mehr im Weg. Diese Erkenntnis hat tiefgreifende Konsequenzen für die bestehenden Organisationsformen (Rifkin, 2011, S. 145ff.). Als Kern dient hier die «Smart Factory», die als zentrale Instanz und Bindeglied einer selbstorganisierten Produktion agiert. Dank der heutigen Informationstechnologien könnten so mehrere Unternehmen bzw. Standorte als eine einzelne Smart Factory fungieren, unabhängig davon, wo auf der Welt die beiden sich befinden (ABB, 2014).

*Smart Factory, Smart Products, Smart Logistics* – alles wird smart. Doch was heisst das letztlich für die Unternehmen? Die digitale Vernetzung bewirkt, dass Maschinen dynamischer aufeinander abgestimmt und Prozesse gezielter geplant, Zeit und Ressourcen effizienter eingesetzt und individuelle und kurzfristige Kundenwünsche, auch für kleine Losgrössen, wirtschaftlich attraktiv berücksichtigt werden. Dieser Schritt ermöglicht es den Unternehmen somit, kundenindividuelle Produkte zu den Bedingungen der Massproduktion herzustellen, und bietet ein ungeheures Potenzial (ABB, 2014). Ausserdem fördern diese Konzepte Koordination und Organisation der Geschäftsprozesse entlang der Wertschöpfungskette und senken Transaktionskosten. Doch nicht nur vertikal, auch horizontal liegen Potenziale vor (Heng, 2014). Dementsprechend werden sich völlig neue

Geschäftsmodelle etablieren. Denn sie passen sich durch ihre dynamische Konstruktion fortlaufend den ständig wandelnden Gegebenheiten an (Artischewski, 2014, S. 4).

Auslöser für all diese Überlegungen und Entwicklungen solcher Industrie 4.0-Konzepte sind vor allem marktgetriebenen Anforderungen geschuldet. Angesichts der Globalisierung verflechten sich die Märkte zunehmend. Zudem steigt die Produktvielfalt, bei gleichzeitiger Abnahme der Stückzahlen, immer mehr an. Die Undurchsichtigkeit der Märkte steigt, Produktlebenszyklen werden immer kürzer und das führt schliesslich dazu, dass Unternehmen immer schneller und flexibler am Markt agieren müssen. Dies ist erforderlich, um dem Kosten- und Rationalisierungsdruck sowie der beachtlichen Konkurrenz standzuhalten (Artischewski, 2014, S. 6). Unternehmen, die sich technisch wie auch organisatorisch nicht frühzeitig auf derartige Neuerungen einstellen, riskieren den Anschluss zu verlieren und von besser vorbereiteten Kontrahenten oder Neueinsteigern verdrängt zu werden (Feldges, 2016). Gemäss einer Umfrage des Unternehmensberaters McKinsey befinden sich die meisten Unternehmen noch meilenweit davon entfernt, diesbezüglich ohne Bedenken in die Zukunft zu blicken. Die Firma untersuchte über 300 der grössten Industriebetriebe. Nur gerade mal 48% sehen sich für die kommende Industrie 4.0 gewappnet (Baur & Wee, 2015).

### **3.3.2.5 Das Geschäftsmodell von morgen**

Dieses Ergebnis hat klare Ursachen. Trotz seines grossen Potenzials stellt das Konzept der Industrie 4.0 die Unternehmen vor etliche Herausforderungen. Eine Frage, die sich sofort stellt, ist: Wie reagieren Unternehmen am besten auf den kommenden Wandel? Die Devise lautet: Um in Zukunft im Hinblick auf Technik und Know-how konkurrenzfähig zu sein, ist es unabdingbar, dass die Unternehmen proaktiv handeln. Sie müssen sich neu aufstellen und bereit sein, ihre Innovationsfähigkeit zu steigern, bestehende Geschäftsmodelle grundlegend in Frage zu stellen sowie Organisation, Prozesse und Unternehmensphilosophie an die digitalen Anforderungen anzupassen (Vollrath, 2016). Der erhebliche Umfang der Veränderungen erfordert zielgerichtete Schritte, auch in Anbetracht immenser Investitionen, mit denen die digitale Transformation sichergestellt wird (Koch, Kuge, Geissbauer & Schrauf, 2014). Hierfür ist eine transparente Status-quo-Analyse erforderlich, die die nötigen Verbesserungen sowie die sich daraus ergebenden Potenziale aufzeigt und somit als optimale Ausgangslage dient, um auf den bestehenden Strukturen aufzubauen (Kletti, 2015). Nicht ausser Acht gelassen werden sollten aber auch Massnahmen hinsichtlich der weiterführenden Kompatibilität mit dem bestehenden

Umfeld und den Kunden (Herter, 2016). Für die aktuellen Entwicklungen ist es bedeutsam, Schritt für Schritt eine dynamische Überleitung hin zur Industrie 4.0 herzustellen und sich die Macht der Technologien effizient zunutze zu machen, um sich potenzielle Produktivitätsgewinne und einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil im Markt zu sichern (Herter, 2016). Entsprechend zielt die Umsetzung darauf ab, technologische und marktwirtschaftliche Potenziale zu erschliessen (Heng, 2014).

Aus den obigen Erläuterungen kristallisiert sich heraus, dass die Idee solcher vernetzten Industrie 4.0-Konzepte speziell auf die Wünsche der Kunden zugeschnitten ist. Diese sind eben nicht als Standardleistungen erhältlich. Es ist ein hochdynamisches Netzwerk unter Einbeziehung interner sowie externer Faktoren bzw. Kooperationen erforderlich, um die geforderte Individualität zu gewährleisten – mit dem Ziel, Kunden einen signifikanten Zusatznutzen zu bieten (Koch et al., 2014). Dies soll mehrheitlich in Form von Mehrwertlösungen realisiert werden (Koch et al., 2014). Daraus ergeben sich vielfältige Potenziale, die grundsätzlich in vielen verschiedenen Kontexten nutzbar sind (Heng, 2014).<sup>\*</sup> Der Anreiz der Industrie 4.0 liegt vor allem darin, klassische Denk- und Handlungsmodelle neu zu gestalten. Bis anhin wurde aus einer guten Idee ein noch besseres Produkt entwickelt. Dieses wurde im Markt platziert und vom Kunden genutzt bzw. konsumiert (Vollrath, 2016). Heute sollen Kunden aber nicht mehr Produkte, sondern ganze «Service»-Dienstleistungen kaufen, die individuell zusammengestellt werden (Vollrath, 2016). Somit werden eine Vermischung und das Vordringen in neue Märkte vorangetrieben. Um in Zukunft im Markt zu reüssieren, soll der Fokus um ein Produkt herum, also auf das Ökosystem der Dienstleistungen gelegt werden (Köbel, 2015). Es bedarf einer kreativen und ganzheitlichen Gestaltung eines tragfähigen Konzepts, das dazu beiträgt, die technischen Lösungen an den Kunden zu bringen (Vollrath, 2016).

Besonders der effizienten Nutzung und Analyse von Daten in Echtzeit wird hohes Wachstumspotenzial zugeschrieben. Dies soll künftig einen entscheidenden Teil dazu beitragen, die Kundenbedürfnisse besser zu erfüllen (Koch et al., 2014). Durch Industrie 4.0-Konzepte werden Maschinen bekanntlich in der Lage sein, autonom zu handeln. Etwa wenn eine Wartung fällig ist. Dies soll aber nicht mehr statisch und in fest definierten Zeitabständen erfolgen, sondern vielmehr präventiv und flexibel (Vollrath, 2016). Für das verarbeitende Gewerbe, hier am Beispiel von Maschinen- und Anlagebauern, wird sich

---

<sup>\*</sup> So reichen die Anwendungen von Produktentwicklung über Produktion und Logistik bis hin zu unterstützenden Bereichen wie Personalplanung, Qualitätssicherung oder Kundenservice (Bauer et al., 2014, S. 6).

folgendes Bild abzeichnen: Die von den Produzenten eingerichteten Maschinen und Anlagen sammeln mit Hilfe von «intelligenter» Sensorik fortlaufend Daten und können diese über internetbasierte Plattformen mit den Kunden teilen. Dies schafft höhere Transparenz. Gleichzeitig messen sie in regelmässigen Zeitabständen diverse Parameter (Vollrath, 2016). Für die Kunden werden so Informationen zur Leistungsfähigkeit der Anlagen, deren verbleibender Lebensdauer oder zur Verfügbarkeit von Ersatzteilen generiert. Im Gegenzug bleibt der Produzent immer auf dem Laufenden, was potenzielle Erweiterungen oder Revisionen der Maschinen betrifft (Herter, 2016). Ist die erzeugte Leistung nun abfallend oder liegen etwa die Temperaturverläufe nicht innerhalb der einzuhaltenen Toleranzgrenzen, kann dies ein Hinweis auf einen technischen Defekt sein. Auf diese Weise kann das System schnell identifizieren, ob es demnächst überholt werden muss (Vollrath, 2016). Ist dies der Fall, löst es selbständig einen entsprechenden Wartungsauftrag aus – ohne menschliches Zutun. Die Wartung lässt sich durch diesen präventiven Schritt viel besser planen. So können Zeitfenster auch ausserhalb des Produktionsbetriebs bestimmt werden, um kostspielige Standzeiten und Performance-Verluste weitestgehend zu vermeiden (Feldges, 2016).

Diese neuen Dienstleistungs-Service-Modelle ermöglichen es den Unternehmen, individueller, flexibler und nachfrageorientierter zu produzieren. Vor allem bei Unternehmen, die in gesättigten Märkten agieren, können solche Vorhaben Abhilfe schaffen. Auch Jahre nach dem Verkauf der Maschinen bietet sich noch die Möglichkeit, Einnahmen zu erwirtschaften. Hinzukommend sind diese wiederkehrend und werfen vielfach auch höhere Margen ab, als es bei einmaligen Neugeschäften der Fall wäre (Feldges, 2016). Somit hat diese Variante auch einen nachhaltigen, monetären Aspekt. Durch das Sammeln und Auswerten der Daten und Informationen können zudem jährliche Effizienzsteigerungen als Service angeboten werden. Dies führt folglich zur besseren Kundenbindung und -zufriedenheit (Herter, 2016).

Die Unternehmen verhalten sich aber zumeist noch träge. So zeigt sich auch, dass der wirtschaftliche Umbruch der einzelnen Branchen, im Hinblick auf deren Digitalisierungsgrad, bis anhin sehr unterschiedlich ausfällt.\* Während sich die Informations-, Kommunikations- und Medienbereiche seit der dritten industriellen Revolution in den 1980er-Jahren schrittweise weitgehend digitalisiert und umstrukturiert haben, steht dieser Wandel dem Grossteil des verarbeitenden Gewerbes erst noch bevor (BMAS, 2016, S. 21). Es

---

\* Accenture hat im Zuge ihrer «Growth Champions»-Studie, die Wachstumssieger unter den Top500-Konzernen ermittelt. Der Digitalisierungsindex zeigt inwieweit die Ausprägung der Digitalisierungsambitionen eben dieser Unternehmen ist (Riemensperger, Hagemeyer, Pfannes, Währendorff & Feldmann, 2016, S. 5).



wird mehrheitlich noch hinterfragt, ob schon die Notwendigkeit besteht, die erforderlichen Schritte für Industrie 4.0-Konzepte einzuleiten (Heng, 2014). Das Problem ist dabei, dass viele etablierte Industriebetriebe, vor allem im Automobilbau, von der zweiten und dritten Phase der industriellen Revolution massgeblich profitieren konnten. Sie verspüren daher noch keinen allzu grossen Druck und sehen den Schritt im Moment als noch zu unattraktiv an. Die insgesamt hohen Investitionen bekräftigen deren Hemmnisse zusätzlich (Heng, 2014). Diese passive Haltung könnte jedoch dazu führen, dass die kommenden Entwicklungen unterschätzt werden und zu langsam darauf reagiert wird. Der grösste Fehler wäre hier, fundamental an den bestehenden Geschäftsmodellen festzuhalten, die ihnen gegenwärtig (noch) Geld einbringen (Vollrath, 2016). Es wird viel davon abhängen, inwiefern in den traditionellen Industriebranchen diese disruptive Ideologie von dynamischen Geschäftsmodellen eingeführt werden kann.

### **3.3.2.6 Schlussbetrachtung**

Zuerst muss festgehalten werden, dass die praktische Umsetzung solcher komplexen Industrie 4.0-Konstrukte wie der *Smart Factory*, ihrer Abstraktheit geschuldet, heutzutage noch nicht marktreif ist. Obwohl sich schon diverse Grosskonzerne mit vermeintlich vollendeten und bereits praktizierten Strukturen schmücken, werden ganzheitliche Konzepte erst für das nächste Jahrzehnt erwartet (Artischewski, 2014, S. 5). Es gilt noch etliche Hürden zu meistern. Verbindliche Standards und Normen werden erst geschaffen. Zusätzlich ist der langwierige Prozess auch mit grossen Unsicherheiten seitens der Unternehmen verbunden (Artischewski, 2014, S. 5). Noch ist nicht ganz klar, ob die Wirtschaftlichkeitsrechnung für diese neuen Anwendungen aufgehen wird (Koch et al., 2014). Folglich verhalten sich Unternehmen in Bezug auf Investitionen noch eher zaghaft (Artischewski, 2014, S. 5). Das Bestreben, eine möglichst menschenleere Fabrik zu erschaffen, ist aber zweifelsohne allgegenwärtig.

Es wäre aber fatal, sich nicht ausführlich mit der Thematik auseinanderzusetzen und in der jetzigen Situation zu verharren. Ansonsten wird früher oder später die eigene Zukunftsfähigkeit gefährdet. Denn auch auf andere Märkte und Branchen werden diese Systeme disruptiv einwirken. Auch hier lautet das Motto: besser informierte Entscheidungen ermöglichen.

Erste Ansätze in diese Richtung gibt es bereits heute. Etwa in Form vernetzter Navigationssysteme, wie sie unter anderem bei der Smartphone-Applikation Waze benutzt werden. Zur verbesserten Routenführung leitet es mit Hilfe von Mobilfunkdaten und den

aktuellen Bewegungsprofilen der Benutzer Stau- oder Polizeikontroll-Informationen ab (Evans & Forth, 2015, S. 14). In naher Zukunft werden diese Systeme aber weitaus grössere Beiträge für die Gesellschaft leisten. Diese neue Generation «intelligenter» Dienste wird Geschäftsmodelle und die Wettbewerbssituation grundlegend verändern und zur Lösung zentraler Herausforderungen hinsichtlich Sicherheit, Effizienz, Komfort und Gesundheit der Menschen beitragen, wie der alternden Bevölkerung, Ressourcenknappheit, Mobilität oder aber des zwangsläufigen Energiewandels (Geisberger et al., 2011, S. 5).

Die für die bisherigen industriellen Revolutionen definierten Rahmenbedingungen lassen sich in den aktuellen Entwicklungen wiedererkennen. Es wurde eruiert, dass die Perioden der industriellen Revolution sich auf alle Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und der Wirtschaft auswirkten. Eine abschliessende Bewertung der Begriffsverwendungen in der dritten bzw. vierten industriellen Revolution kann gerade vor dem Hintergrund des noch andauernden Dissenses in den Fachbereichen bezüglich der klaren Abgrenzung aber nicht vorgenommen werden. Hier sei auf die zitierte Literatur verwiesen, die sich ausführlich damit auseinandersetzt.

### **3.4 Treiber und Trends: Was steht der Welt in Zukunft bevor?**

Wie jede industrielle Revolution geht auch diese Phase mit neuen Technologien einher und wird von ebenjenen vorangetrieben.\* Die grundlegenden Merkmale und zentralen Treiber des zweiten Maschinenzeitalters sind in den Augen von Brynjolfsson und McAfee (2015) die anhaltende exponentielle Weiterentwicklung der Computertechnik, die Digitalisierung, also die sich ständig erweiternden, funktionalen und ökonomischen Nutzungspotenziale von Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK), und die Kombinationen diverser (bestehender) Ideen, um neue Innovationen hervorzubringen. Vor allem diese drei Komponenten führen dazu, dass selbst die kühnsten Erwartungen übertroffen werden – und es ist kein Ende in Sicht (Brynjolfsson et al., 2015, S. 112). Auf den ersten Blick scheinen diese Verschiebungen nicht besonders folgenschwer zu sein – es ist fast etwas, was für einen logischen Schritt, ja sogar selbstverständlich gehalten wird. Doch Geschäftsprozesse, die einst unter den Menschen stattgefunden haben, werden nun rein elektronisch durchgeführt. Sie finden in einem unsichtbaren, digitalen Bereich statt

---

\* Fast jeder Fortschritt wird als Durchbruch angesehen und die Liste der «next big things» wird immer länger. Nicht alle werden es schaffen die Geschäftslandschaft nachhaltig zu verändern, aber manchen wird durchaus ein Potenzial eingeräumt (Manyika et al., 2013). Hier wird der Blick aber lediglich auf die Treiber und nicht detailliert auf Technologien gerichtet. Dafür sei auf die Studie des McKinsey Global Institut verwiesen, die 12 disruptive Technologien der Zukunft identifiziert haben (Manyika et al., 2013).

und erneuern die wirtschaftlichen Begebenheiten, an denen die Menschen nicht mehr länger stets direkt beteiligt sind (Arthur, 2011; Davidow, 2017).

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie die digitalen Technologien auf sämtliche Branchen übergreifen und immer mehr kognitive Fähigkeiten imitieren. Wurde in der ersten Moderne die Muskelkraft noch durch die Dampfmaschine und ähnliche technische Entwicklungen ersetzt, ist es nun die Denkleistung der Menschen, die durch die Maschinen ersetzt werden könnte, denn diese lernen äusserst schnell (Bernstein et al., 2015). Noch kann nicht abgeschätzt werden, wo die Grenzen dieser Technologien liegen. Brynjolfsson und McAfee sind sich jedoch einig, dass der digitale Fortschritt der letzten Jahrzehnte beeindruckend war, dies aber nur ein kleiner Vorgeschmack auf das ist, was noch kommen wird (Brynjolfsson et al., 2015, S. 51). Um zu begreifen, welche Konsequenzen diese Einschätzung für die künftigen Entwicklungen nach sich zieht, werden die vielversprechendsten Anwendungen der heutigen Umwälzung kurz erläutert, um in Hinblick auf die nachfolgenden Kapitel einen groben Überblick zu verschaffen. Hier in Form von Daten, Robotik und der künstlichen Intelligenz.

### **3.4.1 Daten**

Daten werden gesammelt, gespeichert und analysiert. Sie sind ein ganz neuer Rohstoff für die Wirtschaft und können matchentscheidend sein. Die Entwicklung, dass vieles bislang analog gehandelte wie Informationen, Nachrichten, Musik, Fotos, Videos oder Karten digitalisiert wird und analoge Daten immer mehr der Vergangenheit angehören, gehört zweifelsohne zu den bedeutsamsten Errungenschaften der letzten Jahre (Brynjolfsson et al., 2015, S. 83). Informationen, die digital abrufbar sind, vergrössern die Freiheit und Geschwindigkeit im Wissenskonsument. Eben solche werden digitale Güter genannt, da sie sich von den klassischen, materiellen Gütern, wie beispielsweise Büchern, dadurch unterscheiden, dass sie beliebig oft benutzt oder reproduziert werden können, ohne sich dabei zu verbrauchen (Digitale Güter, 2014). Die Datenintensität und -verarbeitung nimmt in der heutigen Zeit der Digitalisierung bislang unvorstellbare Ausmasse an. Die Menge an Daten wächst exponentiell weiter. Ähnlich wie nach dem Moore'schen Gesetz verdoppelt sich das weltweit erzeugte Datenvolumen, aktuellen Schätzungen zufolge, alle zwei Jahre (Manhart, 2011). Dies führt auch folgender Umstand bildlich vor Augen: Heute werden in zwei Minuten mehr Fotos aufgenommen als im Ganzen 19. Jahrhundert (Johnston, 2012). Alleine schon das Internet entwickelt sich konsequent weiter und fördert eine ganz neue Form des Informationszeitalters. Enorme Datenmengen sind jederzeit

frei verfügbar. Transaktionsbezogene Kosten gehen gegen null. Mussten Menschen vor 20 Jahren noch den mühsamen Weg in die Bibliothek gehen, genügen heute zwei, drei Klicks auf dem Computer, um die gewünschte Information zu erhalten. Ein Leben ohne elektronische Unterstützung scheint mittlerweile undenkbar. Laut dem schweizerischen Bundesamt für Statistik nahm der Anteil an privaten Haushalten mit entsprechendem Internetzugang zwischen 2004 und 2015 europaweit um 43% zu. Im internationalen Vergleich schneidet die Schweiz mit einem Anteil von 91% mehr als passabel ab und belegt den siebten Rang, hinter Spitzenreiter Korea mit einem sehr hohen Anteil von 99%. Sie platziert sich zudem deutlich über dem Durchschnitt der EU-Staaten (83%) (Bundesamt für Statistik [BFS], 2016). Erstaunlicherweise verfügt die USA, mit knapp 78%, über einen eher durchschnittlichen Anteil und reiht sich direkt hinter Spanien (79%) ein (BFS, 2016).

Dies sind Indizien dafür, dass es durch die Digitalisierung und die Unmengen an Daten, die erzeugt werden, zukünftig möglich sein wird, noch viel mehr Erkenntnisse zu gewinnen, und sich folglich die Chance bietet, bessere Vorhersagen abzuleiten. Aus ökonomischer Sicht stellen Daten ein enormes Potenzial dar. Hal Varian, Chefökonom bei Google, fasste diese Änderung so zusammen: «I keep saying the sexy job in the next ten years will be statisticians. People think I'm joking, but who would've guessed that computer engineers would've been the sexy job of the 1990s?» (Varian, 2009).

#### **3.4.1.1 Big Data: Definition**

Im Hinblick auf die Entwicklung der grossflächigen Vernetzung und entsprechend schnellen Datenübertragung, fällt immer wieder ein Begriff: «Big Data». Dieser Begriff hat sich als neues Schlagwort für eine bestimmte Art der Datenverarbeitung etabliert. Die Autoren Schöning und Dorchain (2014, S. 548) definieren den Begriff Big Data, als Daten, die sich bezüglich Datenmenge, Heterogenität der Daten und der Frequenz des Datenanfalls, also der Verarbeitungsgeschwindigkeit, über dem normalen Mass befinden. Big Data bietet nicht nur die Möglichkeit, alle Daten, interne und externe, zu erfassen, sondern die Masse der Rohdaten auch mittels Algorithmen in Echtzeit auszuwerten, zu verstehen und die gewonnenen Informationen gewinnbringend zu nutzen. Für Datensätze, die aufgrund unzulänglicher Methoden in der Datenverarbeitung früher nicht akkurat analysiert und interpretiert werden konnten, bietet Big Data die optimalen Rahmenbedingungen (Ajayi, 2015). Dadurch werden Muster, Ähnlichkeiten, Zusammenhänge oder Dis-

krepanzen ersichtlich, die derzeit für manuelle und herkömmliche Methoden der Datenverarbeitung noch zu komplex und nicht erfassbar sind. Diese wären schnell überfordert und würden an ihre Grenzen stossen (Artischewski, 2014, S. 4). Nicht umsonst wird Big Data auch als das «neue Öl» der Wirtschaft bezeichnet (Zunke, 2014, S. 40).

### **3.4.1.2 Big Data: Rohstoff der digitalen Wirtschaft**

Big Data stellt die Unternehmen aber auch vor Herausforderungen. Die Datensammlungen der meisten Unternehmen sind zwar enorm gross\* und die Kapazität ihrer Serverlandschaften füllen ganze Hallen, nur die Auswertungen der Daten lassen noch zu wünschen übrig. Klassische Datenbanksysteme sind, wie bereits erwähnt, oft nicht in der Lage, derart grosse Mengen an Wissen (Bytes) zu verarbeiten, und die Entwicklung von neuartiger, kommerzieller Big-Data-Software befindet sich noch in einer frühen Phase. Gleichwohl, viele Unternehmen ergreifen die Chance, in diese Lücke zu springen. Schliesslich geht es darum, dem Kunden einen Schritt zuvorzukommen. Ein vielversprechender Ansatz hierfür heisst prädikative Analyse.\*\* Die Unternehmen versprechen sich von dieser Methodik, neue, gezieltere Einblicke in die Interessenslagen und Präferenzen ihrer Kunden zu erhalten, mehr operative Effizienz zu erlangen oder neue Geschäftsfelder zu erforschen (Saheb, 2015).

Aufgrund der Zusammenführung und Analyse der Datensätze bietet sich ein neuartiger Mehrwert für die Industrie, aber auch für den Endverbraucher. Die Auswertungen können nämlich Rückschlüsse auf das künftige Verhalten der Konsumenten geben, indem sie eine Wahrscheinlichkeit darstellen, mit der diese in den definierten Konstellationen handeln werden (Lix & Stüben, 2013; BMAS, 2016, S. 63). Es steht nämlich ausser Frage, dass die Unternehmen stetig gewillt sind, die Produktion zu optimieren, zu flexibilisieren und neue Erkenntnisse in Form von massgeschneiderten Angeboten, optimal im Markt zu positionieren. Die Reaktionsfähigkeit dieser Unternehmen wird sich früher oder später auszahlen. So kommt das Massachusetts Institute of Technology (MIT) in einer Untersuchung zum Schluss, dass Analytics-Programme zu einer wesentlich höheren Profitabilität der Unternehmen führen und die Kosten sich bereits nach kurzer Zeit wieder amortisieren. Erik Brynjolfsson sagt: «Unternehmen, die Analytics einsetzen, sind fünf bis sechs

---

\* Unzählige Geschäftsmodelle von heute basieren darauf, die personenbezogenen Daten ihrer Nutzer bei der Inanspruchnahme digitaler Dienstleistungen im Internet für sich zu erschliessen. Denn die Nutzer stellen diese «freiwillig» zur Verfügung (BMAS, 2016, S. 63).

\*\* Die Erkenntnisse dienen dazu, zukunftsweisende und potenziell gewinnbringende Entwicklungen zu erkennen und in Prognosen umzuwandeln (Christl, 2014, S. 13). Die organisatorische Planung kann so auf einer besseren und möglichst breiten Basis von Daten gründen (BMAS, 2016, S. 63).

Prozent produktiver als vergleichbare Unternehmen, die das nicht machen» (Mayerl, 2012).

### **3.4.1.3 Datenschutz**

Zu beachten gilt es aber auch den Datenschutz. Die Anonymisierung personenbezogener Daten funktioniert nicht immer lückenlos. So ermittelte Latanya Sweeney (2000, S. 2), Professorin an der Harvard University, in einer Studie, dass allein die Angaben zu Attributen wie dem Geburtsdatum, Geschlecht und der Postleitzahl genügen, um vier Fünftel der US-amerikanischen Bevölkerung zu identifizieren. Dieses Ergebnis ist aus vielen Gründen besorgniserregend, wird aber, dem Umfang dieser Arbeit geschuldet, nicht weiter vertieft.

### **3.4.2 Robotik**

Sie arbeiten schnell, gezielt und leise, brauchen weder Schlaf noch Mittags- oder Kaffeepausen und leisten durchgehend perfekte Qualität (Nowrot, 2014). Weiter ist das ganze Thema rund um die Robotik kennzeichnend für die aktuelle Zeit. In kürzester Zeit war eine rasche Beschleunigung der Entwicklung zu beobachten. Um Produktionskosten zu sparen, kaufen Unternehmen immer mehr Robotertechnik für ihre Fabriken ein. Besser, schneller, mehr – die Maschine hat ganz offensichtlich diverse Vorzüge gegenüber der menschlichen Arbeitskraft und dies führt zwangsläufig zu tiefgreifenden Veränderungen in der Arbeitswelt. Fakt ist: Die Menge und Vielfalt der von Unternehmen eingesetzten Robotik nimmt kontinuierlich zu (Lansen, 2016). Wurden vor 20 Jahren weltweit noch rund 70'000 Industrieroboter verkauft, so kamen laut der International Federation of Robotics (IFR) zwischen 2010 und 2015 rund 1,1 Millionen neue Industrieroboter dazu (Lipp, 2015). Aber auch in Zukunft wird der IFR zufolge, die Nachfrage dynamisch verlaufen. Die Markt- und Absatzprognosen für Industrieroboter sind äusserst vielversprechend. In den kommenden drei Jahren werden rund um den Globus schätzungsweise 2,3 Millionen Industrieroboter in Betrieb sein, was einem durchschnittlichen Wachstum von 12 Prozent entspricht (International Federation of Robotics [IFR], 2016). Solche Wachstumszahlen hat bei weitem nicht jede Branche zu bieten. Der Unternehmensberater McKinsey prognostiziert, dass die Automatisierung im Zeitraum der nächsten zehn Jahre Umsätze von mehr als zwei Billionen US-Dollar generieren wird – jährlich (Manyika et al., 2013). Anhand dieser Zahlen lässt sich bereits erahnen, wo die Motivation für den

Robotereinsatz herrührt. Die Weiterentwicklung von Robotern ist meist ganz auf ökonomische Gründe zurückzuführen. Rolf Pfeifer, der als die Schweizer Robotik-Koryphäe gilt, meint: «Was man automatisieren kann, soll man automatisieren» (Lipp, 2015). In der Industrie hat dieses Credo schon längst Einzug gehalten. Solche Überlegungen und Lösungsansätze zur Automatisierung sind viel attraktiver als der Einsatz von (teureren) menschlichen Arbeitskräften.\* Eine Studie der US-Investmentbank Bank of America Merrill Lynch prognostiziert, dass in bestimmten Branchen die Produktivität um bis zu 30 Prozent gesteigert werden könnte (Ma, Nahal & Tran, 2015). Der Umstand, dass die Unternehmen immer weiter an Kosten sparen wollen und die Lohnkosten auch in vermeintlichen Billiglohnländern stetig ansteigen, gibt diesem Trend weiteres Gewicht. Während das Auslagern der Produktion in Niedriglohnländer maximal 65 Prozent der Kosten einspart, kann dieser Anteil durch den Einsatz von Robotik, auf bis zu 90 Prozent gesteigert werden (Ma et al., 2015). Diese Erkenntnis hätte künftig eine wesentliche Abkehr von der globalen Auslagerung zur Folge und steht in direktem Widerspruch zu den Studienergebnissen von Autor, Dorn und Hanson (2013). Sie stellen fest, dass die Beschäftigung im amerikanischen Fertigungssektor seit Ende der 1990er-Jahre rapide abnahm. Die Grosskonzerne bevorzugten den kostengünstigeren Weg und verlagerten ihre Produktion hauptsächlich nach China. Doch eben dort sind die Löhne in den vergangenen zehn Jahren im Schnitt um mehr als zehn Prozent pro Jahr gestiegen (Trading Economics, 2017). Folglich verspürt selbst China einen Automatisierungsdruck. Gemessen an der weltweiten Roboterichte im Jahre 2015, verzeichnete es mit 36 Robotereinheiten pro 10'000 Mitarbeitenden – und somit auf Rang 28 liegend – ein eher dürftiges Ergebnis.\*\* Doch der Schein trügt. China ist der grösste und am schnellsten wachsende Robotermarkt weltweit. Im Jahre 2019 sollen schon knapp die Hälfte aller Industrieroboter in China stehen (IFR, 2016). Es wird sich zeigen, welcher Trend sich künftig durchsetzen wird: Reshoring oder eben doch das altbewährte Offshoring.

Gesteigerte Umsätze der Unternehmen sind wirtschaftlich gesehen durchaus sinnvoll. Gesellschaftlich werfen sie aber Fragen auf. Nichtsdestotrotz werden Roboter in Zukunft verstärkt den Menschen als Arbeitskraft ersetzen oder sich den Arbeitsplatz mit ihm teilen. Letzteres soll mit der Einführung sogenannter Leichtbauroboter (LBR) realisiert

---

\* Ein Lager das beispielsweise mit einem Kiva Roboter ausgestattet ist, kann bis zu viermal so viele Aufträge verarbeiten, wie ein ähnliches nicht automatisiertes Lager, wo Arbeiter rund 70 Prozent ihrer Zeit zu Fuss unterwegs sind um Waren von A nach B zu befördern (Rotman, 2013).

\*\* Gegenwärtig liegt der weltweite Durchschnitt bei 66 Robotereinheiten pro 10'000 menschlichen Arbeitskräften. Spitzenreiter ist Südkorea mit einer Roboterichte von 478 pro 10'000 (Lansen, 2016).

werden (Nowroth, 2014). Früher wurden die eingesetzten Roboter aus Sicherheitsgründen hinter Gitter gesperrt. Künftig sollen Mensch und Maschine in der Fertigung Hand in Hand zusammenarbeiten, also ein Team bilden. Dies könnte die Industrie weltweit revolutionieren. Dafür müssen aber diverse Verständnishürden überwunden und Signale richtig gedeutet werden. Die Forscher der Universität Bielefeld untersuchen im Rahmen des «Cognitive Compliant Interaction Motion (CogIMon)»-Projekts, was die Maschine alles können muss, um eine ideale Mensch-Maschine-Interaktion bewerkstelligen zu können (Mukovskiy, Land, Schack & Giese, 2015; Chiovetto et al., 2015; Beste, 2015; Giese, Fedorov & Vogels, 2015; Zhou, Wang, Li & Tsagarakis, 2017). Dazu gehört beispielsweise, gemeinsam einen Tisch zu tragen. Hierbei ist nach der Erkenntnis der Forscher vor allem relevant, das Bewegungsverhalten des anderen anhand der Körpersprache vorherzusehen und die eigene Bewegung dementsprechend anzupassen. Für den Menschen ist dies kein schweres Unterfangen, für seinen Kollegen, den Roboter, jedoch schon. «Das Ziel von CogIMon besteht darin, Robotern beizubringen die Kräfte beim Bewegen von Objekten zu verstehen und angemessen auf Veränderung des Gewichts und Kontaktes beim Tragen zu reagieren», stellt Jochen Steil vom Forschungsinstitut für Kognition und Robotik (PEVZ) fest (Beste, 2015). Der Technologiekonzern ABB, mit dem Roboter Yumi, oder aber Rethink Robotics, mit dem humanoiden Roboter Baxter, haben bereits erste Ansätze in diese Richtung präsentiert.\* Damit soll das Geschäft in der Robotik-Industrie nachhaltig sichergestellt werden.

Es zeigt sich: Überall dort, wo die Grenzen des menschlichen Könnens, also die beschränkten geistigen und physischen Kapazitäten, überschritten werden, setzt die Leistungsfähigkeit der Systeme ein (Bengler, 2012). Zwar haben die Menschen auch Vorteile gegenüber den Maschinen, doch in Hinblick auf die Industriebranche überwiegen momentan die Nachteile. In der Tat ist diese Entwicklung beeindruckend. Und nachdem sich die Roboter in der Industrie etabliert haben, finden sie nun immer mehr Einzug in andere Bereiche und erobern auch den Dienstleistungssektor. Die Robotik hat somit enorme Auswirkungen auf die Produktions- und Arbeitswelt im globalen Zeitalter.

---

\* Als Spezialist in der Robotik und Automatisierungstechnologie zählt ABB zu den führenden Herstellern von Industrierobotern. Mit Yumi können Mensch und Maschine kollaborativ an der gleichen Produktionsstraße arbeiten, an der gleichen Aufgabe, am gleichen Fertigungsschritt. Grundsätzlich bei filigraneren Arbeiten (Lipp, 2015). Baxter hingegen ist für den Einsatz in kleineren Produktionsstätten gedacht, wo herkömmliche Industrieroboter zu teuer wären (Rotman, 2013). Mit rund 20'000 US-Dollar fällt der Preis verhältnismässig auch geringer aus (Brynjolfsson et al., 2015, S. 43). Grundsätzlich sind jedoch beide speziell darauf ausgelegt, die Produktivität zu steigern. Und sie setzen neue Massstäbe im Bereich Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK).



### **3.4.3 Künstliche Intelligenz (KI)**

Wenn Maschinen Lernen lernen – die Welt steht am Anfang einer Entwicklung hin zu einer vernetzten Welt, in der Maschinen selber denken und handeln. Was sich zunächst wie eine Vision für das nächste Jahrhundert anhört, wird immer mehr zur Wirklichkeit. Diese Erkenntnis führt schliesslich zur letzten und gleichzeitig auch komplexesten Technologie, die der künstlichen Intelligenz.

Die Entstehung leistungsfähiger und nutzbringender künstlicher (Super)-Intelligenz (KI) schreitet durch die Auswirkungen des Moore'schen Gesetzes und dem entsprechend exponentiellen Wachstum mehr und mehr voran und wird auch medial durch die Welt getragen. Allgemein versucht das Forschungsgebiet, die Wahrnehmung und die Handlungsweise des Menschen durch Maschinen zu reproduzieren (Kern & Neumayer, 2016). Mit dieser Thematik beschäftigen sich Forscher nun bereits seit über einem halben Jahrhundert. Zum ersten Mal wurde der Begriff «Artificial Intelligence» in den 1950er-Jahren vom Kognitionswissenschaftler John McCarthy geprägt. Er beschrieb das Konzept damals als «Wissenschaft über intelligente Maschinen und deren Konstruktion» (McCarthy, Minsky, Rochester & Shannon, 1955, S. 1). Doch was als Wissenschaft für Computerprogrammierung anfing, hat sich im Laufe der Zeit zur Ergründung menschlichen Denkens entwickelt (Kern et al., 2016). Heutzutage wird der Begriff KI, generell, als die Fähigkeit von Computersoftware verstanden, menschliche Intelligenz nachzuahmen. Da der Begriff Intelligenz sowie die kognitiven Eigenschaften des Menschen aber selbst noch nicht klar definiert sind, entzieht sich der Begriff KI einer abschliessenden Deutung (Schneider, 2016).

#### **3.4.3.1 Eine falsche Herangehensweise**

Seit McCarthys Initiierung konnte die technologische Entwicklung der künstlichen Intelligenz, dem anfänglichen Optimismus der Forscher, jedoch nicht vollends gerecht werden. Dies gilt vor allem bezüglich des nicht ausgeschöpften Potentials. Grundsätzlich sind Maschinen nur so klug, wie es die von ihrem menschlichen Programmierer bereitgestellten Informationen zulassen (Ajayi, 2015). Die Fähigkeit eines Computers, eine Aufgabe schnell und kostengünstig auszuführen, hängt also unabdingbar von klar definierten Prozeduren und Regeln ab, die die Software dahingehend anleiten, das «Richtige» zu tun (Autor et al., 2013b). Doch diese Maschinen können keine «neuen» Ideen oder Erfindungen produzieren. Und im Vergleich zu den Menschen, kämpfen sie mit unvorhersehbaren Einflüssen (Dorn, 2015). Viele erlagen zudem dem Irrtum, Computer nur für Aufgaben

zu konzipieren, die den Menschen Schwierigkeiten bereiten, wie etwa das Hantieren mit grossen Zahlen (Schneider, 2016). Schliesslich sind es aber die vermeintlich einfachen Dinge, die dem Menschen leichtfallen, wie die Zubereitung von Essen, ein Small Talk, die Koordination im Strassenverkehr oder die gründliche Reinigung eines Hotelzimmers, die den Maschinen aber lange Zeit Probleme bereiteten und deren Handlungsspielraum einschränkten (Autor et al., 2013b).

In letzter Zeit entsteht aber der Anschein, als ob die Maschinen langsam ihre wahre «Macht» demonstrierten. Sie zeigen allmählich grundlegende Fähigkeiten, beispielsweise in der Erkennung von Mustern oder komplexeren Kommunikationen, die zuvor ausschliesslich den Menschen vorbehalten waren. Es lässt sich also durchaus sagen, dass die Forscher wohl aus ihren Fehlern gelernt haben (Brynjolfsson et al., 2015, S. 113).

### **3.4.3.2 Anwendungsbereich**

Schon bald werden zahllose Formen der künstlichen Intelligenz in den gesellschaftlichen Alltag Einzug nehmen. Am vielversprechendsten sieht die Forschung ihren Einsatz in kleinen Teilbereichen. Ihr Ziel ist es, Arbeitserleichterungen in den einzelnen Branchen zu schaffen. Die Einsatzgebiete sind dabei äusserst vielfältig (Kern et al., 2016).

In der näheren Vergangenheit wurden bereits erste Erfolge bezüglich (geringfügig) intelligenter Technologie verzeichnet. Neben dem bereits erwähnten Produktions-, Logistik- und Transportwesen, werden solche Praktiken auch in der Medizin oder im Energiesektor zum Teil schon heute angewandt. Oftmals sind sie unscheinbar, da sie zumeist im Hintergrund agieren. Mittlerweile hilft der IBM-Supercomputer «Watson» in der medizinischen Forschung Krankheiten wie Krebs zu diagnostizieren (Ajayi, 2015). Dieses sogenannte Decision-Support-System begutachtet die Patienten zum einen anhand der eingebauten Sensorik, zum anderen leitet es aus den zur Verfügung stehenden Daten Diagnosen ab (Rotman, 2013). Diese frühe Form der künstlichen Intelligenz hilft den Medizinern beim Filtern der massiven Mengen an Daten, hinsichtlich Forschungserkenntnissen und genetischen Daten, aber auch bei den Verfahren und dazugehörigen Medikamenten, die bei der Behandlung eingesetzt werden (Ajayi, 2015). Auch im Operationssaal werden bestimmte Schritte mit Hilfe eines Roboters durchgeführt. Der Da-Vinci-Roboter etwa unterstützt den Chirurgen bei Prostataoperationen, da er wesentlich präziser – im Tausendstel-Millimeter-Bereich – agieren kann, als es das Hantieren mit dem Skalpell gestattet (Kern et al., 2016). Dennoch wird der Arzt nicht vollkommen ersetzt: Die heutige KI verfügt nur andeutungsweise über die Fähigkeiten, aus bestimmten Mustern zu

lernen und verschiedene Möglichkeiten zu bewerten. Sie ist noch weit davon entfernt, die Urteilsfähigkeit und die Intuition, die einen Arzt ausmachen, zu substituieren (Rotman, 2013).

### **3.4.3.3 Maschinelles Lernen in der Zukunft**

Tendenzen, wie der Entwicklungspfad in Zukunft weitergeht, können auch aus den Überlegungen von Brynjolfsson und McAfee (2015) abgeleitet werden. Im zweiten Maschinenzeitalter liegt das Hauptaugenmerk auf der Entwicklung von maschinellen Lernprozessen, auch bekannt unter dem Begriff «Machine Learning (ML)». Erik Brynjolfsson fasst dies in einem Interview, mit der Harvard Business Review, wie folgt zusammen:

Man könnte das zweite Maschinenzeitalter in Phasen unterteilen. In Phase 2a bringen wir Menschen den Maschinen Schritt für Schritt bei, was wir wissen [...] In Phase 2b lernen die Maschinen selbstständig und entwickeln Wissen und Fähigkeiten, die wir nicht mehr erklären können (Bernstein et al., 2015).

Letztere Entwicklung könnte alles bisher Dagewesene in den Schatten stellen. Denn Maschinen, die kognitive Fähigkeiten aufweisen und komplexe Denkmuster analysieren könnten, wären um ein Vielfaches bedeutungsvoller als Maschinen, die lediglich physische Arbeiten auf Basis von Algorithmen verrichten. Diese Systeme wären in der Lage, bei jeder Handlung fortlaufend dazuzulernen und sich eigenständig zu verbessern, um so optimal Problemsituationen zu lösen und Problemlösungsvorgänge zu entwickeln (Brynjolfsson et al., 2015, S. 113). Sie würden damit zweifelsohne zur treibenden Kraft avancieren und einen Paradigmenwechsel mit sich bringen. Statt wie bisher, durch Programmierer in ein Korsett gezwängt und lediglich strukturierte Daten, im Rahmen vorgegebener Parameter abzurufen, könnten diese Systeme mittels Big-Data-Analysen unbegrenzt Informationen beziehen und sich stetig weiterentwickeln. Wesentlich gefördert wird dieser Umstand durch die Auswirkungen des exponentiellen Wachstums bezüglich der Rechenleistung der digitalen Technologien (Ajayi, 2015). Es macht Verfahren rund um maschinelles Lernen, demnächst erfolgversprechend (Gruber, 2017). Und im Zuge dessen könnten Maschinen in Bereichen weiterhelfen, die vom Trivialen bis hin zu disruptiven, lebensverändernden Dingen reichen (Brynjolfsson et al., 2015, S. 113-114).

Man stelle sich diese Situation vor: Die Software wird zum Chef. Es ist durchaus möglich, dass immer mehr Managementebenen verschwinden werden. Viele Entscheidungen, die heute menschliches Urteilsvermögen und Erfahrung erfordern, würden durch Systeme ersetzt. Die verbleibende Belegschaft nutzt die Software, um dank Big-Data-Analysen bessere Entscheidungen zu treffen. «Dieser Erkenntnis wird sich wohl auf alle Wirtschaftsbereiche ausdehnen», so der Bestsellerautor Martin Ford (Metzler, 2016).

Doch wie «intelligent» können Computer durch maschinelles Lernen werden? Einige Forscher, einschliesslich Brynjolfsson und McAfee, sagen voraus, dass wachsende Rechenleistung und bessere Technik es letztlich ermöglichen, dass Maschinen viele menschliche Fähigkeiten annehmen oder sogar übertreffen. Andere erwarten jedoch, dass sie fehleranfällig bleiben werden. Obwohl es ausser Frage steht, dass mit Hilfe von maschinellen Lernprozessen die Technologie einen grossen Sprung machen wird, bleibt indes die Frage offen, ob Computer jemals in der Lage sein werden, den Menschen in jeglicher Hinsicht zu übertreffen.

#### **3.4.4 Schlussbetrachtung**

Der Erfolg von Industrie 4.0 hängt in grossem Masse von der «neuen» Qualität der digitalen Technologien ab. Wie bereits Brynjolfsson und McAfee andeuten, wird diese durch Fortschritte in verschiedenen Bereichen und deren Zusammenwirken in immer kürzeren Abständen getrieben. Daten, Robotik und künstliche Intelligenz sind nur einige wenige Bereiche, denen sehr viel Potenzial zugesprochen wird. Dieser Erkenntnis demonstriert nicht nur die Geschwindigkeit und Breite des digitalen Wandels. Sie macht auch deutlich, dass Veränderungen in Technologie, Arbeit, Wirtschaft und Konsum Hand in Hand gehen (BMAS, 2016, S. 20). Da aber vieles noch im Unklaren liegt, lässt sich schwer abschätzen, ob und in welchem Ausmass sich die getätigten Aussagen bewahrheiten werden. Denn solche Technologien befinden sich noch in den Kinderschuhen und für exakte Prognosen ist es noch zu früh. Vielleicht sind in ein paar Jahren wieder ganz andere Technologien «en vogue».

## 4 Die grosse Abkopplung und ihre Folgen

Nachdem die Grundzüge der industriellen Revolutionen, sowie der künftigen Industrie 4.0, mittels Literatur ausführlich erläutert wurden, beschäftigt sich der weitere Verlauf der Arbeit hauptsächlich mit dem Wandel der Arbeitswelt.

Im nachfolgenden Kapitel wird eine Sekundärforschung durchgeführt. Diese beruht auf Grundlage, der von Brynjolfsson und McAfee aufgestellten Hypothese zur grossen Abkopplung und ergänzt somit bisherige Untersuchungen. Hierfür werden zunächst die Studienergebnisse der Autoren dargestellt. Folgende vier wesentlichen Indikatoren werden dabei verwendet: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (BIP), Arbeitsproduktivität, Beschäftigung in der Privatwirtschaft und das Durchschnittseinkommen der privaten Haushalte. Um die These der Autoren zu untermauern, werden adäquate Daten aus Deutschland hinzugezogen, da sich die Studienergebnisse lediglich auf den amerikanischen Markt beziehen. Somit kann aufgrund der bereits zuvor erhobenen Daten der USA, bis zum Jahr 2011, eine möglichst getreue Gegenüberstellung zwischen den Ländern hergestellt werden. Ein Vergleich für die Jahre 2011 bis und mit 2016 wird in dieser Arbeit bewusst ausser Acht gelassen, da zuverlässige Daten für alle Indikatoren nicht zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund wird am bestehenden Ansatz festgehalten und nun dieselbe Vorgehensweise im selben Zeitraum für Deutschland vollzogen. Die analoge Interpretation der vier Indikatoren ist demnach zentral für die Bewertung der Hypothese der grossen Abkopplung. Die Wahl von Deutschland als Gegenpart zur USA liegt nahe, da es sich um das wirtschaftsstärkste Land im europäischen Raum handelt und somit die volkswirtschaftlichen Grundvoraussetzungen für einen Vergleich bietet. Unabhängig von minimalen Unterschieden ist es zudem interessant zu untersuchen, ob ähnliche Trends auch in Europa vorliegen.

Die zusammengetragenen Daten für den amerikanischen Markt, werden von der Federal Reserve Bank of St. Louis bzw. deren Quellen bezogen. Die Angaben für Deutschland basieren für das reale BIP pro Kopf sowie für die Arbeitsproduktivität auf der empirischen Grundlage des U.S. Bureau of Labor Statistics. Die Daten für das Medianeinkommen werden von dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln zur Verfügung gestellt. Für den letzten Indikator, die Beschäftigung in der Privatwirtschaft, wird eine Änderung vorgenommen. Da sich während der Recherche keine äquivalenten Daten für Deutschland finden liessen, wird die Entwicklung der Erwerbstätigkeit in Deutschland mittels Zahlen des Statistischen Bundesamtes beziffert. Dies sollte den Vergleich aber nicht entscheidend beeinflussen.

Danach soll auf Grundlage fundierter Informationen ergründet werden, welche Kräfte hinter diesem Wandel stecken. Dieser Teil der Arbeit beinhaltet somit alle relevanten theoretischen Grundlagen und dient dazu, die wesentlichen Theorien und Auffassungen darzulegen und der zu untersuchenden Hypothese Nachdruck zu verleihen. Die ungerechte Verteilung des Einkommens ist weltweit ein Dauerthema und wird hier umfassend durchleuchtet. Folglich werden neben deutschen und amerikanischen, punktuell auch spezifische europäische oder schweizerische Ergebnisse miteinbezogen. Dabei soll ergründet werden, ob die Kluft tatsächlich immer grösser wird oder ob die verbreitete Wahrnehmung trügt.

#### **4.1 Hintergrund**

Bisherige Forschungsansätze haben den technologischen Fortschritt, insbesondere die digitalen Technologien, bereits mit Veränderungen in Beschäftigung und Produktivität verknüpft (Bernstein, 2011; Acemoglu & Autor, 2011; Brynjolfsson et al., 2015). Den Grundstein hierfür legte 2011 der Wirtschaftswissenschaftler Jered Bernstein. Er war es, der zum ersten Mal festhielt, dass sich das Wachstum von Produktivität und Beschäftigung in den USA mehr und mehr voneinander abkoppelt (Bernstein, 2011).

Die Produktivität einer Wirtschaft ist ein wesentlicher Indikator für das Wachstum und die Wohlstandsbildung. Paul Krugman, einer der anerkanntesten Wirtschaftsexperten, meinte einmal: «Produktivität ist nicht alles, aber auf lange Sicht ist sie fast alles [...] Das Vermögen eines Landes, seinen Lebensstandard mit der Zeit zu erhöhen, hängt nahezu vollständig von seiner Fähigkeit ab, den Output je Arbeitnehmer zu steigern» (Krugman, 1999, S. 11). Der Weg zu mehr Wohlstand führt also über die Steigerung der Produktivität. Sie ist ein Gradmesser für den Fortschritt und (eigentlich) fest mit dem Beschäftigungswachstum verankert. Kleinere Lücken waren zwar schon vor 2000 ersicht- lich. Abbildung 1 zeigt aber, wie sich die beiden Linien nach der Jahrtausendwende deutlich voneinander abwendeten (Bernstein, 2011).\*

---

\* Arbeitsproduktivität (GDP per hour worked) zu US-Dollar Preisen von 2011

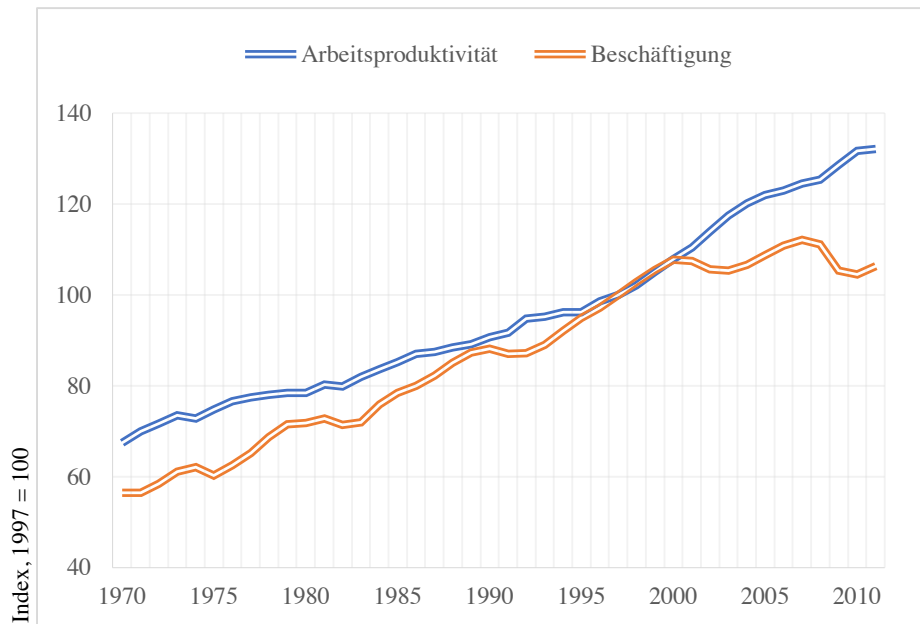


Abbildung 1: Produktivität und Beschäftigung in den USA, 1970 bis 2011 (Eigene Darstellung nach Daten von: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2012; U.S. Bureau of Labor Statistics, 2017)

Die strukturellen Veränderungen deuten auf einen Wandel in der dynamischen Beziehung zwischen den beiden Indikatoren hin (Bernstein, 2011). Diese Beobachtung brachte die Forschung von Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee ins Rollen (Brynjolfsson et al., 2015, S. 200).<sup>\*</sup> Die beiden Wissenschaftler befassten sich mit dem fortschreitenden Technologiewandel und dessen Auswirkungen auf die Volkswirtschaft. Im Zuge dessen, wurden diverse Publikationen sowie das Buch «The Second Machine Age – Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird» rund um das Thema der grossen Abkopplung veröffentlicht (Brynjolfsson & McAfee, 2012; Brynjolfsson & McAfee, 2013; Rotman, 2013; Bernstein et al., 2015; Brynjolfsson et al., 2015; MacCroy et al., 2015; McAfee, 2017). Dieses Kapitel stützt sich dabei vor allem auf den Artikel im Harvard Business Review aus dem Jahre 2015.

Brynjolfsson und McAfee sehen eine verblüffende Entwicklung in den Wirtschaftsdaten Der USA. Dazu betrachten sie in ihrer Untersuchung vier zentrale Kennziffern für den Zustand einer Volkswirtschaft im Zeitraum von 1947 bis 2011 (Abbildung 2). Diese sind das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (BIP), die Arbeitsproduktivität, die Beschäftigung in der Privatwirtschaft und das Durchschnittseinkommen der privaten Haushalte (Bernstein et al., 2015). Die Autoren erweitern demnach die Untersuchung um zwei wei-

<sup>\*</sup> Beide sind an der renommierten Sloan School of Management an der Technischen Universität MIT in Cambridge, in tragenden Rollen beschäftigt. Gemeinsam gründeten sie die «MIT Initiative on the Economy», um zu untersuchen, welche Auswirkungen digitale Technologien auf die Unternehmen, die Wirtschaft und die Gesellschaft haben.

tere Variablen. Die gefundenen Effekte spiegeln sich ihrer Ansicht nach in weiteren Metriken, wie den geschaffenen oder verloren gegangenen Arbeitsplätzen, der Art der Arbeit oder aber in den Änderungen des BIP und der Produktivität eines Landes wider.

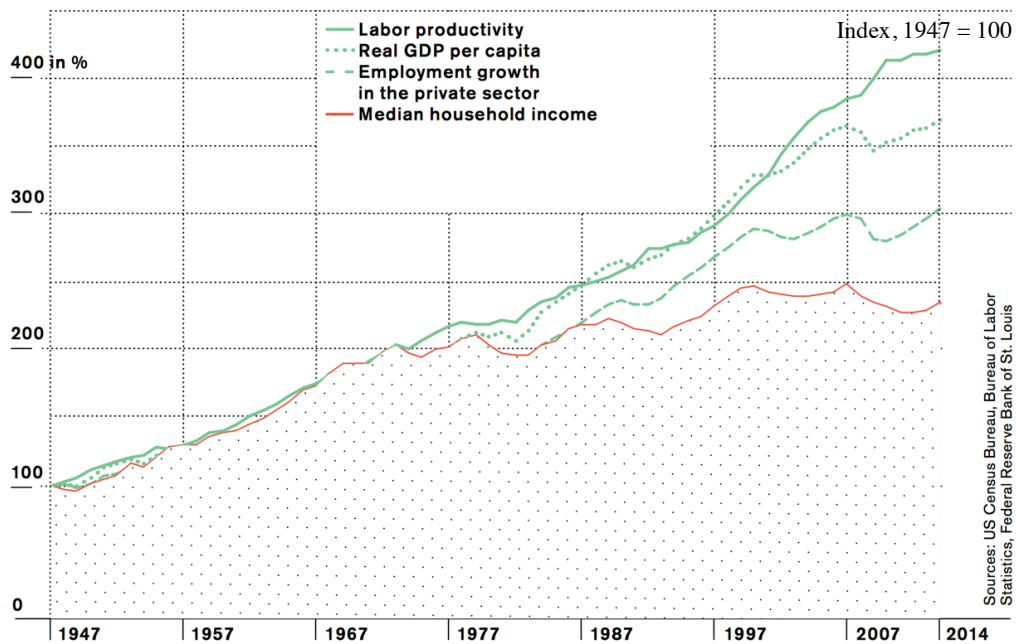


Abbildung 2: Die grosse Abkopplung in den USA, 1947 bis 2011 (in Anlehnung an Bernstein et al., 2015)

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges (im Jahre 1945), verzeichneten die Vereinigten Staaten in allen vier Bereichen ein stabiles und nahezu identisches Wachstum. Mit anderen Worten hing das Wachstum von Beschäftigung und Gehältern, mit der Wirtschaftsleistung und der Produktivität des Landes zusammen, als wären sie eng aneinandergelockt. In dieser Zeit profitierten alle vom erheblichen Wohlstand im Lande. Zudem waren die amerikanischen Arbeiter proportional an der wachsenden ökonomischen Prosperität beteiligt (Bernstein et al., 2015). Die zunehmende Produktivität erhöhte das Einkommen vieler und schuf Jobs, ungeachtet des Bildungsstandes. Auch der Durchschnittsamerikaner ohne besonders gute Ausbildung genoss einen hohen Lebensstandard (Brynjolfsson et al., 2012). Doch ab den 1980er-Jahren geriet diese prächtige Entwicklung zunehmend ins Stottern (Bernstein et al., 2015). Abbildung 2 zeigt, wie die Linien zu divergieren begannen. Die Autoren bezeichnen diese Phänomene als die grosse Abkopplung. Ausgehend von Bernstein (2011) folgern sie, dass die beiden Hälften des Wohlstandskreislaufs nicht mehr zusammenhängen. Bildlich gesprochen öffnet sich die Schere (Abbildung 2). Einer der Gründe für diesen Zustand ist, dass das Beschäftigungswachstum im privaten Sektor nach der Jahrtausendwende abflachte, obwohl die Finanz- und Wirtschaftskrise und die daraus resultierende Rezession erst 2008 erfolgte (Bernstein et al., 2015). Aus Abbildung 1 wird ersichtlich, dass im Jahr 2000 mehr Arbeitnehmer



beschäftigt waren als 2011.\* Obwohl die Bevölkerungsanzahl stetig zunimmt, werden schlicht nicht mehr so viele Mitarbeiter gebraucht. Die Proportionen stimmen nicht mehr überein und die Karrierechancen für den typischen Arbeitnehmer sinken rapide (Bernstein et al., 2015). Die Beschäftigungsquote lag mit unter 76 Prozent so niedrig wie zuletzt vor dreissig Jahren (Abbildung 3).

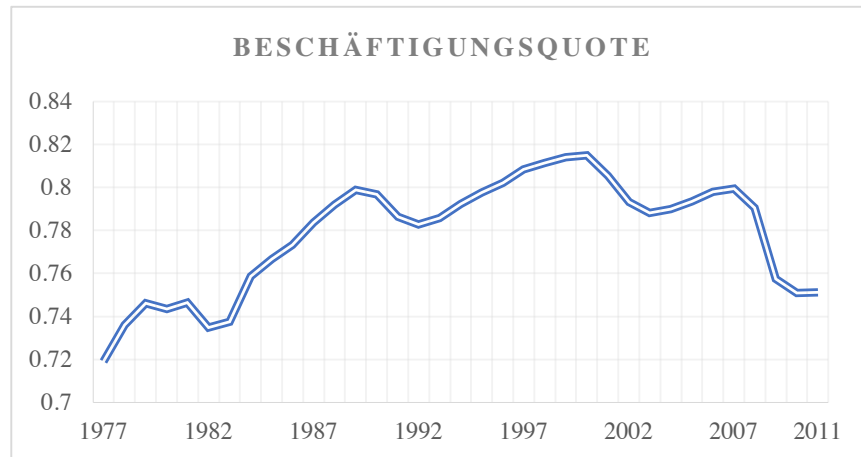


Abbildung 3: Beschäftigungsquote: Alter 25–54: Alle Personen in den Vereinigten Staaten von Amerika, 1977 bis 2011 (Eigene Darstellung nach Daten von: OECD, 2016)

Noch mehr betroffen waren die Löhne (Abbildung 4). Diejenigen, die sich glücklich schätzen konnten, einen Job zu haben, litten unter der schwachen Entwicklung der Gehälter. Inflationbereinigt verdiente ein amerikanischer Privathaushalt der gesellschaftlichen Mittelklasse 2011 mit 64'259 US-Dollar weniger als 1997 (65'645).\*\* Die zuvor implizit erkennbare Abhängigkeit, die den Arbeitnehmern einen Anteil an den Produktivitätsgewinnen zusicherte, ist seit längerem nicht mehr gegeben. Der gesamtwirtschaftliche Reichtum in Gestalt des BIP steigt weiter robust an, wohingegen die Mittelschicht keinen Mehrwert daraus zieht (Bernstein et al., 2015). Doch warum sollten die Löhne und Gehälter nicht mehr von einem boomenden Markt profitieren? Dieser Aspekt wird im folgenden Verlauf noch detailliert ergründet.

\* vgl. All Employees: Total Private Industries (Federal Reserve Bank of St. Louis – Economic Research, 2017; U.S. Bureau of Labor Statistics, 2017).

\*\* Zu angepassten Preisen des US-Dollars im Jahr 2015 (Federal Reserve Bank of St. Louis – Economic Research, 2016; U.S. Bureau of the Census, 2016).

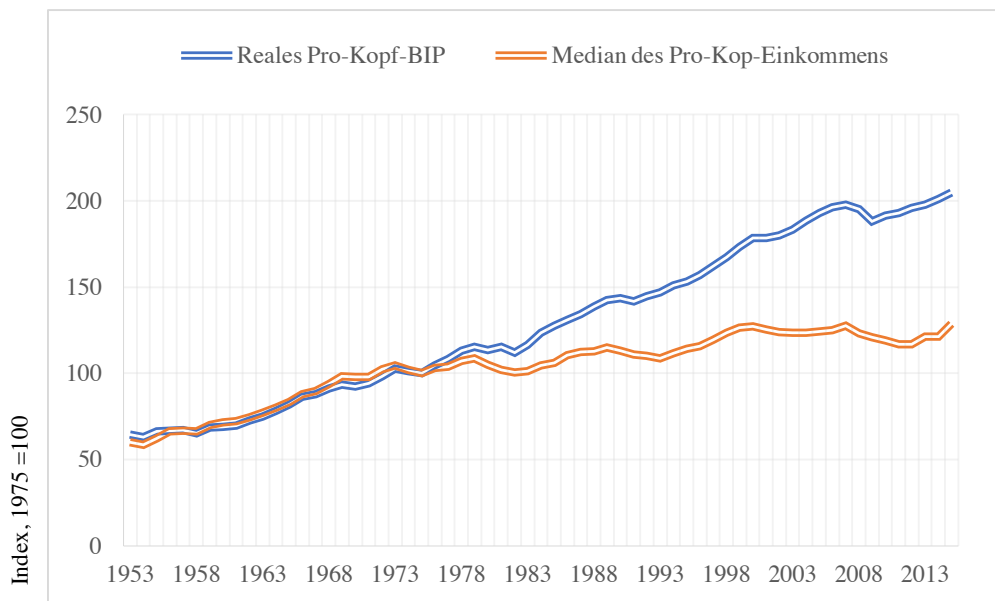


Abbildung 4: Wachstum vom BIP und mittleren Einkommen in den USA, 1953 bis 2011 (Eigene Darstellung nach Daten von: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2012; U.S. Bureau of the Census, 2012)

Noch unheilvoller für die Arbeiterschaft ist laut den Autoren, dass Automatisierung und digitale Innovationen massgeblich dazu beitragen, dass die Dimensionen Einkommen und Beschäftigung einen negativen Verlauf nehmen (Brynjolfsson & McAfee, 2011; Bernstein et al., 2015; Brynjolfsson et al., 2015). Die schlechte Entwicklung der Arbeitsmärkte, vor allem in den Industriestaaten, hat die Debatte um die sogenannte «technologische Arbeitslosigkeit» unter diversen Ökonomen und Wissenschaftlern intensiviert. Trotz ihrer offensichtlichen Begeisterung für die technologischen Wunderwerke, wählen Brynjolfsson und McAfee eine eher pessimistischere Haltung, die sich zum Teil mit der von anderen Autoren (Acemoglu, 2002; Karabarbounis & Neiman, 2013; Frey & Osborne, 2013; Autor & Dorn, 2013a; Siegenthaler & Stucki, 2014) kreuzt. Sie glauben, dass die Kräfte des technologischen Fortschritts zu einem gesunden Wachstum der Produktivität\* verhelfen und die Gesellschaft als Ganzes reicher machen, aber – und das ist das Wesentliche an ihrer Erkenntnis – sie reduzieren die Notwendigkeit des Menschen in diversen Arbeitsbereichen.

Wie aus mehreren Studien hervorgeht, substituierten die Maschinen im betrachteten Zeitraum vornehmlich gering qualifizierte Arbeitnehmer (Acemoglu, 2002; Machin, 2004; Spitz-Oener, 2006; Siegenthaler et al., 2014; MacCrory et al., 2015). Für Charles, Hurst und Notowidigdo (2013) sowie Jaimovich und Siu (2012) sind der anhaltende Be-

\* Auch Basu, Fernald und Shaprio (2001) kommen zum Schluss, dass ein Grossteil der Produktivitätssteigerungen auf Effekte des technologischen Wandels (Digitalisierung) zurückzuführen sei.

schäftigungsrückgang im verarbeitenden Gewerbe und das Verschwinden anderer Routinejobs für die niedrige Beschäftigungsquote verantwortlich (Abbildung 3). Alleine im Fertigungssektor fiel der Beschäftigungsanteil von 22.1 Prozent im Jahre 1980 auf 10.2 Prozentpunkte im Jahr 2011 (Rotman, 2013). Also nur noch jeder zehnte Job in den Vereinigten Staaten ist im Fertigungssektor angesiedelt. Haben wir uns also in die Obsoleszenz mechanisiert? Die Ergebnisse von Karabarbounis und Neiman (2013) bezüglich der zunehmenden Präferenz der Unternehmen, mehr in den Produktionsfaktor Kapital, also in Anlagen und Software, als in den Produktionsfaktor Arbeit zu investieren, sowie auch die Prognosen des IFR belegen (vgl. 3.4.2), bekräftigen die Aussagen der Autoren der Studien sowie die von Brynjolfsson und McAfee. Bei Betrachtung des Indikators der Arbeitsproduktivität (Abbildung 2) wird deutlich, dass sich die Kurve ab Mitte der 1990er-Jahre eindrucksvoll nach oben orientiert hat, da die Industrie mehr und mehr automatisiert wurde.\* Dies führt folglich zur Stagnation des Medianeinkommens und zum Wachstum der Ungleichheit in den USA (Abbildung 2). Der Ansatz von Brynjolfsson und McAfee steht zudem im direkten Konflikt mit Schumpeters (2003) «schöpferischen Zerstörung», da sie der Ansicht sind, dass Arbeitsplätze schneller zerstört als neue geschaffen werden (Bernstein et al., 2015). Infolgedessen gehen sie davon aus, dass die Graphen in absehbarer Zeit auch nicht wieder konvergieren (McAfee, 2017). Dies verdeutlicht ihre negative Haltung hinsichtlich der gesellschaftlichen Spannungsfelder. Die Situation wird sich künftig wohl noch mehr verschärfen, da digitale Technologien stetig dazulernen und Arbeitsplätze übernehmen könnten, die derzeit noch als ungefährdet angesehen werden. Ob sich diese vermeintlich unüberwindbare Hürde meistern lassen wird, wird im nächsten Kapitel ergründet.

Die Hypothese von Brynjolfsson und McAfee klingt durchaus plausibel. Es muss jedoch untersucht werden, ob der Einsatz der neuen Technologien für diese besorgniserregenden Trends verantwortlich ist. Empirische Grundlagen dafür, dass digitale Technologien Arbeitsplätze bedrohen, sind natürlich vorhanden. Sie werden jedoch kontrovers diskutiert. Der Zusammenhang zwischen Ungleichheit und Wachstum ist nicht eindeutig

---

\* Unbewusst begegnet man solchen Situationen tag täglich: Sei es der Einkauf im Supermarkt und der zunächst simplen Entscheidung, ob man sich nun bei der bedienten Kasse anstellt, wo der Angestellte die Produkte einscannt, oder den *Self-Checkout* benutzt und es selbst macht. Dieser Schritt könnte jedoch weitreichende Auswirkungen haben: Wenn die Beschäftigung der Kassierer abnimmt, verschwinden auch Arbeitsplätze in der Lieferkette, so beispielsweise bei den Produzenten der Lebensmittel. Diese Menschen konsumieren folglich auch weniger oft, so dass auch andere Arbeitsplätze verloren gehen. Des Weiteren nimmt man den Unternehmen die Arbeit ab und schenkt ihnen sogar noch etwas. Eine autonome Wirtschaft hat daher multiplikatorische Wirkungen.

erkennbar, da es schwierig ist, die Auswirkungen der Technologien von anderen makroökonomischen Effekten abzugrenzen. Zusätzlich wird davor gewarnt, sich ausschliesslich auf die Messung gesamtwirtschaftlicher oder sektoraler Daten zu stützen. Viele ArbeitsökonomInnen sind skeptisch, dass alleine die technischen Fortschritte einen solch abrupten Wandel der Gesamtbeschäftigung bewirken und die aktuellen Zahlen ohne jeden Zweifel erklären könnten (Rotman, 2013). Dass sich die Beschäftigung und die Lohnstrukturen minimieren, liegt auf der Hand (Abbildung 2). Doch niemand kennt die genaue Ursache. Neben der Digitalisierung gibt es auch andere plausible Erklärungen, einschliesslich der Ereignisse im Zusammenhang mit der Auslagerung von Arbeitsplätzen in Niedriglohnländer oder der Finanz- und Wirtschaftskrise, die die Abkopplung der Indikatoren seit der Jahrtausendwende deuten könnten. «Niemand weiss es wirklich», sagt der Wirtschaftswissenschaftler Richard Freeman (Rotman, 2013). Das schlechte Beschäftigungswachstum könnte auch das Resultat einer trägen Wirtschaft sein, die es schlicht und einfach verschlafen hat, genügend Arbeitsplätze für die steigende Bevölkerung zur Verfügung zu stellen (Rotman, 2013). Eines wird dabei klar: Eine abschliessende Erklärung ist kaum ersichtlich. Daher soll nun Schritt für Schritt ergründet werden, ob sich in irgendeiner Form ein roter Faden erkennen lässt, der diese Verschiebungen erklären könnte.

## **4.2 Die grosse Abkopplung in Deutschland?**

Brynjolfsson und McAfee vermuten, dass auch andere Industrieländer davon betroffen sind. Nun soll als Nächstes überprüft werden, ob diese Spaltungen im volkswirtschaftlichen Kontext auch auf Deutschland anwendbar sind und so ihrer Hypothese mehr Gewicht verleihen. Zur Übertragung der Ergebnisse auf Deutschland werden zunächst die gleichen Indikatoren herangezogen. Hierfür sind jedoch punktuelle Anpassungen nötig. Wie bereits eingangs erwähnt, wird statt des Beschäftigungsanteils in der Privatwirtschaft die gesamtwirtschaftliche Erwerbstätigkeit in Deutschland betrachtet.\* Zusätzlich wird der Betrachtungszeitraum geschmälert. Für eine Gesamtbetrachtung sind entsprechende

---

\* «Zu den Erwerbstätigen zählen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) alle Personen, die als Arbeitnehmer (Arbeiter, Angestellte, Beamte, geringfügig Beschäftigte, Soldaten) oder als Selbstständige beziehungsweise als mithelfende Familienangehörige eine auf wirtschaftlichen Erwerb gerichtete Tätigkeit ausüben beziehungsweise in einem Arbeits- oder Dienstverhältnis stehen. Personen mit mehreren gleichzeitigen Beschäftigungsverhältnissen werden nur einmal mit ihrer Haupterwerbstätigkeit erfasst (Personenkonzept)» (Bundeszentrale für politische Bildung [bpb], 2013).

Daten erst seit 1991, für das wiedervereinigte Deutschland, verfügbar. Um der Wiedervereinigung somit Rechnung zu tragen, ist es sinnvoll, die Veränderungen ab 1991 für das gesamte Deutschland zu betrachten.

Auf den ersten Blick wird ersichtlich, dass die Vermutungen der Autoren richtig waren. Die behandelten Zusammenhänge sind auch für die deutsche Wirtschaft von erheblicher Bedeutung (Abbildung 5). Das Bild ist dem der USA nicht unähnlich: Gesamtwirtschaftlich zeigt sich, dass das reale Pro-Kopf-BIP 2011, im Vergleich zum Jahr 1991, um 27.4% angewachsen ist. Die Arbeitsproduktivität pro Stunde verzeichnete im selben Zeitraum sogar einen Zuwachs um 34.9%.

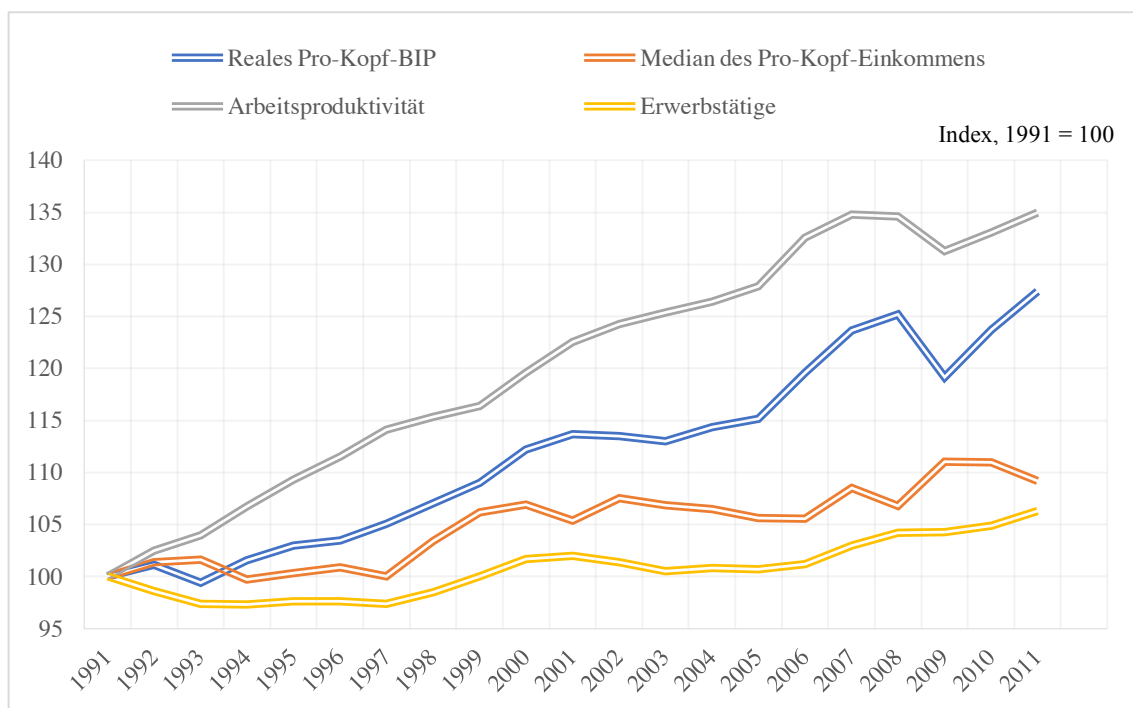


Abbildung 5: Die grosse Abkopplung in Deutschland (Eigene Darstellung nach Daten von: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2012; Sozio-oekonomisches Panel [SOEP] 2015; Niehues 2017)

In Deutschland wächst die Produktivität seit Jahrzehnten beständig an, wobei das Durchschnittseinkommen und die Beschäftigung stagnieren. Somit wird auch in Deutschland unweigerlich erkennbar, dass die Arbeitnehmerschaft selbst nur unzureichend von den Produktivitätsgewinnen profitierte.\* Das inflationsbereinigte Medianeinkommen wuchs bis 2011 um nur knapp 9%.\*\* Dennoch stieg die Wirtschaft respektabel an. Dies ist dahingehend zu erklären, dass diejenigen, die arbeiteten, äusserst produktiv waren –

\* Diese Entwicklung vollzog sich auch schon vor der Wiedervereinigung 1991: Siehe hierfür die Studie von Schreiner (2014) welcher den Zeitraum von 1970 bis 1990 für das damalige Westdeutschland untersuchte. Er stellte fest, dass auch vor 1991 die Arbeitsproduktivität deutlich schneller als das Einkommen wuchs.

\*\* Bedarfsgewichtete Nettoeinkommen in Preisen des Jahres 2014, Index 1991 = 100

vergleichbar mit der Situation in den USA. Dies wurde auch unterstützt durch technologische Fortschritte in der Automatisierung, die sich vor allem in Deutschland wegen seines hohen Industrieanteils grosser Anwendung erfreute. Darüber hinaus zeigt sich, dass das Durchschnittseinkommen verstärkt ab 2002 bis und mit 2006 rückläufig war. Neben der zu der Zeit schwachen Konjunkturlage dürfte dies auf die «Agenda 2010» zurückzuführen sein, die die Hartz-Reformen auslöste (Schreiner, 2014). Schliesslich ist hier festzuhalten, dass erste Anzeichen für eine wachsende soziale Ungleichheit erkennbar sind. Folglich könnte argumentiert werden, dass immer effizientere Technologien die Produktivität nach oben treiben und die bestehende Kluft weiter vergrössern.

Im Zeitraum von 1980 bis 2011 verzeichnete Deutschland, bereinigt um konjunkturelle Schwankungen, eine jährliche Zuwachsrate von stabilen 2.1%. Für die Jahre 1980 bis 1990 wurden entsprechend Daten für die alte Bundesrepublik Deutschland verwendet. Dementgegen legte die USA (lediglich) um jährlich 1.7% zu.\* Also war die deutsche Produktivitätsentwicklung dynamischer als im derzeit führenden Industrieland der Welt. Bei Betrachtung des Zeitraums zwischen 2007 und 2011 ändern sich jedoch die Verhältnisse – die Schere begann sich zu schliessen. Alleine im Jahr 2009 büsste die Produktivität in Deutschland im Vergleich zum Vorjahr 6.1 Prozentpunkte ein. Erstaunlicherweise konnten die USA die Finanz- und Wirtschaftskrise also besser meistern als die Deutschen. Im Zuge dessen stehen der USA starke 1.5% zugute, wohingegen Deutschland nur um bescheidene 0.027% zulegte. Der Rückgang der Arbeitsproduktivität ist wohl auf eine geringe Investitionstätigkeit oder auch Innovationshemmnisse im Industriesektor zurückzuführen. Und genau in diesen Punkten hat es Deutschland verschlafen, seine aussichtsreiche Position zu festigen. Denn der Einbruch ist nicht nur im Verhältnis zu den USA viel ausgeprägter, sondern auch höher als in fast zwei Drittel aller OECD-Staaten (Borger, 2016). Hierin liegt wohl auch der Hauptgrund für das im Jahre 2011 gestartete Forschungsprojekt und das Bestreben der deutschen Regierung, die Informatisierung klassischer Industriezweige zu beschleunigen (Kersten, Koller & Lödding, 2014, S. 133) und eine vernetzte, vollautomatische und autonome Fertigung zu fördern (Köbel, 2015). Und dies brachte schliesslich «Industrie 4.0» ans Licht (vgl. 3.2). Für das Jahr 2011 zeigt sich dann auch, dass sich die Schere zwischen Arbeitsproduktivität und Einkommen erneut öffnete (Abbildung 5). Dennoch bleibt die Erkenntnis, dass diese jährlichen Zuwachsraten tiefgreifende Auswirkungen für den zukünftigen Verlauf haben. Eine Wirtschaft, die mit 2.1 Prozent kontinuierlich weiterwächst, verdoppelt sich knapp alle 30 Jahre. Die

---

\* Eigene Berechnungen nach Daten vom U.S. Bureau of Labor Statistics, 2012.

Frage bleibt aber, inwieweit sich die Menschen an diesem wachsenden Wohlstand bereichern könnten. Denn die bisherigen Prognosen verheissen nichts Gutes.

Im direkten Vergleich zu den USA hebt sich Deutschland insbesondere in einem Punkt besonders ab. Erstaunlich ist, dass der wirtschaftliche Abschwung, ausgelöst durch die Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008 und 2009, sich kaum auf den deutschen Arbeitsmarkt übertragen hat. Anders als in den USA, ist die Beschäftigung sogar gestiegen (Abbildung 6).

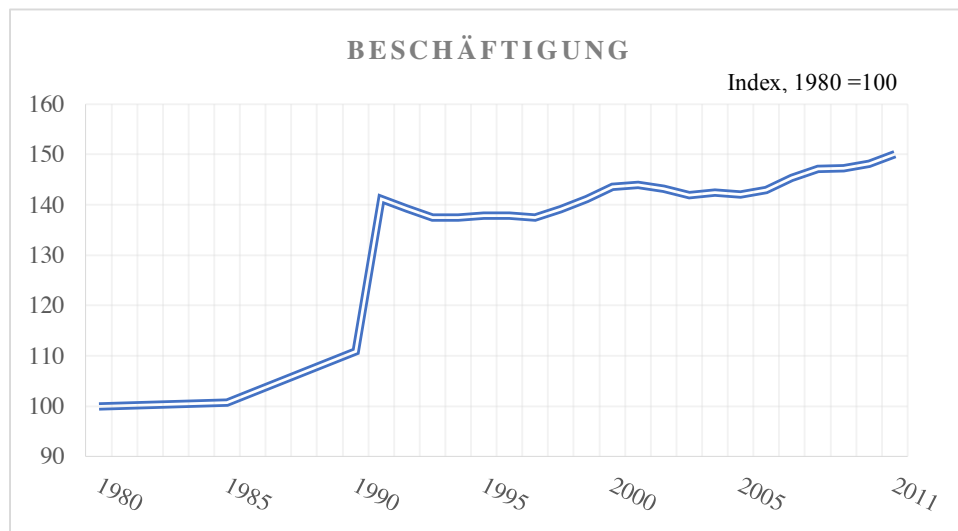


Abbildung 6: Beschäftigung in Deutschland (Eigene Darstellung nach Daten von: Destatis, 2017b)

Bei einem Blick auf die historischen Daten zur Erwerbstätigenzahl (Abbildung 6) zeigt sich, dass alleine zwischen 1990 (30.4 Millionen) und 1991 (38.7 Millionen) die Beschäftigung um 27.3% anstieg – was sich natürlich auf den Zusammenschluss von Ost und West zurückführen lässt. Danach geriet die Entwicklung für das wiedervereinigte Deutschland aber zunächst ins Stottern. Zwischen 1991 und 1994 sank die Zahl der Erwerbstätigen um 2.8 Prozent. Trotz kleinerer Schwenker in beide Richtungen folgte anschliessend eine lange Phase der Stagnation. Ansonsten hat sich die Beschäftigung in Deutschland seit 2005 sehr robust gezeigt und die Quote erhöhte sich Jahr für Jahr. Und auch in Bezug auf das zuvor gezeigte Beispiel der Fertigungsindustrie in den USA schneidet Deutschland besser ab. Die deutsche Fertigung beschäftigt trotz eines hohen Automatisierungsgrades immer noch ein Fünftel der Werk tätigen (Rotman, 2013).<sup>\*</sup> Der letzte Satz liefert möglicherweise auch den Grund für den widerstandsfähigeren Verlauf des Graphen. Verglichen mit den amerikanischen Arbeitsplätzen, die in den vergangenen Jahrzehnten dem Offshoring zum Opfer fielen, setzt Deutschland noch vermehrt auf das

<sup>\*</sup> Zum Vergleich: 1980 waren es 34%, 2011 noch 20%. Auch hier ist ein Abwärtstrend ersichtlich, doch wahrscheinlich durch den hohen Anteil am Industriesektor, nicht ganz so negativ wie in den USA.

verarbeitende Gewerbe im Inland. «Made in Germany» ist in der näheren Vergangenheit demnach weniger gefährdet gewesen als die Produkte «Made in America».

Abschliessend kann nun fundiert darauf hingewiesen werden, dass die grosse Abkopplung in ihren Grundzügen keinen Einzelfall darstellt. Trotz der nun getätigten analogen Übertragung auf Deutschland kann aber noch nicht hundertprozentig für oder gegen die Thesen von Brynjolfsson und McAfee argumentiert werden. Dies liegt daran, dass die hier gezeigten Entwicklungen in Deutschland und den USA auf eine Vielzahl an Ursachen zurückzuführen sind und die herangezogenen Indikatoren für ein aussagekräftiges Ergebnis nicht genügen. Daher soll nun ergründet werden, was die entscheidenden Treiber im Hintergrund sind und welche Faktoren die Veränderungen erklären könnten.

### **4.3 Der Kampf um den Arbeitsplatz – Was steckt dahinter?**

Die Pessimisten vermuten, dass die aktuelle Umwälzung anders verlaufen wird als alle bisherigen. Sie argumentieren, dass die sich zunehmend beschleunigende Technologisierung die Berufswelt radikal verändern wird und diverse Berufsfelder von heute auf morgen sukzessive verschwinden werden – sogar die, die bis anhin als sicher galten (Kohler & Vogel, 2015). Diese Sorge kommt nicht von ungefähr: Bereits 1930 schrieb der Wirtschaftswissenschaftler John Maynard Keynes über die «wirtschaftlichen Möglichkeiten für unsere Enkelkinder». Keynes (1930) sagte voraus,

[...] dass jedermann wünschen wird, *irgendeine* Arbeit zu tun, um zufrieden sein zu können [...] darüber hinaus sollten wir uns bemühen, die Butter auf dem Brot dünn zu streichen – um die Arbeit, die dort noch zu tun ist, soweit wie möglich zu teilen. (S. 97)

Auch er warnte vor einer technologischen Arbeitslosigkeit. Keynes sah das Problem darin, dass die Menschheit in der Arbeit einen Sinneszweck sehe, der ihr durch technologischen Fortschritt geraubt werde. Er prognostizierte damals, dass der Mensch innerhalb des nächsten Jahrhunderts (also bis 2030) durch den technologischen Fortschritt nur mehr eine 15-Stunden-Woche – also drei Stunden am Tag – leisten müsse (Keynes, 1930, S. 97). Ganz so schlimm haben sich die Dinge zwar nicht entwickelt, aber generelle Tendenzen lassen sich aus den bisherigen Abbildungen zweifelsohne erkennen. Wie Brynjolfsson und McAfee, ist auch der Wirtschaftshistoriker John Komlos der Ansicht, dass in näherer Zukunft, Jobs schneller zerstört als neue kreiert werden. Die Folgen sind ihm



zufolge bereits erkennbar. Im Working Paper «Has Creative Destruction Become More Destructive?» beschreibt er unter anderem am Beispiel von Kodak, wie Smartphones die traditionelle Fotoindustrie mehr oder weniger überflüssig machten (Komlos, 2014). Ende der 1980er-Jahre beschäftigte die einstige Ikone der Fotoindustrie 145'000 Mitarbeiter – davon erhielten die meisten ein Mittelklasse-Einkommen (Pearlstein, 2014). Im Zeitalter der «Selfies», knapp 30 Jahre und ein Insolvenzverfahren später, bleiben noch 8000 Mitarbeiter übrig. Im Gegensatz dazu, der Technologiegigant Apple. Mit einem Börsenwert von 739 Milliarden Dollar – und damit das wertvollste Unternehmen der Welt\* – beschäftigt es gerade mal 47'000 Angestellte. Darüber hinaus erhalten zwei Drittel davon weniger als ein Mittelklasse-Einkommen und sind somit im Niedriglohnsegment angesiedelt (Komlos, 2014).\*\* Andrew McAfee führt weiter aus: «Ich sehe in der Zukunft eine produktive Wirtschaft, die aber schlicht nicht mehr so viele Arbeitskräfte braucht wie heute» (Stitzel, 2015). Die Proportionen zwischen Mitarbeiter, Kunden und Unternehmensgewinnen driften mehr und mehr auseinander. Arthur (2011) nennt dies die «autonome Wirtschaft».\*\* Die heutige Technologie benötigt viel weniger Arbeitsintensivität, um trotz dessen mehr Dinge zu produzieren, die viele Millionen Menschen erreichen. Grosskonzerne wie Facebook, Google oder Zalando beschäftigen nur eine geringfügige Anzahl Mitarbeiter im Vergleich zu ihrem Umsatz oder ihren Kundenzahlen. Als Facebook den Kurznachrichtendienst WhatsApp für 19 Milliarden Dollar übernahm, arbeiteten dort gerade einmal 45 Angestellte. Der Dienst zählte damals aber schon mehr als 450 Millionen Nutzer (Birrer & Köppel, 2014; Reich, 2017).

Diese digitalen Märkte fördern eine überproportionale Marktkonzentration. Innovatoren können somit Werte schaffen und direkt in einem fast grenzenlosen Umfang für sich erschliessen. Die Produktivitätsgewinne und der daraus resultierende Wohlstand, schlagen sich nicht mehr in den Statistiken der Arbeit nieder, sondern bleiben bei den Eigentümern des physischen Kapitals (Brynjolfsson et al., 2015, S. 176).\*\*\* Denn nicht alle profitieren im gleichen Mass von dem fortwährenden technischen Fortschritt. Trotz des hohen Wachstumspotenzials, sind diese neuen Geschäftsmodelle nicht zwangsläufig darauf ausgelegt, dass die Belegschaft im Unternehmen entsprechend mitwächst (BMAS,

---

\* Stand 23. März 2017 (YCharts, 2017).

\*\* Dies ist vor allem der hohen Anzahl an Beschäftigten der Zulieferer von Apple in Niedriglohnländern geschuldet.

\*\*\* In seinem Artikel schätzt Arthur, dass bis 2025 die autonome Produktion Waren und Dienstleistungen gleich dem Wert des BNE der Vereinigten Staaten vom Jahre 1995 produzieren wird, also etwa 7.5 Billionen US-Dollar (Arthur, 2011; Davidow, 2017).

\*\*\*\* Normalerweise, werden die erwirtschafteten Einnahmen zwischen Arbeitnehmenden, in Form von Löhnen, und den Kapitaleignern, als Gewinne, einigermaßen «fair» aufgeteilt.

2016, S. 57). Das bedeutet auch eine Konzentration des Wohlstandes und führt zu neuen Verwerfungen (Bernstein et al., 2015). Hierbei wird ein Paradoxon ersichtlich. Wenn der Anteil der Löhne und Gehälter am Bruttoinlandsprodukt (Abbildung 6), sowie die Unternehmensgewinne (Abbildung 7) betrachtet werden, wird diese Aussage noch deutlicher.

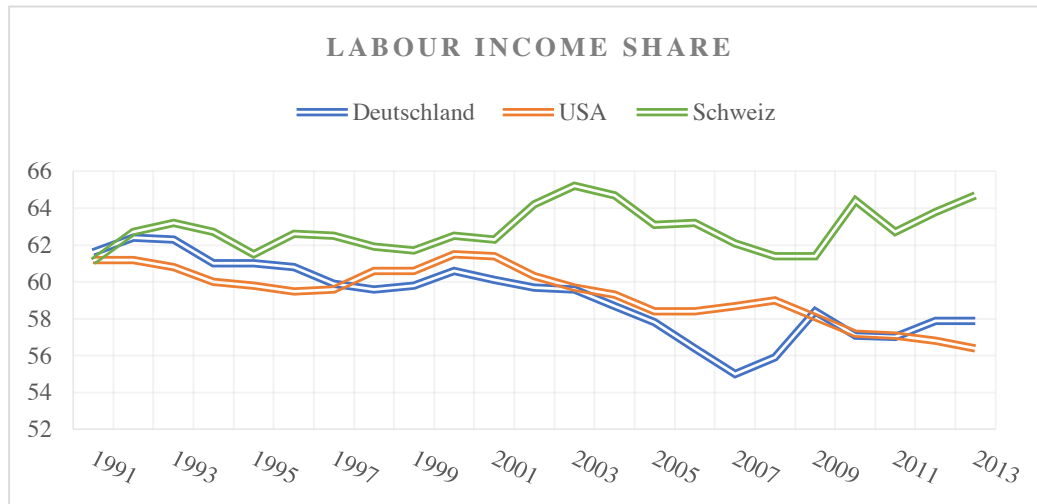


Abbildung 7: Anteil der Arbeit am BIP (Eigene Darstellung nach Daten von: ILO, 2015; U.S. Bureau of Economic Analysis, 2017)

Abbildung 7 zeigt, dass sich die auf die Arbeit entfallenden Einkommensanteile in Deutschland und den USA auf dem Weg nach unten befinden. Seit der Jahrtausendwende sind die Werte deutlich gesunken. Im Jahr 2013 weisen die USA (56.4%) wie auch Deutschland (57.9%) tiefere Werte auf als im Jahr 2000. Im Zuge der Rezessionsjahre fiel Deutschland um fast 4 Prozentpunkte hinter die Vereinigten Staaten zurück, bevor es sich wieder erholte und 2013 sogar auf einem besseren Weg war als der US-amerikanische Markt. Doch warum sollte der Anteil der Löhne und Gehälter so stark abfallen, obwohl das BIP stetig ansteigt? Nach Karabarbounis und Neiman (2013) ist es ein globales Phänomen. Wie sie in ihrer Untersuchung feststellen, sank die sogenannte Lohnquote in 42 von insgesamt 59 betrachteten Ländern. Neben den hier betrachteten Ländern, waren unter anderem auch Japan, China, Kanada und Frankreich negativ betroffen. Die Lohnquote ist ein relevanter Indikator dafür, wie das Einkommen in einem Land aufgeteilt ist (Siegenthaler, 2014). Der rückläufige Anteil ist wohl unter anderem die Folge zweier Störungen, die bereits angesprochen wurden: Zum einen arbeiten prozentual weniger Menschen als früher (vgl. Abbildung 3 und 6) und zum anderen werden die Gehälter zunehmend einseitiger verteilt (vgl. Abbildung 9 und 10). Das heisst, selbst die in Abbildung 7 gezeigte Situation stellt tendenziell ein noch zu positives Bild dar, da auch hohe

Ausschläge mitberücksichtigt werden.\* Würde eine Fokussierung lediglich auf den Durchschnittsbürger erfolgen, wäre das Bild wohl noch dramatischer. Darüber hinaus sind auch andere Faktoren für diese prekäre Lage verantwortlich. Im Rahmen ihrer Untersuchungen eruierten Siegenthaler und Stucki (2014) in den meisten OECD-Ländern die treibenden Kräfte hinter dem Einbruch der Lohnquoten. Auch sie sind der Auffassung, dass vor allem der vermehrte Einsatz von IuK in den Unternehmen dahintersteckt.

Eine der Ausnahmen bildet dagegen die Schweiz. Sie geht den entgegengesetzten Weg – nämlich nach oben (Abbildung 7). Die Lohnquote ist in den vergangenen 20 Jahren konstant zwischen 60 und 65 Prozent geblieben. Bricht demnach das Beispiel der Schweiz die Prämisse von Brynjolfsson und McAfee dahingehend, dass die Kräfte der Digitalisierung doch nicht überall gleich stark einwirken? – Nein. Denn genau das ist eben der Grund dafür, warum die Schweiz weitestgehend unbetroffen war. Die vergleichsweise langsame Adaption der IuK-Technologien in den 1980er-Jahren und Anfang der 90er-Jahre hat die Schweiz im Gegensatz zu vielen anderen Industrieländern weitestgehend verschlafen (Siegenthaler et al., 2014, S. 1). Die negativen Impulse des technologischen Fortschritts waren daher kleiner als in den meisten anderen OECD-Staaten (Siegenthaler et al., 2014, S. 29). Des Weiteren hat die Branchenzusammensetzung wesentlich dazu beigetragen, dass in der Vergangenheit die Lohnquote in der Schweiz nicht negativ beeinflusst wurde (Siegenthaler et al., 2014, S. 28). Die Beschäftigung hat sich weniger stark hin zu Tätigkeiten mit niedrigeren Lohnquoten verschoben: «Die Schweiz hat sich auf wissensintensive Branchen in der Industrie und den Dienstleistungen spezialisiert, die überdurchschnittlich hohe Lohnquoten aufweisen» (Siegenthaler, 2014). Infolge ihres hohen Bildungsstandards verfügt die Schweiz über einen komparativen Vorteil. Diesen nutzte sie dahingehend, den Effekten optimal entgegenzuwirken (Siegenthaler, 2014). Dies steht in direktem Gegensatz zur beobachteten Verschiebung in den meisten anderen Industrieländern, die niedrige Lohnquoten aufweisen (De Serres, Scarpetta & de la Maisonnette, 2002; Arpaia, Pérez & Pichelmann, 2009; Elsby, Hobijn & Sahin, 2014; Young, 2010). Somit wäre auch hier nachvollziehbar, warum die Schweizer Lohnquote sich anders entwickelt hat. Zusammenfassend ist eine Kettenreaktion ersichtlich: Das unzureichende Wachstum der Löhne und Gehälter beeinflusst unmittelbar den Einbruch der Lohnquote und dies führt unweigerlich zur Zunahme der Kapital- und Gewinneinkommen.

---

\* Lohneinkommen sind gleichmässiger verteilt, da sie sich auf die gesamte Gesellschaft ausweiten. Kapital- und Gewinneinkommen hingegen, konzentrieren sich nur auf die Oberschicht.

In der gleichen Periode haben sich die Unternehmensgewinne, bis auf den Einbruch in den Jahren 2007 bis 2009, insgesamt positiv entwickelt (Abbildung 8).<sup>\*</sup> Hierdurch wird deutlich erkennbar, dass vornehmlich Führungskräfte und Unternehmer Vorteile aus den technologischen Fortschritten ziehen.

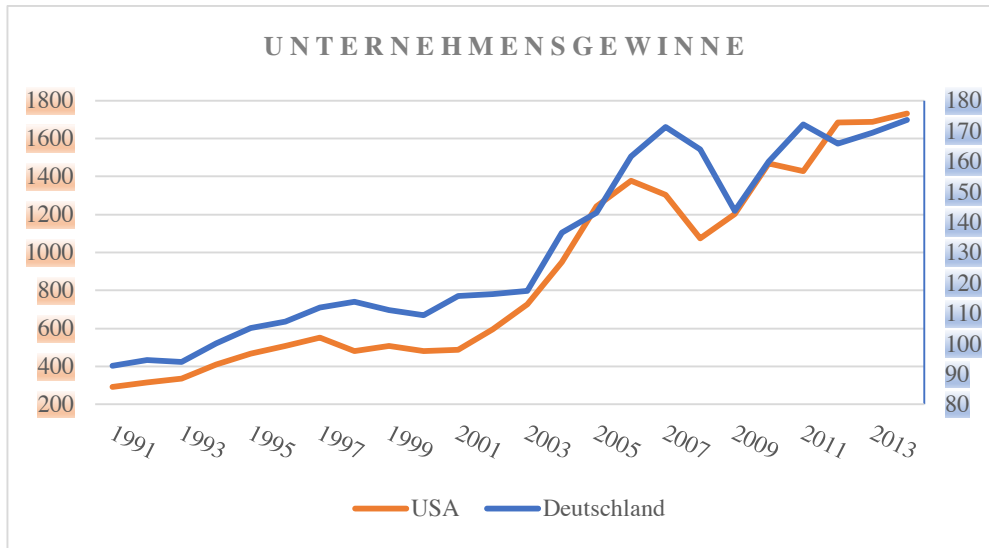


Abbildung 8: Unternehmensgewinne (in Mrd.) (Eigene Darstellung nach Daten von: Trading Economics, 2017; U.S. Bureau of Economic Analysis, 2017)

Auch diese Erkenntnis bekräftigt die bisherigen Untersuchungen dahingehend, dass die Digitalisierung eine treibende Kraft darstellt. Dank dem Moore'schen Gesetz wurde der Ersatz der menschlichen Arbeit durch die Automatisierung immer erschwinglicher. Somit wäre wohl zu erklären, wie die Produktivität ohne signifikante Zunahme der menschlichen Arbeit gewachsen ist. Der Angriff der digitalen Prozesse auf die bestehenden Strukturen der Wertschöpfungskette und deren menschliche Arbeitskräfte ist die Ursache.<sup>\*\*</sup> Die bisher getätigten Aussagen werden somit weiter gefestigt und die grösser werdende Schere ist die logische Folge.

Erik Brynjolfsson argumentiert, dass die zunehmende Automatisierung Verlierer in der zukünftigen Arbeitswelt schaffe. Er sieht das Hauptproblem in der immer grösser werdenden Kluft zwischen Arm und Reich und sagt: «Neue Jobs gibt es vor allem für

<sup>\*</sup> Brynjolfsson und McAfee wählen bei ihrem Vergleich den Anteil der Unternehmensgewinne am BIP. Durch Rücksprache mit den Bundesämtern für Statistik in Deutschland und der Schweiz, kommt der Autor zum Schluss, dass diese Skalierung nicht optimal ist. In den Unternehmensgewinnen sind auch aus dem Ausland enthaltene Vermögenseinkommen, beispielweise in Form von Dividenden/Gewinnabführungen enthalten, welche zu verzerrten Ergebnissen führen könnten. Bezogen auf die inländische Produktion, ist möglicherweise der Nettobetriebsüberschuss oder wie die hier gewählte Ansicht, nur auf die Unternehmensgewinne selbst, die besser geeignete Grösse.

<sup>\*\*</sup> Zum Beispiel könnte jemand, der ein Computerprogramm kreiert, um die Bearbeitung der Steuererklärung zu automatisieren, Millionen oder sogar Milliarden verdienen, wohingegen seine Technologie die Notwendigkeit für unzählige Steuerberater vom einen auf den anderen Tag eliminiert (Rotman, 2013).

unqualifizierte und für hoch qualifizierte Arbeitskräfte. Die Mittelklasse wird ausgehöhlt» (Kohler et al., 2015). Bisherige Studien weisen dabei auf eine strukturelle Verschiebung im Arbeitsmarkt hin (Acemoglu, 2002; Autor et al., 2013a; Brynjolfsson et al., 2015; Dorn, 2015). Es gibt Beweise dafür, dass die technologischen Fortschritte beeinflussen, welche Tätigkeiten gefragt sind. Vor allem in den USA sind solche Trends bereits erkennbar. Wie Autor und Dorn (2013a) in ihrer Studie ermitteln, schuf die amerikanische Wirtschaft zwischen 1980 und 2005 hauptsächlich Arbeitsplätze im Niedriglohnbereich – vornehmlich für gering qualifizierte Dienstleistungsberufe.\* Das liegt daran, dass die dort geforderten Tätigkeiten, ein hohes Mass an Flexibilität, Feinmotorik, zwischenmenschlicher Kommunikation und situativer Anpassungsfähigkeit für visuelle und sprachliche Formen verlangen. Sie sind daher weniger anfällig dafür, wegautomatisiert zu werden (Autor, Levy & Murnane, 2003; Goos & Manning, 2007; Autor et al., 2013a; Autor et al., 2013b). Gute Chancen auf ein solides Einkommen und Jobgarantien schwinden für die Mittelklasse dahin, weil sich der Arbeitsmarkt zunehmend an die Ränder polarisiert. Zudem haben Maschinen im selben Zeitraum repetitive Arbeiten übernommen, die typischerweise vom beruflichen Mittelstand ausgeführt wurden (Goos et al., 2007; Autor et al., 2013a; Dorn, 2015). Die Nachfrage ist schlicht nicht mehr im früheren Ausmass vorhanden, da Maschinen viele Aufgaben der Angestellten aus dem Mittelstand zu niedrigeren Kosten ausführen können. Dies wiederum lässt vermuten, warum das Durchschnittseinkommen seit geraumer Zeit stagnierte.

Wie aus den bisherigen Veranschaulichungen bereits ersichtlich wurde, konzentriert sich das meiste Vermögen auf die wenigen oberen Prozente der Bevölkerung. Also auf die hochqualifizierte, gutausgebildete Elite\*\*, die in den grossen Konzernen ihre Milliardensaläre bezieht. Die gutbezahlten Jobs sind somit den Superreichen vorbehalten. Jene, die übrigbleiben, sind weniger gut bezahlt und stehen zudem in direktem Wettstreit mit einer Vielzahl von anderen Arbeitnehmern. Offenbar sind Menschen mit besserer Bildung oder Erfahrung in dieser Periode begünstigt. Die Nachfrage nach ihnen war ziemlich

---

\* Obschon viele Tätigkeiten der Automatisierung zu Opfer gefallen sind, stellt der Dienstleistungssektor eine auffällige Ausnahme. In den betrachteten 25 Jahren, stieg der Anteil der geleisteten Arbeitsstunden, im Gegensatz zu vielen anderen gering qualifizierten Berufen, wie in der Produktion oder Administration, um mehr als 50 Prozent (Autor et al., 2013a).

\*\* Hauptsächlich sind es Fachkräfte in technischen und kreativen Bereichen, die charakteristisch abstrakte, analytische, sowie Problemlösungs- und Koordinierungsfähigkeiten erfordern (Autor et al., 2013a). Forscher beobachteten, dass die Lohn Differenz zwischen Hochschulabgängern und denjenigen mit geringerem Bildungsniveau im vergangenen Jahrzehnt rasch gestiegen war. Sowohl in den USA, als auch in mehreren anderen Industrieländern, wie Deutschland und der Schweiz. Es wäre ein plausibler Nachweis dafür, um das Wachstum der Lohnungleichheit zu erklären. Sie bezeichnen es als «skill-biased technical change» (Acemoglu, 2002; Machin, 2004; Spitz-Oener, 2006; Goldin & Katz, 2007; Dorn, 2015; MacCrory et al., 2015).

robust, wohingegen jene ohne entsprechenden Abschluss mehr zu kämpfen hatten (Acemoglu et al., 2011; Dorn, 2015). Auch Brynjolfsson und McAfee (2015) erläutern, dass sich das Stellen- und Gehaltsgefüge massgeblich verändert hat. Berufstätige, die früher Arbeiten auf einem mittleren Qualifikationsniveau verrichtet haben, interessieren sich nun vermehrt auch für Stellen, die auf der Kompetenz- und Lohnleiter weiter unten angesiedelt sind. Diese Abwärtsspirale erschwert es künftig, eine Anstellung zu finden, und fördert den Mangel an Arbeitsplätzen. Also selbst wenn ein Berufsfeld nicht von der Automatisierung bedroht sein sollte, wird es dennoch nicht völlig immun gegen alle Folgen der Digitalisierung sein (Brynjolfsson et al., 2015, S. 243). Wohl auch hiermit sind die steigenden Zahlen im Dienstleistungssektor zu erklären. Das Resultat, da sind sich Autor und Dorn (2013a) sowie auch Brynjolfsson und McAfee (2015) einig, sind die Polarisierung der Beschäftigung sowie der Gehälter und die Aushöhlung des Mittelstandes.

Während ihre Hypothese klare Aussagen betreffend den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Strukturen des Arbeitsmarktes zulässt, sind auch indirekte Konsequenzen hinsichtlich der Ungleichheit zwischen Arbeitnehmern mit unterschiedlichen Bildungs- oder Einkommensniveaus die Folge. Und auch diese sind mehrheitlich auf die Digitalisierung zurückzuführen. An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Einkommensungleichheit drastisch zugenommen hat. Damit stehen die USA aber nicht alleine da. Eine Studie der Autoren Beerli und Indergand (2014) von der Universität Zürich stützt diese These und sieht für die Schweiz ähnliche Tendenzen.\*

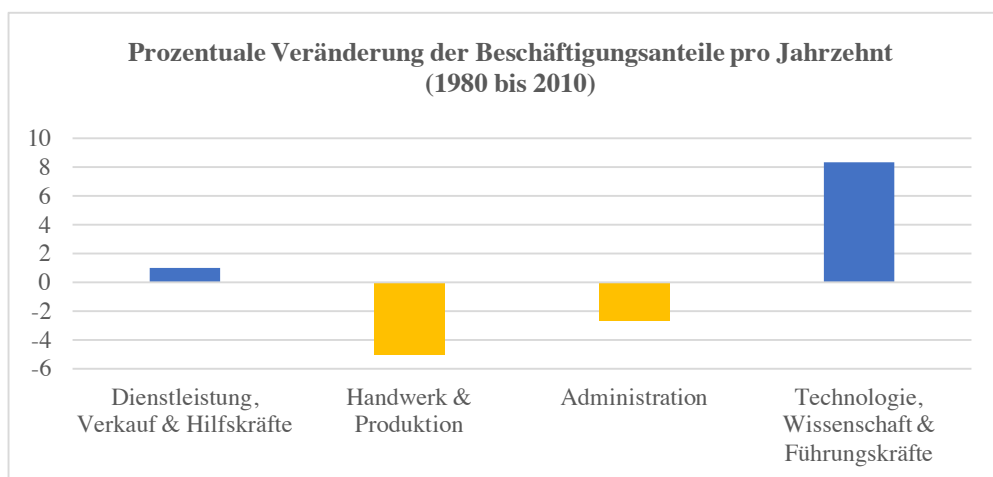


Abbildung 9: Prozentuale Veränderung der Beschäftigungsanteile pro Jahrzehnt (1980 bis 2010) für die Schweiz (Eigene Darstellung nach Daten von: Beerli & Indergand, 2014)

\* Eigentlich geht es in dieser Studie um Migration. Aus einer Tabelle im Anhang (A4: Employment Shares of Occupation Groups) lassen sich aber auch allgemeine Veränderungen bei den Erwerbstätigen ablesen (Beerli et al., 2014, S. 45). Dort wurde der Arbeitsmarkt in vier Berufsgruppen unterteilt. Bei der analogen Untersuchung zu den Arbeitsmärkten in den USA und Europa zeigt sich, dass in der Schweiz ebenfalls Tendenzen einer Polarisierung ersichtlich sind.

Abbildung 9 zeigt, dass in der Schweiz zwischen 1980 und 2010 viele Mittelstand-jobs abgebaut wurden. Der ausgeprägte Rückgang fokussiert sich vornehmlich auf die Beschäftigung in der Produktion und Administration, der vorhin bereits in den Untersuchungen für die USA festzustellen war (Goos et al., 2007; Autor et al., 2013a; Autor et al., 2013b; Brynjolfsson et al., 2015; Dorn, 2015). Stattdessen konzentrierte sich das schweizerische Beschäftigungswachstum auf Berufe an der Spitze der Lohnverteilung. Die Nachfrage nach ihnen war höher. Darüber hinaus gab es eine minimale Steigerung bei gering qualifizierten Dienstleistungsberufen. Wie dies Autor und Dorn (2013a) in ihrer Studie für die USA hinwiesen, schuf auch die schweizerische Wirtschaft hauptsächlich Arbeitsplätze für die Randbereiche.

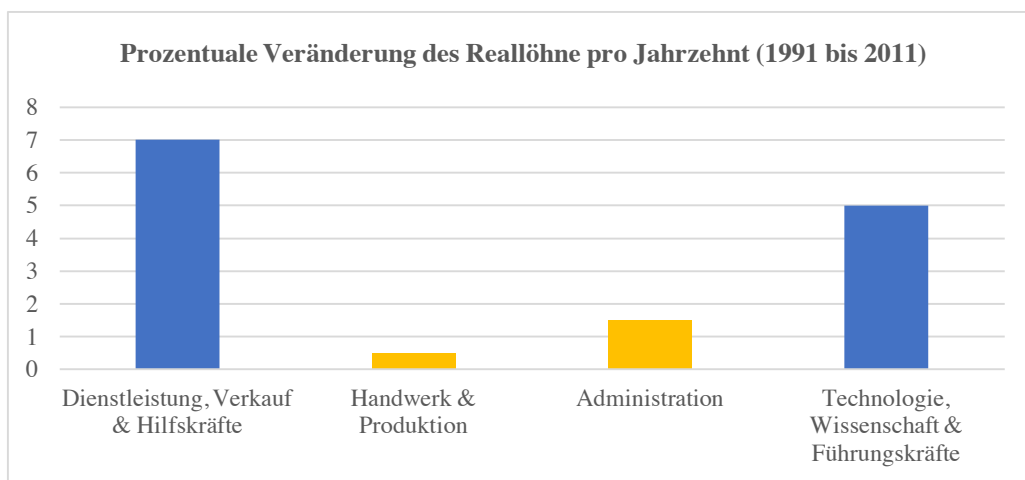


Abbildung 10: Prozentuale Veränderung des realen Medianlohnes pro Jahrzehnt (1991 bis 2011) für die Schweiz (Eigene Darstellung nach Daten von: Beerli et al., 2014)

Wie in Abbildung 10 dargestellt, spiegeln sich diese Ungleichheiten der verschiedenen Beschäftigungsgruppen auch in deren Lohnwachstumsraten wider. Im betrachteten Zeitraum wuchsen die Reallöhne hauptsächlich in den tiefst- (Service und Vertrieb) und in den höchstbezahlten Arbeitsplätzen (Technologie, Wissenschaft, Manager). Im Gegensatz dazu, sind auch hier die mittleren Berufsgruppen, die durch routinemässige Tätigkeiten gekennzeichnet sind, gegenüber den Rändern benachteiligt.

Auch hier wird somit unweigerlich eine Beschäftigungs- und Lohnpolarisierung ersichtlich. Die Veränderungen sind zum grossen Teil auf die Automatisierung zurückzuführen. Aber externe Faktoren, wie die Frankenstärke, haben den Effekt zusätzlich verstärkt (Kohler et al., 2015). Das Problem der Schere zwischen Arm und Reich ist wohl ein globales Phänomen und fördert die Ungleichheit.\*

\* Goos, Manning & Salomons (2009) und die Folgeforschung von Dorn (2015) zeigen, dass diese Polarisierung in den einzelnen Ländern sehr ausgeprägt ist. In allen 16 europäischen Ländern, sowie in den USA, ist der Beschäftigungsanteil, sowie das Lohnniveau des Medians rückläufig gewesen. Infolgedessen zeigt sich ein Muster, da sich die Arbeit zunehmend in die höchsten und die niedrigsten bezahlten Berufe des

Bei den aktuellen Entwicklungen ist hervorzuheben, dass die Dezimierung der Mittelschicht weitreichende Folgen für die Wirtschaft haben könnte, da sie als wesentlicher ökonomischer und sozialer Akteur angesehen wird. Bisher galt eine grosse, wohlhabende Mittelschicht als Stabilisator und Träger des wirtschaftlichen Aufschwungs sowie des sozialen Zusammenhalts. Die behandelten Ergebnisse und Studien zeigen jedoch, dass es wohl die Mitte ist, die von den aktuellen Entwicklungen negativ betroffen sein wird. Daher soll nun auf Grundlage der Studie des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) ein detaillierter Vergleich zwischen Deutschland und den USA, bezüglich der Einkommensentwicklung und -verteilung, gezogen werden.\* Diese Analyse ergänzt somit bisherige Untersuchungen zur Entwicklung der Einkommensschichtung der privaten Haushalte mit Fokus auf die Mittelschicht, um allfällige Trends zur Einkommensschere näher zu untersuchen. Die Einkommen in Deutschland bis zum Jahr 2013 werden mit denjenigen in den USA verglichen. Die empirische Datengrundlage für Deutschland bietet die vom DIW Berlin in Zusammenarbeit mit TNS Infratest Sozialforschung erhobenen Daten des Sozio-oekonomischen Panels (SOEP). Die Angaben für die USA wurden aus vergleichbaren Analysen, basierend auf dem Current Population Survey des U.S. Census Bureau, herangezogen.

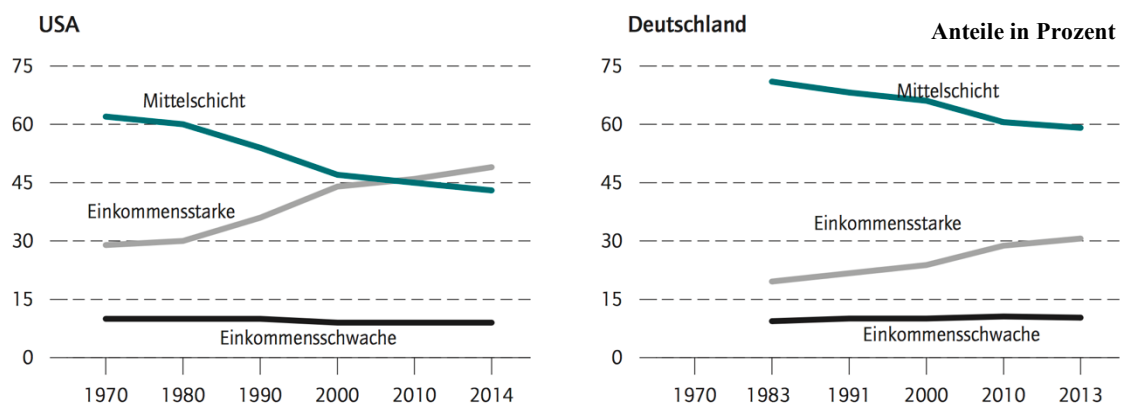


Abbildung 11: Aggregierte Gesamteinkommen nach Einkommensschichten (Grabka, Goebel, Schröder & Schupp, 2016, S.395)\*\*

Arbeitsmarktes konzentriert. Während die genaue Ausdehnung und Form dieser Beschäftigungspolarisation je nach Land variiert, ist es auffällig, dass das gleiche Grundmuster trotz erheblicher internationaler Unterschiede in den Industriestrukturen, den Arbeitsmarktregelungen und dem lokalen Wirtschaftswachstum so weit verbreitet ist. Die durchschnittlichen Veränderungen in den europäischen Ländern sind nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ sehr ähnlich zu den in den USA beobachteten Trends.

\* Anstatt die beiden Extremen zu analysieren, wäre hier auch die Verwendung des Gini-Koeffizienten denkbar gewesen, um die Ungleichheit von Gesellschaften genauer zu vermessen. Die Aussagekraft ist nach Auffassung des Autors jedoch bescheiden. Die zur Verfügung gestellten Daten, der diversen Organisationen, zeigen kein einheitliches Bild. In vielen Ländern sind die Vermögenswerte der Haushalte nur lückenhaft erfasst oder aber die Ergebnisse werden künstlich so bearbeitet, dass sie nicht glaubwürdig sind.

\*\* Schichtungen basierend auf Haushaltseinkommen vor Steuern und Sozialabgaben, bedarfsgewichtet mit der Quadratwurzel der Haushaltsgrösse, normiert auf einen 3-Personen-Haushalt.



Die sinkende Bedeutung der Mittelschicht spiegelt sich auch in den Anteilen am Gesamteinkommen wider (Abbildung 11). Im Zentrum steht eine Verteilungsanalyse. Die Schichtung der Gesellschaft wird hierfür in drei Kategorien unterteilt: Einkommensschwache, Mittelschicht sowie Einkommensstarke.\* Für die USA wurde der Zeitraum seit 1970 betrachtet (Abbildung 11). Zu Beginn verfügte der Mittelstand noch über einen Einkommensanteil von über 60 Prozent und war somit mit Abstand die stärkste Kraft. Ab den 1980er-Jahren ging der Median jedoch stetig zurück. Betrug er 1990 noch 54 Prozent, waren es 2014 lediglich 43 Prozent. Im gesamten Zeitraum ist der Einkommensanteil der Mittelschicht um 29 Prozent geschrumpft und lag 2014 sogar hinter dem der Einkommensstarken. Bei diesen zeigt sich der entgegengesetzte Weg. Von 1970 bis 1980 noch stagnierend, steigerte sich ihr Anteil von 29 Prozent im Jahr 1970 auf 49 Prozent in 2014. Die Einkommensschwachen hingegen sind über den gesamten Zeitraum bei unter 15 Prozent festgefahren.

Für Deutschland wird, mangels entsprechender Daten, eine verkürzte Zeitspanne betrachtet. Von 1983 bis 1990 betrifft dies die damalige Bundesrepublik Deutschland. Ab 1991 wurden Daten für das wiedervereinigte Deutschland verwendet. Auch hier wird erkennbar, dass sich für Deutschland ein ähnliches Bild zeigt (Abbildung 11). Von 1983 bis 1990 nahm in Westdeutschland der Median des Gesamteinkommens um 6 Prozentpunkte ab. Dies hat sich seit der Wiedervereinigung nicht wesentlich verändert. Ab 1991 zeigt sich auch für das gesamte Deutschland ein Abwärtstrend. Dennoch hat in Deutschland, im Gegensatz zu den USA, die Einkommensgruppe der Mittelklasse auch im Jahr 2014 kumuliert das grösste Einkommen. Derzeit entfällt mehr als die Hälfte des Einkommens in Deutschland auf die Mittelschicht. Doch auch hier holen die Einkommensstarken immer mehr auf. Im Jahr 2013 hatten sie einen Anteil von 31 Prozent – 13 Prozentpunkt mehr als 1983. Die Einkommensschwachen in Deutschland lagen über die Jahre hinweg fast gleichauf mit jenen in den USA.

Über die Zeit hinweg ist der Anteil der Bezieher mittlerer Einkommen am Gesamteinkommen in beiden Ländern rückläufig. Die sich verändernde Entwicklung der Einkommensniveaus bzw. -anteile in den betrachteten Gruppen bietet für eine prägnante Aussage zu einer Polarisierung der Gesellschaft jedoch noch zu wenig. Neben den Einkommensschichten wird auch die demografische Entwicklung in den Fokus gerückt.

---

\* Es besteht keine eindeutige Abgrenzung dieser Einkommensgruppen in der Praxis. Des Weiteren gibt es differenzierte Befunde hinsichtlich Entwicklung und Herangehensweise. Daher wird diese Analyse nicht als absolut angesehen. Nach Analysen des DIW besteht die Mittelschicht aus Personen in Privathaushalten, die ein Gesamteinkommen vor Steuern und Sozialabgaben von 67 bis 200 Prozent des Medians beziehen.

Hierfür werden im Folgenden die bestehenden Gruppen um zwei weitere ergänzt, nämlich um jene ober- bzw. unterhalb der mittleren Einkommen. Dieser Schritt ist bedeutsam, um ein differenzierteres Bild der steigenden Ungleichheit in den Einkommensschichten zu zeichnen. Die jetzige Situation weist nun die folgenden Gruppen auf: Niedrigeinkommen, untere Mitte, mittlere Einkommen, obere Mitte und hohe Einkommen. Das Ausmass der Polarisierung ist in beiden Ländern sofort ersichtlich (Abbildung 12). Die erwachsene Bevölkerung in den USA mit einem mittleren Einkommen machte im Jahr 1971 noch einen Anteil von 61 Prozent aus. Über die Zeit hinweg schrumpfte dieser Bevölkerungsanteil um 11 Prozent, wogegen die Gruppen an den beiden Enden hauptsächlich zulegen konnten. Im Verlauf der letzten vier Jahrzehnte steigerten die Niedriglöhner ihren Anteil bis 2015 um etwa 4 Prozent, während die Hocheinkommensbezieher sich anteilmässig um starke 5 Prozent verbessern konnten. Im Vergleich war der Anteil an hohen Einkommen im Jahr 2015 fast dreimal so hoch wie noch knapp 35 Jahre zuvor. Dagegen sind die neu hinzugezogenen Einkommensgruppen der unteren bzw. oberen Mitte im gesamten Zeitraum ins Stocken geraten.

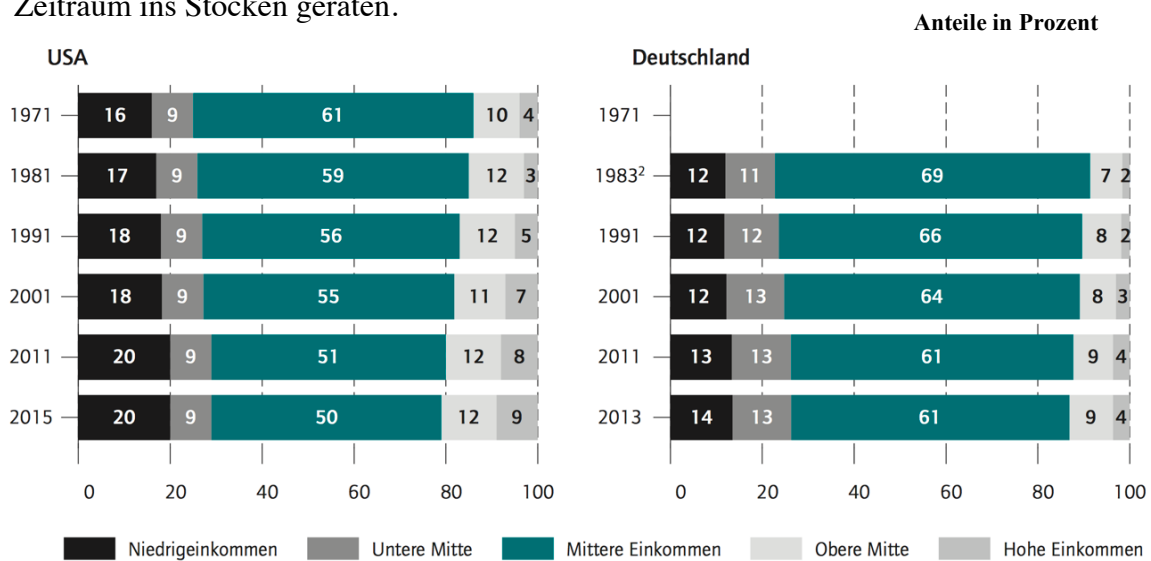


Abbildung 12: Erwachsene Bevölkerung nach Einkommensschicht (Grabka et al., 2016, S.396)\*

Aber auch in Deutschland lässt sich in etwa dieselbe Tendenz erkennen. Die Mittelschicht schrumpfte ab 1983 von 69 auf 61 Prozent. Das Ergebnis bezüglich der Mitte ist in beiden Ländern also etwa gleich. Seit 1991 haben sich die aktuellen Entwicklungen in einer Abnahme des Bevölkerungsanteils mittlerer Einkommen um 5 Prozentpunkte ge- äussert. Auch hier sind die unteren wie auch die oberen Einkommensschichten angestiegen. Die Ausprägung der Polarisierung ist in Deutschland aber weitaus geringer als in den USA. Denn im Unterschied zu den USA, wuchsen auch die zwei neuen Parameter

\* Schichtungen basierend auf Haushaltseinkommen vor Steuern und Sozialabgaben, bedarfsgewichtet mit der Quadratwurzel der Haushaltsgrösse, normiert auf einen 3-Personen-Haushalt.

der unteren und oberen Mitte gleichmässig um 2 Prozentpunkte mit. Vergleichbar sind aber die Anteile der Bevölkerung unterhalb der Mitte. Hier sind die Werte für die USA (29%) sowie für Deutschland (27%) nahezu gleich.\* Auffallend sind jedoch die oberen Bereiche der Schichten. Wenn die Einkommensbezieher in Hinblick auf die höchsten Einkommen betrachtet werden, finden sich grosse Unterschiede. Hier umfassen die USA (9%) im Vergleich zu Deutschland (4%) mehr als doppelt so viele.

Der Beweis für eine Lohnpolarisierung ist jedoch, auf Deutschland und die USA bezogen, spärlicher und weniger homogen als bei der Beschäftigungspolarisierung. Die Einkommensstärksten hatten sowohl Beschäftigungs- als auch Lohnzunahmen zu verzeichnen, was darauf hindeutet, dass die Nachfrage von Unternehmen nach hochqualifizierten Arbeitskräften schneller anstieg als das Angebot. Bei den Einkommensschwachen war, im Gegensatz zu ihrem Beschäftigungsanstieg, jedoch ein stagnierendes Einkommen zu beobachten. Dies lässt darauf schliessen, dass eine Konzentration in den unteren Bereichen der Einkommenschichten, anders als oberhalb der Mitte, die Löhne deutlich mehr nach unten zieht. Die Einkommensstarken wurden in der jüngeren Vergangenheit somit deutlich bevorteilt.

Abschliessend kann nun fundiert darauf hingewiesen werden, dass die Mittelschicht in beiden Ländern auffallend stabil geblieben ist und die Aussagen der zuvor erwähnten Studienergebnisse als (noch) zu extrem beurteilt werden.\*\* Dennoch stellen diese Statistiken nur eine Momentaufnahme dar. Die Tendenz einer Polarisierung, getrieben durch die Technologien, ist unweigerlich erkennbar und steht im Konsens mit den bisherigen Befunden. Die Aussagen von Autor und Dorn (2013a) sowie von Brynjolfsson und McAfee (2015) belegen, dass die Mittelschicht sowohl beim Anteil an der Arbeit, als auch beim Lohnwachstum an Boden verloren hat. Das zeigen Abbildung 11 und 12 deutlich. Dieser Aspekt suggeriert, dass die Verteilungsdiskussion noch lange nicht beendet ist. Denn nichtsdestotrotz verstärken all diese Aspekte das soziale Ungleichgewicht in der

---

\* Diese Beobachtung zeigt, dass die Gedanken von Autor und Dorn (2013a) sowie auch Brynjolfsson und McAfee (2015), bezüglich einer Verschiebung der Mittelschicht, hin zum Niedriglohnsektor und den atypischen Beschäftigungsverhältnissen, durchaus plausibel scheint.

\*\* Auch für die Schweiz zeigt in ähnlichen Untersuchungen, in etwa das gleiche Bild. Die verbreitete Wahrnehmung, bezüglich der immer grösser werdenden Lohnschere, widerlegen hier die jüngsten Berechnungen des Bundesamts für Statistik. Sie deuten darauf hin, dass sich die Lohnungleichheit für das Gros der Bevölkerung, in den letzten 20 Jahren, kaum vergrösserte. Auch im internationalen Vergleich liegt die Ungleichheit in der Schweiz deutlich unter dem Durchschnitt (BFS, 2014; Schöchli, 2015). Eine solide Wirtschaft, niedrige Arbeitslosigkeit und ein gutes Sozialsystem, könnten als Gründe genannt werden (Heller, 2016). Für eine detailliertere Betrachtung dieses Forschungsaspekts, sei aber auf die Studien der DIW und des BFS, sowie dessen Quellen hin verwiesen.

Gesellschaft. Dies belegt auch das US-Magazin «Forbes», mit seiner jährlich erscheinenden «The World's Billionaires»-Liste. Laut der neuesten Reichsten-Liste gab es noch nie so viele Milliardäre wie heute – die Gesamtzahl liegt bei 2'043. Das sind 233 mehr als im Vorjahr, was einen Anstieg von knapp 13 Prozent bedeutet. Dies ist der grösste Sprung, den Forbes in den 31 Jahren, seit denen es diese Liste führt, jemals konstatiert hat. Auch das Nettovermögen der Milliardäre stieg gegenüber dem Vorjahr um 18 Prozent. Das entspricht hochgerechnet einer Gesamtsumme von 7.67 Billionen US-Dollar, ebenfalls ein Rekord (Fu, 2017; Kohler, 2017). Es sind längst nicht mehr die «oberen Zehntausend», auf die die Übrigen hinaufblicken. Vielmehr sind es die «Top-ein-Prozent» der Einkommensverteilung, die die Geld- und Machtelite der Neuzeit darstellen. Vor allem sie haben in den vergangenen Jahren überdurchschnittlich dazugewonnen. Saez (2013) analysiert die Menschen, die reicher als die restlichen 99 Prozent der US-Bevölkerung sind, und die anderen bezüglich des Wachstumsverhaltens der realen Haushaltseinkommen separat voneinander. Für das oberste Prozent zeigt sich: Die Einnahmen stiegen von 1993 bis 2012 um bemerkenswerte 86.1 Prozent an (was eine jährliche Wachstumsrate von 3.3% bedeutet). Wenn hingegen die restlichen 99 Prozent der Bevölkerung betrachtet werden, ändern sich die Dinge. Über den Zeitraum von 19 Jahren mussten sie sich mit einem Plus von gerade einmal 6.6 Prozent (was eine jährliche Wachstumsrate von 0.34% bedeutet) zufriedengeben. Damit schöpfte das oberste Prozent in den Vereinigten Staaten knapp zwei Drittel des gesamtwirtschaftlichen Einkommens ab (Saez, 2013). Nach Schätzungen des «Global Wealth Report» der Credit Suisse besitzt das reichste Prozent der Welt rund die Hälfte des globalen Wohlstandes (250'000 Milliarden Dollar). Auch diese Analyse hat eine deutliche Vermögenskonzentration registriert (Shorrocks, Davies, Lluberas & Koutsoukis, 2016). Wenn der Fokus noch weiter eingeschränkt wird, wird das Bild sogar noch extremer. Auf die wohlhabendsten 0.01 Prozent der US-Bürger entfielen im Jahr 2012 rund 5 Prozent des nationalen Gesamteinkommens. In den letzten 35 Jahren konnte diese kleine Gruppe ihren Anteil verfünffachen und ihren Wohlstand in unglaublichem Ausmass steigern (Saez, 2013). Doch auch für andere Länder bestätigen sich ähnliche Trends. In der Schweiz wuchs der Vermögensanteil der reichsten 0.1 Prozent seit den 1980er-Jahren sogar von 14 auf 22 Prozent. Obwohl sich die Lohnquote der Schweiz viel stärker zeigte als in den USA (Abbildung 6), kann auch dieses Land sich dem globalen Trend nicht entziehen (Heller, 2016).<sup>\*</sup> Es zeigt sich: Je mehr die Perspektive nach

---

<sup>\*</sup> Die Hintergründe für ein solches Ergebnis zu erklären sind äusserst diffizil. Ein Anhaltspunkt könnten die verwendeten Daten sein. Bis anhin wurden in allen Berechnungen die Jahreseinkommen verwendet. Für

oben hin eingegrenzt wird, umso perverser werden die Ergebnisse. Hierdurch wird ein zentraler Trend ersichtlich: Die Digitalisierung löst eine beispiellose Umverteilung von gesellschaftlichem Vermögen und Einkommen aus. Längst gibt es nicht mehr nur Arm und Reich, sondern vielmehr stehen superreiche Start-up-Milliardäre und Tech-Gurus dem «einfachen» Volk gegenüber. Diese Extreme sind bezeichnend für die neuen Einkommensstrukturen. Die eben genannte Verteilungsstabilität wird demnach vor allem durch die obersten Promille durchbrochen. Da sie in den Statistiken jedoch kaum ins Gewicht fallen, blieb dieser Trend weitestgehend unbemerkt.

Auch bei dieser Entwicklung sind die Gründe vielschichtig und in der Literatur höchst umstritten. Hauptsächlich spielen jedoch Faktoren wie die Globalisierung der weltweiten Märkte und die Auslagerung der Produktion in Niedriglohnländer\* sowie, auch immer wieder erwähnt, die Digitalisierung eine wesentliche Rolle (Storbeck, 2011). Nicht zu vergessen sind dabei die umfangreichen Steuersenkungen und Deregulierungen in diversen Ländern, die die Konzentration des Wohlstands durchaus gefördert haben (Bernstein et al., 2015). Doch es genügt nicht, an der Oberfläche zu kratzen, es muss weiter gegraben werden. Diese steigende Einkommensungleichheit, insbesondere in den USA und Deutschland, war möglicherweise einer der Haupttreiber hinter den jüngsten Wirtschaftskrisen und dem folgenden Beschäftigungsrückgang sowie den stagnierenden Gehältern. Es ist also durchaus davon auszugehen, dass die Digitalisierung, also die zunehmende Verwendung der IuK-Infrastrukturen in den Unternehmen, «nur» ein verstärkender Nebeneffekt war. Vielmehr war ein schlechtes Wirtschaften der Haupttreiber hinter der grossen Abkopplung. Diese These mag gewagt sein, wird aber teilweise auch von anderen Volkswirten gestützt, so wie dies Kumhof und Rancièrè (2010) in ihrer Arbeit untermauern. Sie zeigen darin, dass es für die unteren Einkommensschichten immer schwerer wird, ihren bestehenden Lebensstandard halten zu können. Daher greifen sie, dank dem billigen Geld, immer mehr auf Kredite zurück. Dass so ein System auf Dauer

---

nachfolgende Untersuchungen könnte auch ein «Lebenseinkommen» als Gegenstand herangezogen werden. Es wäre durchaus interessant zu sehen, ob Unterschiede in der Einkommensverteilung ersichtlich würden, da nach Meinung des Autors, sich die Menschen nicht ein Leben lang in der gleichen Klasse befinden, sondern mehrmals im Verlauf ihres Lebens wechseln.

\* Wie sich Globalisierungstrends auf Verteilungsrelationen zwischen den verschiedenen Ländern auswirken, ist ein intensiv diskutiertes Thema. Das gleichzeitige Auftreten der Computerisierung und Globalisierung in der dritten industriellen Revolution, macht es schwierig eine getrennte Sichtweise bezüglich der Auswirkungen auf die untersuchten Indikatoren und andere aggregierte Ergebnisse in den entwickelten Volkswirtschaften abzuschätzen. Diese Thematik würde aber durchaus ein potenzieller Ansatz für eine weiterführende Arbeit darstellen. Es könnten die Auswirkungen der Digitalisierung mit denen der Globalisierung auf den Arbeitsmarkt gegenübergestellt werden.

instabil und die Wirtschaft anfälliger für Krisen macht, ist klar. Möglicherweise war genau das der Auslöser für die Finanz- und Wirtschaftskrise ab 2007. Für eine gewisse Zeit lang war es sozusagen jedem möglich, ohne grosse Mühe Geld von den Banken zu leihen. Auch der ehemalige Chefvolkswirt des Internationalen Währungsfonds (IWF), Raghuram Rajan, vertritt diese Argumentation: «Die Leute konnten sich mit geliehenem Geld Häuser kaufen, die im Wert stiegen und als Sicherheit für neue Kredite dienten – dieses Geld konnten sie dann in den Konsum stecken» (Storbeck, 2011). Anstatt also traditionell höhere Steuern für die Reichen zu verhängen, um die Umverteilung des Vermögens und somit die Bekämpfung der Ungleichheit voranzutreiben und die Wirtschaft stabiler zu machen, entschied die US-Wirtschaftspolitik anders (Storbeck, 2011). Nicht nur senkte sie die Steuern, sondern lockte die Bürger sogar gezielt mit ihrer Politik des billigen Geldes an, um so das Problem punktgenau zu bekämpfen – was dabei herauskam, weiss jeder.

#### **4.4 Schlussbetrachtung**

Wie schon eingangs erwähnt lag der Fokus nicht auf einer abschliessenden Klärung, ob und in welchem Ausmass die Digitalisierung seit der dritten industriellen Revolution für diese beunruhigenden Trends verantwortlich ist. Es sollte vielmehr ergründet werden, welche Kräfte im Hintergrund wirken und welche Auswirkungen diese auf den Arbeitsmarkt haben. Denn trotz umfangreicher Untersuchungen, kann mangels empirisch belegbarer Grundlagen dieser Aspekt der These nicht abschliessend beantwortet werden. Auf eine weitere subjektive Meinung wird daher bewusst verzichtet.

Letztlich konnte nun aber Schritt für Schritt eruiert werden, wie die grosse Abkoppelung zustande kam und welche Faktoren die Verschiebungen der Graphen auslösten. Es zeigt sich, dass deren Folgen ein globales Problem darstellen. Denn in Anbetracht des detaillierten Vergleichs der Daten der USA mit denen von Deutschland, gleichen sich die Trends und Treiber und somit die Auswirkungen und Herausforderungen weitestgehend. Somit kann die zuvor definierte Forschungsfrage, ob die Überlegungen von Brynjolfsson und McAfee auf Europa beziehungsweise Deutschland übertragbar sind, bejaht werden.

Insgesamt sprechen die Ergebnisse dafür, dass im Zuge der Digitalisierung des zweiten Maschinenzeitalters, die Befürchtungen von Brynjolfsson und McAfee hinsichtlich eines beträchtlichen Beschäftigungsabbaus, vor allem beim Mittelstand, derzeit aber unbegründet sind. Trotz des technologischen Fortschritts und der mit ihm zusammenhängenden Automatisierung, ist der Beschäftigungsanteil des Mittelstandes, im Laufe der Zeit nicht dramatisch eingebrochen. Die Tatsache, dass die Digitalisierung eine plausible

Erklärung für die Stagnation der Beschäftigung und Gehälter sein könnte, bedeutet nicht, dass es die einzige Erklärung für diese Trends sein muss. Denn wie die Zahlen suggerieren, führt die Adaption digitaler Technologien keineswegs zu Massenarbeitslosigkeit. Stattdessen verändert sich primär die Zusammensetzung der menschlichen Arbeit und die Qualifikationsanforderungen wandeln sich.

Obwohl die Grundzüge der Hypothese fast über das gesamte Kapitel hinweg gestärkt wurden, wird den Preis für eine «bessere» Welt nicht alleine die Mittelschicht tragen, sondern alle jene, die nicht zu den wenigen oberen Prozent gehören. Denn während Computer und Roboter weniger Einfluss auf die Gesamtbeschäftigung haben als zuvor angenommen, tragen sie als Katalysator unweigerlich zur steigenden Ungleichheit im Lande bei. Daher gilt es, anders als die Autoren betonen, nicht die Maschinen zu fürchten, sondern vielmehr die Geld- und Machtelite in Politik und Wirtschaft.

## **5 Spannungsfelder der digitalen Transformation: Beschäftigung**

Mit dem vorherigen Kapitel wurde der Blick hauptsächlich nach hinten gerichtet. Es wurde versucht zu ergründen, wie die grosse Abkopplung zustande kam. Im Dialog mit den bisherigen Ergebnissen soll nun aber geklärt werden, ob sich solche Trends auch in Zukunft im Hinblick auf Industrie 4.0 zeigen werden. Die Auswirkungen der Digitalisierung und Automatisierung auf den Arbeitsmarkt werden nochmals aufgenommen, um im abschliessenden Fazit, ein Résumé zur These von Brynjolfsson und McAfee zu ziehen. Der Fokus hierbei liegt auf der Ergründung, in welchem Ausmass die Abkopplung die Welt von morgen treffen wird. Dies geschieht, um der Thematik angesichts der kommenden Umwälzungen in der Industrie 4.0 genügend Wertschätzung zu zollen. Denn dieses Schlagwort steht unweigerlich für informationstechnologisch getriebene Änderungen in Wirtschaft und Arbeit.

All die technologischen Errungenschaften sind faszinierend und werden die Welt mit Sicherheit auf das nächsthöhere Level hieven. Im Hinblick auf die gesellschaftlichen Auswirkungen sowie eine potenzielle Verschärfung des sozialen Gefälles, könnte die anfängliche Euphorie jedoch schnell wieder kippen. Grundsätzlich stellt sich der Mensch doch die zentrale Frage, inwiefern die Maschinen der Zukunft, die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für das gesellschaftliche Miteinander und die Arbeitswelt verändern werden. Was passiert, wenn in naher Zukunft Roboter unsere Arbeit erledigen? Wovon leben wir dann? Werden Steuerabgaben auf Maschinen erhoben und bekommen Menschen dann ein Grundeinkommen? (Böhnisch, 2016) Immer wieder betonen die Entwickler solcher Technologien, dass diese nur als Ergänzung und nicht als Ersatz für den Menschen gedacht seien, nur: Kann man diesen Aussagen auch Glauben schenken? Viele Ökonomen und Wissenschaftler mahnen, dass eine solche Entwicklung weitreichende Schäden innerhalb der Gesellschaft anrichten und Millionen von Jobs gefährden könnte (Acemoglu, 2002; Spitz-Oener, 2006; Acemoglu et al., 2011; Arthur, 2011; Frey et al., 2013; Komlos, 2014; Brynjolfsson et al., 2015). Ihre Prognosen zum Wandel der Arbeitswelt beschäftigen die Leute zunehmend. Die Gefahr des Arbeitsplatzverlustes sei grösser denn je. Auf der anderen Seite entgegenen die Optimisten unter ihnen (Rotman, 2013; Bonin, Gregory & Zierahn, 2015; Le Clair & Gownder, 2016), dass Jobs zwar verloren gehen, aber so viele neue entstehen werden und dass sich rückschliessend darauf, die Arbeitslosigkeit nicht dramatisch erhöhe (Kohler et al., 2015). Die Meinungen gehen weit



auseinander. Solide empirische Abschätzungen zu den künftigen Beschäftigungseffekten gibt es jedoch kaum.\*

Mit der Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 werden neue Herausforderungen und Anforderungen an den Arbeitsmarkt ausgeübt. Um diese Veränderungen anhand faktenbasierter Informationen zu identifizieren, werden im folgenden Kapitel die Studienergebnisse von Frey und Osborne, die den Einfluss auf die Arbeitswelt von morgen beleuchten, kritisch hinterfragt. Die Herangehensweise der beiden Oxford-Professoren wurde bereits mehrmals, in weiterführenden Studien repliziert und kann daher als repräsentativ angesehen werden. Es wird zunächst herausgearbeitet, welche Prognosen bereits aufgestellt wurden. Danach wird aufgezeigt, welche Tätigkeiten von der fortschreitenden Automatisierung bedroht werden und solche, deren Platz vermutlich erhalten bleiben wird. Anschliessend werden die Kernaussagen zu dieser Entwicklung in den Fokus gerückt. Anhand dieser wird untersucht, ob allfällige Widersprüche und Antagonismen bzw. Zusammenhänge und Gemeinsamkeiten bestehen. Welche Schlüsse lassen sich ziehen, um den tatsächlichen Wandel vom schlichten Hype zu differenzieren? Zum Schluss wird eine Idee von Brynjolfsson und McAfee bezüglich der Mensch-Maschinen-Kollaboration aufgegriffen.

## **5.1 Wer wird betroffen sein?**

Automatisierung ist das Stichwort. Eine wissenschaftliche Studie der Oxford Martin School diskutiert intensiv die Frage, ob und in welchem Ausmass künftig Arbeitslosigkeit zu befürchten ist. Die Autoren Frey und Osborne (2013) untersuchen und bewerten für 702 der 903 verzeichneten Berufsgruppen, die Potenziale ihrer Ersetzung durch die fortschreitende Digitalisierung, basierend auf den «O\*Net»-Daten des US-amerikanischen Arbeitsministeriums für das Jahr 2010. Sie gelangten 2013 zu dem Resultat, dass in den nächsten 20 Jahren bis zu 47 Prozent aller bestehenden Arbeitsplätze in den USA durch Automatisierung wegfallen – eine extrem hohe Quote.

---

\* Denn auch rückblickend tun man sich schwer. Obwohl technologische Fortschritte zweifelsohne, einige menschliche Arbeitsplätze übernommen haben, bereitet sich die Suche nach Beweisen für Arbeiter, die von Maschinen in grossem Ausmass vertrieben wurden, als äussert schwierig. Ein Grund dafür, sind die Nettoauswirkungen auf die Arbeitsplätze zu übertragen. Zumal Automatisierung oft dazu verwendet wird, menschliche Arbeiter effizienter zu machen, nicht unbedingt sie zu ersetzen. Steigende Produktivität bedeutet, dass Unternehmen mit weniger Mitarbeiterenden die gleiche Arbeit bewerkstelligen können, es kann den Unternehmen aber auch die Möglichkeit bietet, die Produktion mit ihren bestehenden Mitarbeitenden zu erweitern oder sogar neue Märkte zu erschliessen (Rotman, 2013).

Dass Maschinen Menschen ersetzen, ist prinzipiell nichts Neues. Charakteristischerweise, sorgte bislang jeder technische Umbruch dafür, dass Stellen wegrationalisiert wurden oder gar ganze Industrien ausstarben. Im Gegenzug entstanden an anderer Stelle allerdings überwiegend mehr neue Berufsfelder und Aufgaben. Das Muster war immer das selbe. Der Ökonom Joseph Schumpeter nannte dies «schöpferische Zerstörung» (Schumpeter, 2003, S. 81-86). Zudem ist der Wohlstand seither konstant gestiegen. Die Produktivität der Unternehmen ist gewachsen, wodurch höhere Löhne ausbezahlt wurden. Daneben haben diese Fortschritte die Qualität vieler Güter und Dienstleistungen massiv verbessert und gleichzeitig konnten durch Kosteneinsparungen deren Preise gesenkt werden (Zobrist, Salvi, Hurst & Hofer Frei, 2014). Dieser Effekt hat den Konsum merklich erhöht, was im Umkehrschluss wiederum neue Arbeitsplätze geschaffen hat (Brandes & Zobrist, 2015, S. 2). Doch das soll sich nun ändern: Weil Maschinen zwar stark, aber nicht schlau waren, wurden bisher hauptsächlich berufliche Tätigkeiten tangiert, die routinemässige, strukturierte und vorhersehbare Entscheidungen mit sich ziehen, so der zu meist in einem Produktionsbetrieb beschäftigten Industriearbeiter und Handwerker – sogenannte «Blue Collar»-Arbeiter. Es waren also hauptsächlich Berufe mit einem eher niedrigen Ausbildungsniveau betroffen (Scott, 2017). Dabei ist das Ausbildungsniveau nicht mehr der massgebende Indikator. Wie bereits ausführlich dargelegt, wird in der aktuellen Diskussion vermutet, dass auch zunehmend Tätigkeiten im mittleren Qualifikationsbereich automatisiert werden könnten und somit die gesellschaftliche Mittelklasse betroffen ist (Stitzel, 2015; Stewart, 2015). Mit dieser neuen Generation an Technologien werden es Anwälte, Analysten und Buchhalter sein, also die sogenannten «White Collar»-Arbeiter, die ebenfalls Gefahr laufen, durch Maschinen ersetzt zu werden (Sherman, 2015; Openshaw, 2016). Sebastian Thrun, Professor an der Stanford Universität, sagt sogar: «Keine Büro-, Handels- oder Dienstleistungsangestellten sind sicher» (Markman, 2017). Unbehagen breitet sich aus. Eine gute akademische Ausbildung wäre demnach keine Jobgarantie mehr. Es kommt auf die Art der Arbeit an, nicht auf die geforderten Fähigkeiten.

Wie die bisherigen Befunde darlegen, gab es in der jüngeren Vergangenheit zwar Hinweise darauf, dass eine zunehmende Polarisierung ersichtlich und die Bedeutung der Mittelschicht tendenziell rückläufig ist. Ein solch schwerwiegender Einbruch würde aber die Welt vor neue Herausforderungen stellen.

## 5.2 Ein globales Phänomen

Doch solche Trends sind keinesfalls Einzelfälle. Auch in der Schweiz oder Deutschland verändert die Automatisierung den Arbeitsmarkt. Die Ergebnisse der Untersuchungen von Frey und Osborne wurden folglich in weiteren Studien auch auf andere Länder übertragen. Diese Publikationen nehmen an, dass die Wahrscheinlichkeit einer Automatisierung der Berufe in den betrachteten Ländern, mit den Berufen in den USA identisch ist (Bonin et al., 2015, S. 1).

Das Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsunternehmen Deloitte, nahm die wissenschaftliche Studie für den US-Arbeitsmarkt anschliessend als Grundlage und hat 2015 Prognosen für die Schweiz erstellt.\* Sie kommen zum Schluss: Auch hierzulande wird der Mensch in fast jedem zweiten Job obsolet – in 48 Prozent der Jobs, um genau zu sein, und damit mehr als in den USA (Brandes et al., 2015, S. 6). Die Folgen sind bereits erkennbar. Eine rückblickende Analyse zeigt eine negative Korrelation zwischen Beschäftigungswachstum und der zusammenhängenden Automatisierungswahrscheinlichkeit. Je niedriger die Wahrscheinlichkeit war, ersetzt zu werden, desto höher war das Beschäftigungswachstum im Zeitraum von 1990 bis 2013. Insbesondere die Beschäftigung von Führungskräften, akademischen und technischen Berufen wuchs in dieser Periode stark, welche die geringste Automatisierungswahrscheinlichkeit aufwiesen. Für Büro- und Hilfsarbeitskräfte ergab sich im Umkehrschluss das genaue Gegenteil (Brandes et al., 2015, S. 3). Mit anderen Worten: Mit steigendem Bildungsniveau sank die Wahrscheinlichkeit, durch eine Maschine verdrängt zu werden (Brandes et al., 2015, S. 4). Diverse Volkswirte sprechen hierbei von einem «skill-biased technical change» (Acemoglu, 2002; Machin, 2004; Spitz-Oener, 2006; Goldin & Katz, 2007; MacCrory et al., 2015).\*\* Künftig wird dieser Zusammenhang jedoch nicht mehr absolut gelten. Laut den Ergebnisse von Deloitte liegt die Wahrscheinlichkeit der Automatisierung von Buchhaltern und Steuerberatern bei einem extrem hohen Wert von 95 Prozent. Vermessungsingenieure und Finanz- und Anlageberater folgen mit 63 beziehungsweise 40 Prozent (Brandes et al., 2015, S. 5). Alles Berufe, die eine jahrelange Ausbildung erfordern, künftig aber von

---

\* Die Analyse für die Schweiz hat Deloitte mit Hilfe von Zahlen des BFS über 350 Berufskategorien erstellt.

\*\* Sie sehen, dass der technologische Wandel der letzten Jahrzehnte hauptsächlich höher qualifizierte Arbeitskräfte begünstigte. Hier war eine zunehmende Nachfrage und steigende Gehälter die Folge. Hingegen war die Situation für geringer qualifizierte Arbeitnehmer sehr viel weniger attraktiv. Durch den vermehrten Einsatz von Computern und automatisierten Prozessen, wurden klassische Routinetätigkeiten vermehrt überflüssig. Ein Anstieg der Arbeitslosigkeitsraten war vor allem in diesen Tätigkeitsbereichen zu verzeichnen. Die fehlende Nachfrage führte zu tieferen Löhnen und vergrösserte somit das Einkommensgefälle. Diese Erkenntnis deckt sich auch wieder mit den zuvor in Kapitel 4 getätigten Aussagen, hinsichtlich der Polarisierung der Beschäftigung, sowie der Gehälter und der Aushöhlung des Mittelstandes, getrieben von der Digitalisierung.

intelligenter Technologie durchgeführt werden könnten, weil diese es einfach besser beherrscht. Bis anhin wurden in diesen Berufsgruppen noch starke Beschäftigungszunahmen verzeichnet. Dies könnte sich jedoch ganz schnell wieder ändern. Das Risiko, ersetzt zu werden, variiert allerdings je nach Spezialisierung, Karrierestufe und Berufsfeld enorm. So sind auch Tätigkeiten, die ein niedrigeres Ausbildungsniveau erfordern, ernsthaft gefährdet. Allgemeine Sekretariatsberufe (97%), Bank- und andere Sachangestellte (97%), Telefonisten (96%), Kassierer (90%), Postverteiler (86%) und Beschäftigte in der Landwirtschaft (73%) weisen ebenfalls eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit auf (Brandes et al., 2015, S. 5). Im Übrigen zeigt die Studie, dass sich andererseits Zukunftschancen über alle Qualifizierungsstufen hinweg präsentieren. Höherqualifizierte Berufe, wie Psychologen (1%), Ärzte (2%), Architekten (2%) oder Bauingenieure (2%) liegen mit unter drei Prozent Automatisierungswahrscheinlichkeit ausser Gefahr und scheinen besonders unersetzlich zu sein. Aber auch Jobs mit tieferen Bildungsansprüchen können unbedeutend gefährdet sein. Das gilt für Rettungsdienstpersonal (8%), Krankenpflegefachkräfte (6%), Kinderbetreuer (8%) und Fitnesstrainer (8%), die hochkomplexe sensomotorische Fähigkeiten und emotionale Komponenten wie Fürsorge erfordern (Brandes et al., 2015, S. 5).

Auch in Deutschland untersuchten Volkswirte der Bank ING-DiBa, basierend auf den Ergebnissen von Frey und Osborne, den deutschen Arbeitsmarkt (Brzeski et al., 2015). Sie errechneten in der im April 2015 veröffentlichten Studie sogar eine Gefährdungsquote von über 59% – also ein Risiko für mehr als die Hälfte aller derzeitigen Arbeitsplätze.\* Dies ist wohl hauptsächlich auf das grössere Gewicht des Industriesektors in Deutschland zurückzuführen. Nichtsdestotrotz gehen die Analysten davon aus, dass administrative Tätigkeiten im Büro, mit 86 Prozent, dem höchsten Risiko unterliegen, maschinell ersetzt zu werden. Mit 85 Prozent ist der Anteil der betroffenen Hilfsarbeitstätigkeiten beinahe genauso hoch. Dahinter folgen die Anlagen- und Maschinenbediener sowie Montageberufe mit 69 prozentiger Wahrscheinlichkeit, wegrationalisiert zu werden. Alleine diese drei Berufsfelder zusammen machen knapp 9.5 Millionen Jobs aus. Bessere Chancen hätten dagegen Führungskräfte sowie Akademiker in wissenschaftlichen und kreativen Berufen, mit 11 bzw. 12 Prozent. Eine Spezialisierung oder gefragtes Expertenwissen sind demnach Jobgaranten für die Zukunft (Brzeski et al., 2015).

---

\* In dieser Studie wurden 30,9 Millionen sozialversicherungspflichtige und geringfügig Beschäftigte, anhand der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit nach der Klassifikation der Berufe (KldB 2010), untersucht.

Wer nun denkt, solche Veränderungen werden sich erst in 50 Jahren vollziehen, der irrt. Das sind Szenarien für die nächsten 10 bis 20 Jahre, was der Thematik zusätzliche Dramatik verleiht.

### **5.3 Ein Lichtblick für «Arbeiten 4.0»**

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) wollte den prekären Prognosen von Frey und Osborne auf den Grund gehen. Im Zuge dessen beauftragte es 2014 das Mannheimer Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Die Autoren rund um Holger Bonin stellten in einer originalgetreuen Übertragung der Ergebnisse von Frey und Osborne fest: Derzeit seien rund 42 Prozent der Beschäftigten in Deutschland in Berufen mit hoher Automatisierungswahrscheinlichkeit tätig (Bonin et al., 2015, S. 1). Die Originalstudie von Frey und Osborne sei jedoch mit Bedacht zu behandeln. Vor allem die eruierte Wahrscheinlichkeitsrate werde falsch deklariert. Die Studie beschreibe lediglich das Automatisierungsrisiko, nicht aber die Wahrscheinlichkeit des Arbeitsplatzverlustes in einem ökonomischen Kontext. Das heisst, es werde nicht berücksichtigt ob es sich wirtschaftlich überhaupt lohne, Arbeiter durch Maschinen zu ersetzen (Bonin et al., 2015, S. 20-24). Des Weiteren liessen Frey und Osborne in ihrer Studie das Entstehen neuer Tätigkeitsfelder – und damit mögliche positive Effekte – explizit aussen vor und konzentrierten sich nur auf bestehende berufliche Tätigkeiten (Bonin et al., 2015, S. 3). Bonin und sein Team gehen davon aus, dass nicht alle Beschäftigten eines Berufsfeldes dieselben Tätigkeiten verrichteten und daher auch unterschiedlich stark von den Risiken betroffen seien. Tätigkeitsstrukturen unterscheiden sich schliesslich nicht nur zwischen Berufen, sondern auch innerhalb desselben Berufes. Diese Erkenntnis ist aus der Forschung bekannt (Autor & Handel, 2009). Anders als Frey und Osborne annehmen, sind genau genommen nicht die Berufe automatisierbar, sondern vielmehr die Tätigkeiten. Daher setzen Bonin et al. an den Tätigkeitsstrukturen an, um in einer weiteren Untersuchung ein präziseres Resultat zu erhalten (Bonin et al., 2015, S. 11-14).

Abschliessend gelangen sie zu deutlich differenzierteren Ergebnissen als noch zuvor. Ihren Berechnungen zufolge liegt der Anteil der bedrohten Arbeitsplätze mit einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit (über 70%) in Deutschland bei 12 Prozent, wohingegen in den Vereinigten Staaten lediglich 9 Prozent akut bedroht seien. Dieses Ergebnis ist laut der Studie auf Unterschiede in den Tätigkeitsstrukturen der beiden Länder zurückzuführen. Die Arbeitsplätze in den USA seien im Gegensatz zu Deutschland stärker in den Bereichen Fortbildung, Zusammenarbeit und Management ausgeprägt. Je höher das

Bildungsniveau oder die Lohnklasse der Beschäftigten sei, umso geringer sei die Wahrscheinlichkeit, die Anstellung zu verlieren (Bonin et al., 2015, S. 14-16). Diese Erkenntnis deckt sich punktuell wieder mit der These zum «skill-biased technical change» und den bisherigen Befunden.

Es gibt noch zahlreiche andere Studien, die keine signifikanten Beschäftigungsverluste prognostizieren. So kommt auch das Marktforschungsunternehmen Forrester Research zu ähnlichen Ergebnissen. Es prognostiziert, dass intelligente Technologien wie Roboter, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen oder Automation bis 2025 schätzungsweise 7 Prozent der Arbeitsplätze in den USA vernichtet werden (Le Clair et al., 2016). Dies errechnet sich daraus, dass 16 Prozent mit ebenjeneren Technologien ersetzt werden, während ein Äquivalent von 9 Prozent geschaffen wird – ein Nettoverlust von 7 Prozent.

Mit Sicherheit werden also viele bestehende Arbeitsplätze mit Hinblick auf Industrie 4.0 ersetzt, aber es werden auch neue geschaffen. Diese könnten sich unter anderem aus Daten-Architekten für Big-Data-Analysen, Supervisoren für Robotik oder künstliche Intelligenz, VR/AR-Designer und grenzübergreifende Telechirurgen zusammensetzen. Welche schliesslich dann auch wirklich entstehen werden, lässt sich jedoch noch kaum vorhersagen.

#### **5.4 Worauf wird es ankommen?**

Hingegen kann festgestellt werden, dass es auch Berufsgruppen gibt, die (noch) nicht gefährdet sind und denen durchaus Chancen attestiert werden. In diesen Berufen werden also Tätigkeiten verrichtet, die nur schwer oder überhaupt nicht standardisierbar sind und entsprechend schlecht von einer Maschine übernommen werden können. Sie machen den Menschen auf kurze Sicht unverzichtbar. Dabei sollten zunächst die fachlichen Qualifikationen betrachtet werden. Künftig wird es essenziell sein, sich spezifische Fähigkeiten im aufwendigen Studium anzueignen. Auch werden in besonderem Ausmass überdauernde Kompetenzen und soziale Fähigkeiten, wie intensive persönliche Kommunikation mit Menschen, kritisches Hinterfragen, Ideengenerierung und Problemlösung, Menschenkenntnis, Verhandlungsgeschick oder Überzeugungskraft, an Bedeutung gewinnen (Autor et al., 2003; Metzler, 2016).\*

---

\* Dieser komparative Vorteil, den die Beschäftigten gegenüber den Maschinen haben, könnte das beträchtliche Wachstum bei Berufen mit kognitiven Fähigkeiten sowie dem Absolventenboom erklären (Acemoglu, 2002; Machin, 2004; Autor et al., 2013a). Insbesondere die komplexe Konversation, ist ein Bereich, der dem Menschen noch Vorteile zugesprochen werden. Noch kann sich wohl niemand vorstellen, Informationen statt mit einem anderen Menschen, mit einem Computer zu teilen. Denn für eine effektive

Als Ausgangspunkt für die Diskussion dient die Beobachtung, dass Computer, obwohl sie allgegenwärtig sind, nicht alles tun können. Die grosse Herausforderung ist die Unsicherheit. Denn Computer sind lediglich innerhalb ihrer programmierten Grenzen ausserordentlich gut. Ausserhalb dieser Grenzen sieht es jedoch anders aus (Brynjolfsson et al., 2015, S. 232). Maschinen versagen häufig bei der Lösung von unkonventionellen Problemen. Generell sind dies Bereiche, die Kreativität, Intuition, zwischenmenschliche Interaktion, Emotionalität sowie Geschicklichkeit und Mobilität erfordern (Gratwohl, 2015). Hier sind Menschen den Maschinen immer noch weit überlegen. Trotz der enormen Fortschritte der letzten Jahre beschäftigen sich Forscher noch immer mit der Frage, wie das menschliche Bewusstsein, die Erkennung von Emotionen und insbesondere Intelligenz zusammenhängen (Schneider, 2016). Wie das Gehirn solche Dinge vollbringt, können Wissenschaftler aber nur schwer beschreiben oder ergründen. Denn die Komplexität des menschlichen Gehirns ist nach wie vor noch relativ unerforscht. Es sind daher mehr Erkenntnisse über die kognitive Funktionalität notwendig. Solange also nicht geklärt ist, wie die Menschen Kreativität erzeugen oder Emotionen fühlen, lassen sich solche Aufgaben auch nicht auf eine Maschine übertragen oder von dieser nachahmen. Aus diesem Grund kommt die Forschung zur KI auch nur mühsam voran.

Diese zentrale Erkenntnis ist entscheidend, um das Bildungssystem, entsprechend dem neuen Anforderungsprofil des digitalen Arbeitsmarktes, anzupassen. Klaus Schwab, Gründer des Weltwirtschaftsforums (WEF), sagte zuletzt, dass die Staaten sich besser auf diese neue Konstellation mit «Industrie 4.0» einstellen und die Bildungssysteme zugunsten von zukunftssicheren Berufen stärker fördern müssten (Cann, 2016). Ursula Renold, Bildungsexpertin bei der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich, sieht jedoch neben den Auswirkungen der Digitalisierung auch Trends wie etwa die Überalterung oder stärkere Globalisierung, die sich zunehmend überlappen. Es sei daher schwierig, die Folgen für das Bildungssystem abzuschätzen (Gratwohl, 2015).

Es sind somit weitaus umfassendere Lösungen erforderlich, um die Probleme im Arbeitsmarkt zu bekämpfen. Ausser Frage steht jedoch, dass ein Umdenken stattfinden muss, um künftigen Generationen Rechnung zu tragen, damit diese auf der Welle des technologischen Wandels schwimmen, anstatt von ihr überschwemmt zu werden. Es muss Klarheit darüber bestehen, dass Jobs und Karrieren schnell verschwinden können.

---

Wissensvermittlung, in Verkaufsgesprächen oder Sitzungen beim Psychologen, erfordert es der Weitergabe und Auslegung vielfältiger Informationen (Levy et al., 2005, S. 29)

Diese Feststellung zeigt auch die Wegrichtung. Neben dem quantitativen Angebot an Arbeitskräften wird gewiss auch die Passgenauigkeit ihrer Kompetenzen ein massgebender Faktor bei der Vermeidung von Engpässen sein. Es gilt ein Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage bezüglich der gewünschten Qualifikationen zu vermeiden (BMAS, 2016, S. 31).

Durch Bildung können sich die Menschen zukunftsfit machen. Es wird letztlich entscheidend sein, von sich aus bereit zu sein, sich fortlaufend weiterzubilden und sich immer wieder neue Fähigkeiten und Wissen anzueignen. Die rasante Entwicklung und die immer stärker werdende Vernetzung verschiedener Bereiche werden von der Gesellschaft also auch individuell mehr abverlangen, als es vor ein, zwei Generationen noch der Fall war (Kohler et al., 2015). Für die, die sich bloss mit ihren durchschnittlichen Fähigkeiten begnügen, sind die Aussichten eher trübe. Renold stützt diese Aussage, da ihres Erachtens die Erstausbildung kaum mehr für eine aussichtsreiche berufliche Zukunft genügt (Gratwohl, 2015). Aber auch für vermeintlich gefährdete Berufsfelder bietet sich eine Chance. «So werden Fachleute mit einer kaufmännischen Lehre trotz grundsätzlich schlechteren Perspektiven für Büroangestellte als Generalisten weiterhin am Arbeitsmarkt gefragt sein. Die erlernten Kompetenzen dürften allerdings künftig vermehrt als Sprungbrett für andere Berufe dienen» (Gratwohl, 2015).

Angespornt von der wachsenden Nachfrage und der besseren Bezahlung für Menschen mit Hochschulabschlüssen ist der momentane Boom an Universitäten und Hochschulen zu studieren eine logische Folge. Es ist daher unausweichlich, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an den Tag zu legen und sich den technologischen Veränderungen immer wieder aufs Neue zu stellen. Die Begebenheiten einer solch komplexen Welt werden grosse Teile der Gesellschaft in unterschiedlicher Art und Weise herausfordern.\* Die Pessimisten glauben, dass es vielen Arbeitnehmern nicht gelingen werde, sich anzupassen, und diese auf der Strecke bleiben würden. Von solchen Äusserungen sollte sich jedoch niemand aus der Fassung bringen lassen. Eines steht jedoch fest: Es erfordert den Mut und das Selbstvertrauen eines jeden, um sich in der digitalen Welt von morgen zu behaupten und neue Wege zu beschreiten. Die Schweiz ist durch ihr gutes Bildungssystem und den fortgeschrittenen Technologiestand für die Zukunft bestens gewappnet, um

---

\* Anders als die Schweiz und in Deutschland, sind die Voraussetzungen für die Universitäten, in Ländern wie den Vereinigten Staaten, eine andere. Abweichend zum europäischen Bologna-System, variieren die US-Hochschulmodelle je nach Bundesstaat. Ihr Bildungssystem ist nicht so sehr darauf ausgelegt jedem Jugendlichen, getrieben durch Subventionen, eine akademische Zukunft zu ermöglichen. Die Studiengebühren sind dort wesentlich höher als hierzulande. Nur einige wenige werden Stipendiengelder in Aussicht gestellt.



während der weiteren Entwicklung von Industrie 4.0 vom technologischen Wandel zu profitieren. Die Stärken des schweizerischen Berufsbildungssystems, mit seinem praxisnahen Bezug,\* seien nun gefragt, sagt Renold weiter (Gratwohl, 2015). Denn schliesslich sind die Hochschulabgänger von morgen die Treiber der künftigen Innovationen.

## **5.5 Mensch vs. Maschine – oder doch Mensch und Maschine**

Es zeigt sich also, dass Maschinen keineswegs bloss gierige Rationalisierungsmonster sind, die dem Nachwuchs die Zukunftsperspektiven wegnehmen. Brynjolfsson und McAfee (2015) argumentieren darum auch, dass die Perspektive eines Wettrennens gegen die Maschinen und die damit verbundene Denkweise die falsche sei. Es gehe nicht darum, sich die Frage zu stellen, ob Maschinen den Menschen ersetzen würden, viel bedeutender sei, wie die Gesellschaft mit dem Umstand des zweifellos bestehenden Mehrwerts dieser Technologie umgehen, den intelligente Technologien für das Leben bereithielten (Bernstein et al., 2015; Brynjolfsson et al., 2015, S. 244-245). Menschen und Maschine gingen nicht auf dieselbe Art und Weise an dieselben Aufgaben heran (Brynjolfsson et al., 2015, S. 228). Demnach solle sich der Mensch auf die Aufgaben fokussieren, in denen er einen Vorteil gegenüber seinem mechanischen Kontrahenten habe, und rückschliessend diesen die Arbeiten überlassen, für die sie besser geeignet seien (Brynjolfsson et al., 2015, S. 245). Die Chance besteht also darin, dass Unternehmen Technologie komplementär einsetzen, und so Mensch und Maschine kooperativ zusammenspannen. Roboter und andere Formen der Automatisierung können also zur Schaffung neuer, besserer Arbeitsverhältnisse einen relevanten Beitrag leisten. Solche Ansätze wurden bereits in Kapitel 3.4.2, mit der Einführung der LBR, angedeutet.

Zuerst gilt es aber noch Hindernisse zu bewältigen, um angemessen auf die bevorstehende Ausbreitung digitaler Technologien zu reagieren. Trotz des technischen Fortschritts hat die unternehmerische Dynamik und Arbeitsflexibilität mehr und mehr nachgelassen (Bernstein et al., 2015). Die Unternehmen konzentrieren sich stark darauf, einzelne Prozessschritte mit Hilfe von digitalen Technologien zu automatisieren, um so einen Mehrwert zu schaffen. Letztlich gibt ihnen der bisherige Erfolg recht. Andererseits ist es aber doch viel interessanter, nach Wegen zu suchen, wie das gleiche in Symbiose mit dem Menschen bewerkstelligt werden könnte. Hierfür ist wohl weit mehr Kreativität

---

\* Zum Beispiel wird durch Case-Study Projekte, Gruppenarbeiten oder andere moderne Formen des Unterrichts die Problemlösungs- und Kommunikationsfähigkeit gefördert. Es ergänzt somit die traditionelleren Unterrichtsmethoden der Universitäten und Hochschulen die auf der Grundlage von Vorlesungen und Auswendiglernen basieren (Dorn, 2015, S. 24).

und erfinderischer Geist vonnöten, doch genau hier liegt doch die Aufgabe und letztendlich das Ziel der Innovatoren unserer Zeit: etwas Neues, wirklich Revolutionäres zu erschaffen, von dem alle Parteien profitieren können.\*

Wie bereits dargelegt, ändert sich für Beschäftigte die Art zu arbeiten. Es wird zahlreiche Berufe geben, die zwar weiter existieren werden, deren Inhalt sich aber komplett ändern wird. Angst vor Kontrollverlusten sollte aber keine bestehen. Für vermeintlich einfache, repetitive Arbeiten – die eigentlich niemand machen will – oder aber «kreative» Vorarbeit wird in Zukunft viel weniger Personal benötigt. Solche Hintergrundprozesse werden verstärkt vollautomatisch ablaufen (Brandes et al., 2015, S. 7). Das gesparte Personal könnte dann aber für komplexere, weiterführende Arbeiten, die das System nicht verrichten kann, eingesetzt werden. Weit davon entfernt, durch Maschinen ersetzt zu werden, würden Menschen stattdessen als wertvolle Ergänzungen dienen. Dies hätte zur Folge, dass die Arbeiter profitieren und sich darauf konzentrieren können, abstrakte Aufgaben in neuen Bereichen der Wissenschaft und Technik auszuführen oder sich auf kreative Disziplinen zu spezialisieren (Lipp, 2015; Dorn, 2015; Openshaw, 2016). Auch dieser Entscheid würde letztlich immer noch dem Menschen überlassen. Dies wäre eine Win-win-Situation für Arbeitgeber und Arbeitnehmer. Bjornar Jensen, Leiter Innovation bei Deloitte, meint in Bezug auf die verbleibenden Steuerberater, dass «Aufgaben mit simplen, auf verschiedene Sachverhalte übertragbaren Regeln grundsätzlich von Maschinen übernommen werden. So würden einfache Steuerprobleme zunehmend von Maschinen gelöst, während sich die Steuerberater vermehrt auf komplizierte und vielschichtige Sachverhalte, die Risikoanalyse und den persönlichen Kundenkontakt konzentrieren» (Gratwohl, 2015). Somit wird deutlich, wie weitreichend die Überlegungen von Brynjolfsson und McAfee für den Arbeitsmarkt sind und worauf sie abzielen. Berufsgruppen, wie hier der Steuerberater, die in ihrer jetzigen Form einer sehr hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit (95%) unterliegen, bietet sich künftig eine reelle Chance, von diesem Ansatz zu profitieren. Sie können einen echten Mehrwert aus der Mensch-Maschinen-Interaktion abschöpfen. Dementsprechend würden viele Arbeitsplätze bestehen bleiben, die sich an die veränderten Umstände anpassen. Und auch Personalabbau wäre damit kein grosses Thema mehr.

Zudem erweitert der technische Fortschritt in diesem Fall das Stellenprofil und schafft Raum für die Entstehung neuer Aufgaben und Tätigkeiten. Obwohl heute noch

---

\* Diese Prämisse des Autors baut auf diverser arbeitsökonomischer Literatur, über den Aufgabeninhalt der Beschäftigten auf (Lee, 2001; Autor et al., 2003; Machin, 2004; Levy et al., 2005; Goos et al., 2007; Acemoglu et al., 2011; Autor et al., 2013a).

schwer vorstellbar, wäre auch ein vollkommen neues Berufsfeld beim Einsatz von Maschinen absehbar (Feldges, 2016). Es ist extrem aufwendig, ein solches System in Betrieb zu halten und erfordert so weitere Arbeitskräfte. Sie werden die Maschine weiterentwickeln und kontrollieren.

## **5.6 Schlussbetrachtung**

Eines wird dabei klar: Die Situation ist höchst umstritten und je nach Betrachtungsweise kommen die Forscher zu unterschiedlichen Ergebnissen. Zudem gibt es noch unzählige weitere Studien, die Ähnliches in beide Richtungen prophezeien. In Anbetracht der Überlegungen zur grossen Abkopplung von Brynjolfsson und McAfee zeigt sich, dass sich die prekäre Situation letztlich wieder normalisieren wird. Solche Schätzungen können zwar generelle Trends visualisieren, das alles steht jedoch im Konjunktiv. Keine der gezeigten Studien kann sicher prognostizieren, wie sich der Arbeitsmarkt verändern wird und ob alle Arbeitsplätze, die durch Maschinen ersetzt werden könnten, dann auch tatsächlich ersetzt werden. Spekulationen über die langfristige Entwicklung der Beschäftigung sind inhärent schwierig zu beurteilen. Denn die Ergebnisse beruhen meist auf subjektiven und vagen Einschätzungen der Autoren – die den Innovationen vielleicht zu enthusiastisch oder pessimistisch entgegenblicken. Zudem gilt es zuerst noch viele wirtschaftliche, politische, rechtliche und gesellschaftliche Hürden zu meistern, die vielfach noch unterschätzt werden.

Ebenso hat sich die weitverbreitete Meinung, Maschinen machten den Menschen obsolet, in allen gezeigten Studienergebnissen nicht bewahrheitet. Hierzu genügt ein Blick auf den historischen Verlauf: Im Hinblick auf die vergangenen industriellen Revolutionen hat es der Mensch immer wieder von Neuem geschafft, Beschäftigung zu finden. Aus diesem Grund sollte auch in Hinblick auf Umwälzungen in Bezug auf die Industrie 4.0 niemand allzu sehr in Panik verfallen. Vielmehr sollte optimistisch in die Zukunft geblickt werden, denn es gilt die Chancen zu nutzen, die sich künftig für die Menschen ergeben werden. Noch immer herrscht in den betrachteten Ländern weitestgehend Vollbeschäftigung. Und solange das gilt, muss der Mensch keine Angst vor den Maschinen haben.

## 6 Fazit

Im Augenblick herrscht verstärkt eine Phase der Ratlosigkeit innerhalb der Gesellschaft. Denn wie die Ergebnisse zeigen, vollzogen sich diese Umwälzungen nicht nur in den USA, sondern auch in Europa und der Schweiz. Die Hypothesen von Arbeitsökonomien zur Spaltung der Gesellschaft, sodass ein paar wenige fast alles haben und Nutzen aus dieser Umwälzung ziehen, wohingegen viele nicht ohne Bedenken in die Zukunft blicken können, führen zu Angst und Hysterie. All die erhobenen Ergebnisse und Interpretationen aus Kapitel 4 und 5 sollten aber vorsichtig interpretiert werden. Die nachteiligen Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Beschäftigung haben eine altherwürdige Geschichte. Was auch immer es ist, was die heutige Stagnation der Beschäftigung verursacht, ob nun die digitalen Technologien oder fehlerhaftes Verhalten der Volkswirte, optimistisch betrachtet beruhigt die historische Entwicklung. Denn es gibt durchaus Parallelen zu dem, was früher schon einmal passiert ist, und entsprechend wiederkehrende Muster. So zeigt sich, dass die Folge der vierten industriellen Revolution höchstwahrscheinlich ein vorübergehender, wenn auch schmerzhafter Schock sein wird. Intelligente Maschinen werden heutzutage gefürchtet, wie einst mechanische Webstühle und die Fließbandfertigung gefürchtet wurden – primär aus Angst vor dem Neuen. Vor allem in der Entwicklungsphase dieser technologischen Kreationen war sich die Gesellschaft oft nicht im Klaren darüber, welche positiven Effekte und Möglichkeiten sich später daraus ergeben würden. Menschen hegten lediglich die Befürchtungen, dass diese arbeitssparenden Technologien unweigerlich zu langfristiger Massenarbeitslosigkeit, Missständen und zum Ende der menschlichen Arbeit führen werde.\* Ihre Vorhersagen haben sich jedoch bis jetzt als falsch erwiesen.

Wie auch schon zu Beginn erwähnt, ist eine zeitliche Verzögerung vom Zeitpunkt, zu dem die Innovationen auf den Markt kommen, bis zu dem Stadium, in dem sie vorteilhaft ihre Wirkungen zeigen, ersichtlich.\*\* Die Unternehmer kreieren immer wieder neue

---

\* In einer «Der Spiegel»-Ausgabe von 1978 wird prognostiziert, dass die Computer von früheren technologischen Innovationen abweichen, da sie nicht nur viele Arbeitsplätze im Fertigungssektor eliminieren werden, sondern ebenso wenig eine bedeutungsvolle Anzahl an neuen Arbeitsplätze in der Wirtschaft schaffe. Der Artikel zitierte einen britischen Gewerkschaftsführer der voraussagte, dass bis zum Jahr 2000 die meisten Jobs durch Computer ersetzt werden. Doch wie man heute erkennt, hat sich diese pessimistische Vorhersage nicht bewahrheitet. Die Arbeitslosenquote in Grossbritannien, welche 1978 bei 6% lag, lag wiederum im Jahr 2000 erneut bei 6%. Und auch im Jahr 2015 blieb sie bei 6%. Die dazumal getitelte «soziale Katastrophe» und eine beispiellose Massenarbeitslosigkeit blieben aus (Dorn, 2015, S. 12-13).

\*\* Den Innovationsprozess kann man sich gut als eine Serie von Erfindungen vorstellen, die von schrittweisen Verbesserungen gefolgt werden und am Ende das ganze Potenzial der ursprünglichen Idee erschliessen werden (Gordon, 2012, S.2). Dieses Phänomen ist wohl der grossen Abkopplung zu verdanken, in dem es

Dinge auf Basis der neuen Technologien. Bis jedoch alle involvierten Parteien das Potenzial der Errungenschaften optimal auf den Arbeitsmarkt zugeschnitten haben und Arbeitnehmende ihre Fähigkeiten so anpassen konnten, dass diese gewinnbringend für alle genutzt werden, können Jahrzehnte vergehen. Denn letztlich ist trotz der exponentiellen Entwicklung in vielen Bereichen, der politische\* und wirtschaftliche Apparat im Vergleich noch immer steinzeitlich und kommt nur mühsam voran. Währenddessen wird die Beschäftigung zurückgehen – dieser Trend liegt bereits seit der Jahrtausendwende vor.

Die industrielle Revolution hat die Art der Arbeit immer wieder aufs Neue verändert. Verbesserungen in der Technik haben in den vergangenen 200 Jahren viele Jobs ersatzlos gestrichen (Autor et al., 2013b; Rotman, 2013; Dorn, 2015; Bernstein et al., 2015). Und die bisher gesehenen technologischen Veränderungen hatten immer eines gemeinsam: Sie waren allesamt arbeitssparend. Die Annahme, dass eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität zwangsläufig die Beschäftigung in bestimmten Bereichen verringert, ist auf den ersten Blick schlüssig – da es nur eine endliche Menge an Arbeit gibt, die erledigt werden muss. Im Jahre 1900 waren schätzungsweise 41 Prozent der amerikanischen Bevölkerung in der Landwirtschaft tätig. Nach der Jahrtausendwende waren es noch gerade einmal rund zwei Prozent (Rotman, 2013). Ein grosser Teil der Beschäftigung verlagerte sich zuerst von der Landwirtschaft in die Fertigungsindustrie und später dann von der Fertigung in den Dienstleistungssektor (Dorn, 2015). Ohne Frage können solche Veränderungen für die Arbeiter schmerzlich sein, deren Fähigkeiten den Bedürfnissen der Arbeitgeber nicht mehr entsprechen. Es ist aber die Frage gestattet, ob diese Jobs in der Form überhaupt noch erhaltenswert gewesen wären. Denn durch Technologisierung konnten die frei gewordenen Arbeitskapazitäten der Landwirtschaft in anderen Bereichen, wie im Gesundheitswesen, der Finanzbranche, im Bildungs- und Sozialwesen oder in der Informationstechnologie, Beschäftigung finden. Und auch die Arbeitslosigkeitsraten haben im Laufe der Zeit keinen ausgeprägten Aufwärtstrend gezeigt. 1900 konnte dies aber kaum jemand vorhersehen. Grundsätzlich ist es doch so: Dinge, die der Mensch nicht abschätzen kann, stellt er per se in Frage. Dabei sind auf lange Sicht, im Zuge der industriellen Revolution, erst viele Entwicklungen möglich geworden, die die heutige Gesellschaft bestimmt nicht missen möchte: bessere Bildung, mehr Beschäftigung, mehr Wohlstand. Das

---

zu einem Stillstand kommt. Schon in früheren Phasen der industriellen Revolution (Dampfkraft, Elektrizität) kam es zu ähnlichen Entwicklungen, in der der Produktivitätssprung auch erst später einsetzte (Bernstein et al., 2015).

\* Das Problem einiger Länder, ist zum einen die immer stärker werdende Unstimmigkeit von Recht und Links im politischen System zum anderen die Überregulierungen, da sie das Neuland nicht verstehen.

war zumindest bislang das Muster. Die Frage ist also, ob die modernen Technologien im Zeitalter von Industrie 4.0 die bisherige Kontinuität durchbrechen werden und ob die verursachten Störungen nur vorübergehend sein werden, während sich die Menschen anpassen. Oder aber wird ein Szenario Realität, in dem eine vollautomatisierte Welt entsteht?

Wie der historische Verlauf andeutet, hat die Gesellschaft in den vergangenen 200 Jahren der industriellen Revolution am Ende immer einen Weg gefunden, um die technischen Wunderwerke zu ihrem Vorteil zu nutzen. Denn der technologische Fortschritt führte bislang auch immer zur Entstehung neuer Beschäftigungsmöglichkeiten. Trotz des arbeitssparenden Potenzials der kommenden «intelligenten» Technologien kann abgeleitet von den bisherigen Ergebnissen somit davon ausgegangen werden, dass den Menschen, vor allem den «White Collars», die Arbeit nicht ausgehen wird. Denn es darf nicht vergessen werden, wie unglaublich kreativ der Mensch ist. Er findet immer einen Weg, interessante Dinge zu tun. Ein Blick darauf, dass es heute so viele neue Berufe und Tätigkeiten gibt, an die vor 20 Jahren niemand ansatzweise gedacht hätte, macht optimistisch, dass auch die momentane Hürde gemeistert wird. Sobald es gelingt, die Arbeiter wieder proportional an der wachsenden ökonomischen Prosperität zu beteiligen und die Produktivitätseffekte auch durch Hilfe des Menschen einzusetzen, wird auch eine beschleunigte Digitalisierung deutlich positive Auswirkungen auf Beschäftigung und Einkommen haben. Hier könnte das kollaborative Arbeiten zwischen Mensch und Maschine Abhilfe schaffen. Da sowohl Arbeitnehmer als auch Arbeitgeber davon profitieren. Die Produktivität würde weiter steigern, ohne in allgemeine Arbeitslosigkeit zu münden. Der bisher gesehene Strukturwandel und die zuvor aufgenommene Prämisse von Brynjolfs-son und McAfee zur grossen Abkopplung würde sich in allen betrachteten Staaten wieder schmälern. Es bestehen also durchaus auch Überlegungen, dass sich die prekäre Situation wieder normalisieren könnte und zuversichtlich davon ausgegangen werden kann, dass digitale Technologien sogar noch mehr Wohlstand schaffen werden – ganz nach dem Prinzip von Schumpeters «schöpferischer Zerstörung». Nichtsdestotrotz muss der nötige Druck erzeugt werden, damit noch rechtzeitig gehandelt wird. Denn die ökonomischen Grundregeln werden gerade umgeschrieben. Momentan sehen aber viele nicht die nötige Brisanz. Doch wie die Zahlen und Studien unweigerlich darlegen, sollten in absehbarer Zeit Massnahmen eingeleitet werden. Dies gilt umso mehr, da nicht auszuschliessen ist, dass sich die Finanz- und Wirtschaftskrise von vor ein paar Jahren schneller wiederholen könnte, als es vielen Volkswirten lieb ist. Anhaltspunkte dafür gibt es schon. Wie dies

zukünftig gesteuert werden soll oder könnte, ist zuletzt eine politische Frage, die alleine die Staatschefs zu beantworten haben.\*

Es wäre jedoch leichtsinnig, die Warnungen zu ignorieren. Das Ziel muss es daher sein, die Probleme zu erkennen und entsprechende Schritte einzuleiten. Vor allem die bereits angesprochene Umstrukturierung des Bildungswesens, um die Arbeitnehmenden optimal auf die in Zukunft geforderten Fähigkeiten und Fertigkeiten vorzubereiten, wird entscheidend sein. Das heutige Modell ist aber nicht mehr zeitgemäss. Es muss ein Umdenken stattfinden und es sind neue Strukturen erforderlich, um einen möglichst reibungslosen Übergang für die bevorstehende vierte industrielle Revolution zu gewährleisten. Denn immer noch werden Jugendliche für Tätigkeiten und Jobs ausgebildet, die früher vielleicht noch aussichtsreich waren, künftig aber wegen Computern und Robotern nur noch bedingt erforderlich sind. Das ist kategorisch eine schlechte Idee. Die Bildung sollte auf jenen Fähigkeiten aufbauen, mit denen die Menschen den Maschinen überlegen sind – nicht auf solchen, mit denen Computer meilenweit voraus sind. Jungen Menschen sollten vielmehr die künftig nötigen, primär IT-basierten Fertigkeiten beigebracht sowie Fähigkeiten wie kritischen Hinterfragen, Ideengenerierung und Problemlösung, Verhandlungsgeschick oder Überzeugungskraft gefördert werden. Die politische Antwort auf den technologischen Wandel sollte also nicht nur mehr Bildung, sondern auch andere Bildung beinhalten. Somit wird klar, dass der Bildung und dem Qualifikationsniveau der Bevölkerung eine Schlüsselrolle zugesprochen wird, auch um die Ungleichheit innerhalb der Gesellschaft zu verringern und die Generationen von morgen auf die kommenden Herausforderungen einer sich schnell ändernden, technologiegeprägten Gesellschaft vorzubereiten.

Des Weiteren waren die Mutmassungen hinsichtlich der Aushöhlung des Mittelstandes durch Computer und Roboter nur ansatzweise richtig. Zwar ist in Abbildung 9, 10, 11 und 12 offensichtlich, dass sich die Beschäftigungsstrukturen der Arbeitsmärkte in den betrachteten Staaten zunehmend an die Ränder polarisiert haben und die breite Bevölkerung unter Druck gerät. Diese stellt aber nach wie vor den stärksten Teil hinsichtlich Beschäftigungsanteile in der Bevölkerung dar. Und auch administrative Berufe oder Tätigkeiten im verarbeitenden Gewerbe, die nicht nur Routineaufgaben beinhalten, können

---

\* Rund um die Welt werden bereits diverse Ansätze diskutiert, um einer autonomen Wirtschaft entgegenzuwirken. Ein bedingungsloses Grundeinkommen oder aber kürzere Arbeitswochen um mehr Beschäftigungsmöglichkeiten zu schaffen, werden immer wieder genannt. Ein Konsens ist in absehbarer Zeit jedoch kaum ersichtlich.

nicht so leicht wegrationalisiert werden – zumindest nicht ohne erhebliche Qualitätsverluste.\* Das ist auch bedeutsam, da wie bereits angedeutet eine Dezimierung der Mittelschicht weitreichende Folgen hätte, weil sie als wesentlicher ökonomischer und sozialer Akteur angesehen wird. Bislang galt eine grosse, wohlhabende Mittelschicht als Stabilisator und Träger des wirtschaftlichen Aufschwungs sowie des geschlossenen sozialen Zusammenhalts. Auch in Anbetracht der kommenden Herausforderungen ist diese Erkenntnis von sehr grosser Bedeutung.

Dass aber die Polarisierung des Vermögens, vor allem die Vermögenskonzentration in den obersten Prozentbereichen der Wohlstandsskala, durch die Digitalisierung bestärkt wurde, ist nun hinlänglich klargelegt. Doch ist dieser vermeintlich negativen Entwicklung auch Positives abzugewinnen? Hierzu soll ein Blick zurück auf die Forbes-Liste der Reichsten erfolgen. Es mag obszön wirken, aber es zeigt sich, dass die Digitalisierung heutzutage eigentlich gerechter Geld umverteilt, als es vielleicht der Staat jemals getan hat. Die technischen Fortschritte der letzten Jahrzehnte nutzten die tüchtigen Innovatoren, um mit ihren zum Teil begrenzten Mitteln ein völlig neues Erlebnis für die Gesellschaft zu erschaffen. In kürzester Zeit häuften sie ein Milliardenvermögen an – mit vermeintlich simplen, aber genialen Ideen. Beispiele gibt es hierzu zur Genüge: Facebook, Amazon, Google, Snapchat, Tesla. Bei einem Blick 200 oder 300 Jahre zurück wäre ein solcher Aufstieg ohne verfügbare Ressourcen fast unmöglich gewesen. Und schliesslich ist doch eben das als «fair» anzusehen: Die jungen Selfmade-Unternehmer wagten mit ihren Ideen etwas und wurden für ihren Mut belohnt. Die Erkenntnis bleibt, dass sich schliesslich jedem die Chance bietet, von ganz unten nach ganz oben zu kommen – heute vielleicht schneller denn je. Doch leider sind es nur einige wenige, die den Sprung nach ganz oben schaffen werden.

Der digitale Fortschritt kann also auch durchaus Vorteile mit sich bringen. Doch leider ist die Kehrseite der Medaille weitaus entscheidender. Denn schliesslich wollen die Unternehmer von den technischen Innovationen profitieren und stellen sich folglich primär die Frage, was für ihr Geschäftsmodell oder ihre Marktstrategie das Beste ist – der Mensch rückt somit auf Rang zwei (Struye de Swielande, Roth & Döblin, 2017). Obwohl das Fazit bis anhin durchaus positiv ausgefallen ist, stellt sich schon die Frage, was mit einer derartigen Disruption zukünftig gewonnen wird. Wem wird gedient, wenn eine vollautomatische Gesellschaft entsteht, in der Maschinen den Wohlstand für einige wenige

---

\* Das Expertenwissen über die Prozessstrukturen können noch nicht Eins zu Eins durch Maschinen ausgeführt werden. Diese Hürde wird erst durchbrochen, wenn solche wie in Kapitel 3 gezeigten Industrie 4.0-Konzepte, wie die Smart-Factory vollumfänglich erhältlich sind.



erwirtschaften und der Mensch in einer Welt des materiellen Überflusses rein auf den Konsum fokussiert ist, dabei aber vergisst, was für tiefgreifende Folgen dies mit sich bringt? Das Verhältnis zwischen Arbeit und gesellschaftlichem Wohlstand sollte nochmals grundlegend überdacht werden. Nicht nur aus moralischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht könnte eine solche Welt erheblichen Schaden anrichten.\* Ein ökonomisches Bewusstsein, das eine Konzentration des Wohlstandes fördert, ist keinesfalls gesund für den gesellschaftlich-wirtschaftlichen Verlauf einer liberalen Marktordnung. Der soziale Zusammenhalt innerhalb der Gesellschaft leidet darunter. Da sich die Produktivität über Jahrzehnte hinweg intensiviert, sahen die meisten Ökonomen die grosse Abkopplung als eine «natürliche» Folge des hohen Wirtschaftswachstums. Den Schritt hin zum Produktionsfaktor Kapital hielten sie für eine wesentliche Voraussetzung, damit sich die Marktwirtschaft entwickeln könne. Und das ist wohl auch der Grund, aus dem sich die Abkopplung zusehends intensiviert hat. Diese vorherrschende Ideologie hat dazu geführt, dass extreme Löhne und Kapitalgewinne einfach hingenommen und oder sogar banalisiert wurden (Heller, 2016). Es scheint fast so, als wäre der Mehrheit der Volkswirte dieses Gefälle ziemlich gleichgültig. Sie referierten nach dem Credo: Obwohl die Reichen immer reicher werden, werden früher oder später auch die unteren Einkommenschichten von deren Wohlstand profitieren (Storbeck, 2011). Wie Abbildung 7 und 8 jedoch belegen, hat sich ihre Prämisse in den letzten Jahrzehnten aber nicht durchsetzen können. Somit werden ihre Thesen nachhaltig infrage gestellt. Der Drang der breiten Bevölkerung zu politischen Interventionen wird dadurch nicht kleiner. Denn letztlich müssen nicht die Computer und Roboter gefürchtet werden, sondern vielmehr die Grosskonzerne, die ungemein Druck auf die Märkte ausüben können und indirekt politische Interventionen beeinflussen.

Die digitalen Märkte fördern Strukturen der Marktkonzentration die seinesgleichen sucht. Eines sollte dabei nicht vergessen werden: Auch die Superreichen, wie ein Mark Zuckerberg, brauchen genügend Konsumenten, die ihre Produkte kaufen oder Dienstleistungen in Anspruch nehmen. Ist das Einkommen jedoch auf lange Sicht zum grössten Teil nur einseitig verteilt, kann keine dynamische Wirtschaft, geschweige denn Wachstum entstehen. Geht das Einkommen von so vielen Menschen an einzelne Personen, sinkt folglich auch die Nachfrage. Der Arbeitsökonom Martin Ford beschreibt das Szenario so: «Nehmen Sie einen Superreichen [...] theoretisch kann er sich alles kaufen. Aber er wird

---

\* Wilkinson und Pickett (2010) argumentieren, dass sozusagen alle sozialen wie auch gesellschaftlichen Übel, in einem engen Zusammenhang mit der in einem Land gezeigten Einkommenschichtung stehen.

nicht tausend Autos oder Smartphones kaufen oder an einem Abend in tausend Restaurants essen gehen» (Metzler, 2016). Die Technik muss den Menschen dienen – nicht umgekehrt. Denn schliesslich können auch die produzierenden Maschinen die Produkte nicht selbst kaufen.

Da es die erste Revolution ist, die in der Zukunft liegt, hängt letztlich sehr viel davon ab, in welcher Art und Weise die Menschheit diese «neue Welt» beschreiten wird. Die Hoffnung bleibt, dass alles gut kommen wird – doch Hoffnung ist letztlich keine Strategie. Auch wenn niemand die Zukunft vorhersagen kann, ist es an der Zeit zu handeln. Die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Herausforderungen müssen angegangen werden, um zu verhindern, dass ein bipolares Wirtschaftssystem und eine Zweiklassengesellschaft entstehen. Falls es gelingen sollte, die nachteiligen Effekte der neuen Technologien zu umgehen und die Potenziale für die Menschheit in einem positiven Sinn zu erschliessen, kann zuversichtlich in die Zukunft geblickt werden, weil dann Raum für Neues geschaffen werden kann. Es wird also spannend zu sehen, wie sich die Dinge in den nächsten fünf bis zehn Jahren entwickeln werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- ABB (2014). *Industrie 4.0 – Die nächste Revolution: Von der Dampfmaschine zur intelligenten Fabrik*. Abgerufen von [http://new.abb.com/docs/librariesprovi-der30/Presse/industrie-4\\_0\\_infografik-final.pdf?sfvrsn=2](http://new.abb.com/docs/librariesprovi-der30/Presse/industrie-4_0_infografik-final.pdf?sfvrsn=2).
- Acemoglu, D. (2002). Technical Change, Inequality, and the Labor Market. *Journal of Economic Literature*, 40(1), S. 7-72.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. In O. Ashenfelter, R. Layard & D. Card (Hrsg.), *Handbook of Labor Economics* (S. 1043-1171). Amsterdam: Elsevier B.V.
- Ajayi, A. (2015). *Künstliche Intelligenz: wie Maschinen das Riechen lernen*. Abgerufen von <https://www.credit-suisse.com/ch/de/articles/articles/news-and-expertise/2015/05/de/artificial-intelligence-how-machines-learn-to-smell.html>.
- Arpaia, A., Pérez, E., & Pichelmann, K. (2009). Understanding Labour Income Share Dynamics in Europe. *European Economy – Economic Papers*, 2009(379), S. 1-51.
- Arthur, W. (2011). *The second economy*. Abgerufen von <http://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-second-economy>.
- Artischewski, F. (2014). *Expertenwissen für DGQ-Mitglieder: Industrie 4.0 – Die vierte Industrielle Revolution*. Abgerufen von [https://www.dgq.de/wp-content/uploads/2014/03/Industrie4\\_0.pdf](https://www.dgq.de/wp-content/uploads/2014/03/Industrie4_0.pdf).
- Atack, J., Bateman, F., & Margo, R. (2004). Skill Intensity and Rising Wage Dispersion in Nineteenth-Century American Manufacturing. *Journal of Economic History*, 64(1), S. 172-192.
- Autor, D., & Dorn, D. (2013a). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, 103(5), S.1553-1597.
- Autor, D., & Dorn, D. (2013b). How Technology Wrecks the Middle Class. *The New York Times*. 24.08.2013. Abgerufen von [https://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/08/24/how-technology-wrecks-the-middle-class/?\\_r=2](https://opinionator.blogs.nytimes.com/2013/08/24/how-technology-wrecks-the-middle-class/?_r=2).
- Autor, D., Dorn, D., & Hanson, G. (2013). The China Syndrome: Local Labor Market Effects of Import Competition in the United States. *American Economic Review*, 103(6), S. 2121-2168.
- Autor, D., & Handel, M. (2009). *Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages*. NBER Working Paper No. 15116. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

- Autor, D., Levy, F., & Murnane, R. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), S. 1279-1333.
- Balzert, H., Schröder, M., & Schäfer, C. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten*. 2. Auflage. Witten/Herdecke: W3L-Verlag AG.
- Basu, S., Fernald, J., & Shapiro, M. (2001). *Productivity growth in the 1990s: Technology, Utilization, or Adjustment?*. NBER Working Paper No. 8359. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Bauer, W., Schlund, S., & Ganschar, O. (2014). *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*. Berlin-Mitte: BITKOM.
- Baur, C., & Wee, D. (2015). *Manufacturing's next act*. Abgerufen von <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturing-next-act>.
- Berli, A., & Indergand, R. (2014). *Which Factors Drive the Skill-Mix of Migrants in the Long-Run?*. Working Paper No. 182. Zürich: Universität Zürich.
- Bender, S. (2017). *Vom Underdog zum Selfmademan – Die Biografie von Henry Ford*. Abgerufen von <http://www.henry-ford.net/deutsch/biografie.html>.
- Bengler, K. (2012). *Der Mensch und sein Roboter – von der Assistenz zur Kooperation*. Frühlingssemester 2012. München: Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie.
- Bernstein, A., & Raman, A. (2015). The Great Decoupling: An Interview with Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee. *Harvard Business Review*, 2015(9), S. 66-74.
- Bernstein, J. (2011). *The Challenge of Long Term Job Growth: Two Big Hints*. Abgerufen von <http://jaredbernsteinblog.com/the-challenge-of-long-term-job-growth-two-big-hints/>.
- Beste, D. (2015). *Roboter lernen die Interaktion mit Menschen*. Abgerufen von <https://www.springerprofessional.de/robotik/roboter-lernen-die-interaktion-mit-menschen/6594226>.
- Birrer, R., & Köppel, C. (2014). Facebook kauft Whatsapp für 19 Milliarden Dollar. *Tages Anzeiger*. 20.02.2014. Abgerufen von <http://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/unternehmen-und-konjunktur/Facebook-kauft-Whatsapp-fuer-19-Milliarden-Dollar/story/15230967>.

- Bonin, H., Gregory, T., & Zierahn, U. (2015). *Endbericht Kurzexpertise Nr. 57: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland*. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW).
- Borger, K. (2016). *Schwaches Produktivitätswachstum in Deutschland – ein Problem?*. Abgerufen von <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Volkswirtschaft-Kompakt/VK-Nr.-102-Februar-2016-Produktivität.pdf>.
- Bortis, H. (2011). *V. Die Industrielle Revolution – das Schlüsselereignis in der Wirtschaftsgeschichte*. Freiburg: Universität Freiburg, provisorischer Text für die Universität Freiburg.
- Brandes, D., & Zobrist, L. (2015). *Mensch und Maschine: Roboter auf dem Vormarsch? Folgen der Automatisierung für den Schweizer Arbeitsmarkt*. Zürich: Deloitte AG.
- Brecht, L., & Stelzer, B. (2016). *Industrie 4.0 und resultierende Anforderungen an das Produktmanagement – Theorie und Empirie*. Ulm: Universität Ulm.
- Bright, J. (1958). *Automation and Management*. Norwood, MA: The Plimpton Press, Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Brown, M., & Philips, P. (1986). Craft Labor and Mechanization in Nineteenth-century American canning. *The Journal of Economic History*, 46(3), S. 743-756.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2011). *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. 1. Auflage. Lexington, MA: Digital Frontier Press.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2012). Jobs, Productivity and the Great Decoupling. *The New York Times*. 11.12.2012. Abgerufen von <http://www.nytimes.com/2012/12/12/opinion/global/jobs-productivity-and-the-great-decoupling.html>.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2013). The Great Decoupling. *New Perspectives Quarterly*, 2013(30), S. 61-63.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2015). *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*. 5. Auflage. Kulmbach: Plassen Verlag ein Imprint der Börsenmedien AG.
- Brzeski, C., & Burk, I. (2015). *Die Roboter kommen: Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt*. Frankfurt: ING-DiBa Economic Research.

- Bundesamt für Statistik [BFS] (2014). *Schweizerische Lohnstrukturerhebung*. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/arbeit-erwerb/erhebungen/lse.html>.
- Bundesamt für Statistik [BFS] (2016). *Internetzugang der Haushalte*. Abgerufen von <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/gesamtindikatoren/haushalte-bevoelkerung/internetzugang-haushalte.html>.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales [BMAS] (2016). *Weissbuch: Arbeiten 4.0 - Diskussionsentwurf*. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Abteilung Grundsatzfragen des Sozialstaats, der Arbeitswelt und der sozialen Marktwirtschaft.
- Bundeszentrale für politische Bildung [bpb] (2013). *Entwicklung der Erwerbstätigkeit*. Abgerufen von <http://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/soziale-situation-in-deutschland/61685/entwicklung-der-erwerbstaetigkeit>.
- Böhnisch, M. (2016). Industrie 4.0: Die neue Revolution. *Makro*. 14.10.2016. Mainz: ZDF.
- Cann, O. (2016). *The Future of Jobs and Skills: Five Million Jobs by 2020: the Real Challenge of the Fourth Industrial Revolution*. Abgerufen von <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/press-releases/>.
- Charles, K., Hurst, E., & Notowidigdo, M. (2013). *Manufacturing decline, housing booms, and non-employment*. NBER Working Paper No. 18949. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Chiovetto, E., Huber, M., Righetti, L., Schaal, S., Stenard, D., & Giese, M. (2015, Juli). *Whole-body motor strategies for balancing on a beam when changing the number of available degrees of freedom*. Poster anlässlich des jährlichen Treffens der «Progress on Motor Control Society», Budapest.
- Christl, W. (2014). *Kommerzielle digitale Überwachung im Alltag*. Wien: Cracked Labs – Institut für Kritische Digitale Kultur.
- Davidow, W. H., (2017). *Automation Makes Things Cheaper, So Why Doesn't It Feel That Way?*. Abgerufen von <https://hbr.org/2017/04/automation-makes-things-cheaper-so-why-doesnt-it-feel-that-way>.

- De Serres, A., Scarpetta, S., & de la Maisonnette, C. (2002). *Sectoral Shifts in Europe and the United States: How They Affect Aggregate Labour Shares and the properties of Wage Equations*. OECD Economic Department Working Papers No. 326. Paris: OECD Publishing.
- Digitale Güter (2014). In *Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik* (7. Auflage). Potsdam: Universität Potsdam.
- Dorn, D. (2015). *The Rise of the Machines – How Computers Have Changed Work*. UBS Center Public Paper No. 4. Zürich: UBS International Center of Economics in Society at the University of Zurich.
- Elsby, M., Hobijn, B., & Sahin, A. (2014). The Decline of the U.S. Labor Share. In D. Romer & J. Wolfers (Hrsg.), *Brookings Papers on Economic Activity: Fall 2013* (S. 1-65). Washington: Brookings Institution Press.
- Englert, B. (2015). *Die vierte industrielle Revolution*. Abgerufen von [http://www.dislozierung.de/2015/die-vierte-industrielle-revolution/#\\_ftn12](http://www.dislozierung.de/2015/die-vierte-industrielle-revolution/#_ftn12).
- Evans, P., & Forth, P. (2015). *Borges' Map: Navigating a World of Digital Disruption*. Boston, MA: The Boston Consulting Group, Inc.
- Federal Reserve Bank of St. Louis – Economic Research (2016). *Real Median Family Income in the United States*. Abgerufen von <https://fred.stlouisfed.org/series/MEFAINUSA672N#0>.
- Federal Reserve Bank of St. Louis – Economic Research (2017). *All Employees: Total Private Industries*. Abgerufen von <https://fred.stlouisfed.org/series/USPRIV#0>.
- Feldges, D. (2016). Industrie 4.0 sorgt für frischen Wind. *Neue Zürcher Zeitung*. 19.01.2016. S. 25.
- Finsterbusch, S. (2011). Der erste Personalcomputer. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*. 12.08.2011. Abgerufen von <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/vor-dreissig-jahren-der-erste-personalcomputer-11107150.html>.
- Frey, C., & Osborne, M. (2013). *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?*. Oxford: Oxford Martin School, University of Oxford.
- Frick, T. (2017). *Von Industrie 1.0 bis 4.0 – Industrie im Wandel der Zeit*. Abgerufen von <http://industrie-wegweiser.de/von-industrie-1-0-bis-4-0-industrie-im-wandel-der-zeit/>.
- Fu, J. (2017). *'Forbes' 2017 Richest People in the World List Breaks Records*. Abgerufen von <https://hypebeast.com/2017/3/forbes-2017-billionaires-list>.

- Gausemeier, J., Plass, C., & Wenzelmann, C. (2014). *Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen*. 2. überarbeitete Auflage. München: Carl Hanser Verlag GmbH.
- Geisberger, E., Cengarle, M. V., Keil, P., Niehaus, J., Thiel, C., & Thönnissen-Fries, H.-J. (Hrsg.). (2011). *Cyber-Physical Systems. Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion (acatech POSITION)*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Gerginov, D. (2013a). *Die Entdeckung der Elektrizität während der zweiten Industriellen Revolution*. Abgerufen von <http://www.gevestor.de/details/die-entdeckung-der-elektrizitat-waehrend-der-zweiten-industriellen-revolution-674384.html>.
- Gerginov, D. (2013b). *Technologisierung prägt die dritte Industrielle Revolution*. Abgerufen von <http://www.gevestor.de/details/technologisierung-pragt-die-dritte-industrielle-revolution-674390.html>.
- Giese, M., Fedorov, L., & Vogels, R. (2015). Neural model for multi-stability in visual action recognition. *BMC Neuroscience*, 16(1), S. 279.
- Goldin, C., & Katz, L. (2007). *The Race between Education and Technology: The Evolution of U.S. Educational Wage Differentials, 1890 to 2005*. NBER Working Paper No. 12984. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), S. 118-133.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2009). Job Polarization in Europe. *American Economic Review*, 99(2), S. 58-63.
- Gordon, R. J. (2012). *Is U.S. Economic Growth Over? Flattering Innovation Confronts the Six Headwinds*. Working Paper No. 18315. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Grabka, M., Goebel, J., Schröder, C., & Schupp, J. (2016). Schrumpfender Anteil an BezieherInnen mittlerer Einkommen in den USA und Deutschland. *DIW Wochenbericht*, 2016(18), S. 391- 402.
- Gratwohl, N. (2015). Wenn der Roboter Arbeitskollegen ersetzt. *Neue Zürcher Zeitung*. 09.12.2015. Abgerufen von <https://www.nzz.ch/wirtschaft/wirtschaftspolitik/wenn-der-roboter-arbeitskollegen-ersetzt-ld.3529>.
- Gruber, A. (2017). Wenn Maschinen lernen lernen. *Spiegel Online*. 17.01.2017. Abgerufen von <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/kuenstliche-intelligenz-wenn-maschinen-lernen-lernen-a-1130255.html>.



- Heller, A. (2016). Die Kluft. *NZZ Folio*, 2016(3), S.18-21.
- Heng, S. (2014). *Industrie 4.0: Upgrade des Industriestandorts Deutschland steht bevor*. Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research.
- Herter, M. (2016). *Industrie 4.0: Eine Chance für die Schweizer Wirtschaft?*. Abgerufen von <https://www.srf.ch/news/wirtschaft/wef-2016/industrie-4-0-eine-chance-fuer-die-schweizer-wirtschaft>.
- Hessmann, T. (2013). The Dawn of the Smart Factory. *IW-Industry Week*, 2013(2), S.14-19.
- Hounshell, D. (1985). *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States (Studies in Industry and Society)*. 4. Auflage. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- International Federation of Robotics [IFR] (2016). *Welt-Roboter-Report 2016: Europäische Union belegt Spitzenplatz im globalem Automations-Wettbewerb*. Abgerufen von [https://ifr.org/img/uploads/2016-09-29\\_Pressemitteilung\\_IFR\\_World\\_Robotics\\_2016\\_deutsch.pdf](https://ifr.org/img/uploads/2016-09-29_Pressemitteilung_IFR_World_Robotics_2016_deutsch.pdf).
- International Labour Organization [ILO] (2015). *Global Wealth Report 2014/15 – Wages and Income inequality*. Geneva: International Labour Office.
- Jaimovich, N., & Siu, H. (2012). *The trend is the cycle: Job polarization and jobless recoveries*. NBER Working Paper No. 18334. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Jäger, M. (2008). *Der Webstuhl und die Industrielle Revolution*. Abgerufen von <http://www.wasistwas.de/archiv-technik-details/der-webstuhl-und-die-industrielle-revolution.html>.
- Johnson, P., & Bay, J. (1995). Distributed control of simulated autonomous mobile robot collectives in payload transportation. In G. Sukhatme (Hrsg.), *Autonomous Robots* (S. 43-63). New York City: Springer Publishing.
- Johnston, M. (2012). *All the Photographs from the 19th Century*. Abgerufen von [http://theonlinephotographer.typepad.com/the\\_online\\_photographer/2012/04/all-the-photographs-from-the-19th-century.html](http://theonlinephotographer.typepad.com/the_online_photographer/2012/04/all-the-photographs-from-the-19th-century.html).
- Kaber, D., & Endsley M. (2004). The effects of level of automation and adaptive automation on human performance, situation awareness and workload in a dynamic control task. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2004(5), S. 113-153.

- Kagermann, H., Lukas, W.-D., & Wahlster, W. (2011). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. Industriellen Revolution. *VDI Nachrichten*, 2011(13), S. 2.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Berlin: Forschungsunion – Wirtschaft und Wissenschaft.
- Karabarbounis, L., & Neiman, B. (2013). *The Global Decline of the Labor Share*. NBER Working Paper No. 19136. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Kern, S., & Neumayer, I. (2016). *Computer und Roboter: Künstliche Intelligenz*. Abgerufen von [http://www.planet-wissen.de/technik/computer\\_und\\_roboter/kuenstliche\\_intelligenz/](http://www.planet-wissen.de/technik/computer_und_roboter/kuenstliche_intelligenz/).
- Kersten, W., Koller, H., & Lödding, H. (Hrsg.). (2014). *Industrie 4.0: Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern*. Berlin: GITO mbH Verlag.
- Keynes, J. (1930). Economic Possibilities for our Grandchildren. *The Nation and Athenaeum*, 48(3), S. 96-98.
- Kletti, J. (2015). *6 Gründe, warum viele Unternehmen trotz Industrie 4.0 scheitern werden*. Abgerufen von [http://www.huffingtonpost.de/juergen-kletti/6-gruende-warum-viele-produktionsunternehmen-bis-2030-trotz-industrie-4-0-scheitern-werden\\_b\\_6937786.html](http://www.huffingtonpost.de/juergen-kletti/6-gruende-warum-viele-produktionsunternehmen-bis-2030-trotz-industrie-4-0-scheitern-werden_b_6937786.html).
- Koch, V., Kuge, S., Geissbauer, R., & Schrauf, S. (2014). *Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution*. Frankfurt am Main, München: Strategy&, PwC Management Consulting.
- Kohler, A. (2017). Wenn 47 Milliarden gerade so knapp reichen. *Neue Zürcher Zeitung*. 20.03.2017. Abgerufen von <https://www.nzz.ch/wirtschaft/forbes-liste-der-milliardaere-so-viel-geld-besitzen-die-zehn-reichsten-der-welt-ld.152342>.
- Kohler, F., & Vogel, B. (2015). An die Arbeit, Roboter. *Tages Anzeiger*. 20.07.2015. Abgerufen von <http://www.tagesanzeiger.ch/wirtschaft/standard/An-die-Arbeit-Roboter/story/18167095>.
- Komlos, J. (2014). *Has Creative Destruction Become More Destructive?*. NBER Working Paper No. 20379. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

- Kreitling, H. (2011). Henry Ford und sein Fließband. *Die Welt*. 05.06.2011. Abgerufen von <https://www.welt.de/print/wams/vermishtes/article13412755/Henry-Ford-und-sein-Fließband.html#>.
- Krugman, P. R. (1999). *The Age of Diminished Expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s*. 4. Auflage. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kumhof, M., & Rancière, R. (2010). *Inequality, Leverage and Crises*. IMF Working Paper 10/268. Washington, D.C.: IMF Research Department.
- Köbel, C. (2015). *Industrie 4.0, smart manufacturing / industrial IoT & usine intelligente in der Übersetzung*. Abgerufen von <https://blog.defrent.de/2015/10/industrie-4-0-smart-manufacturing-industrial-iot-usine-intelligente-in-der-uebersetzung/>.
- Landes, D. S. (1973). *Der entfesselte Prometheus. Technologischer Wandel und industrielle Entwicklung in Westeuropa von 1750 bis zur Gegenwart*. 6. Auflage. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Lansen, J. (2016). *Die neuesten Zahlen rund um die Robotik in einer Infografik*. Abgerufen von <https://www.ke-next.de/infografiken/die-neuesten-zahlen-rund-um-die-robotik-in-einer-infografik-106.html>.
- Le Clair, C., & Gownder, J. P. (2016). *The Future Of White-Collar Work: Sharing Your Cubicle With Robots: Thirteen Emerging Best Practices For Man/Machine Collaboration*. Cambridge, MA: Forrester Research, Inc.
- Lee, J. (2001). Emerging challenges in cognitive ergonomics: Managing swarms of self-organizing agent-based automation. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2001(2), S. 238-250.
- Levy, F., & Murnane, R. J. (2005). *The New Division of Labor: How Computers Are Creating the Next Job Market*. 2. Auflage. New York: Princeton University Press.
- Lipp, R. (2015). Wenn Roboter Menschen ersetzen. *ECO*. 09.11.2015. Zürich: SRF.
- Lix, B., & Stüben, J. (2013). *Big Data – Bedeutung Nutzen Mehrwert*. Frankfurt am Main: PricewaterhouseCoopers GmbH.
- Ma, B., Nahal, S., & Tran, F. (2015). *Roboter Revolution – Global Robot & AI Primer*. Abgerufen von [https://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics\\_and\\_ai\\_condensed\\_primer.pdf](https://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics_and_ai_condensed_primer.pdf).
- MacCrory, F., Westerman, G., & Brynjolfsson, E. (2015). *Identifying the Multiple Skills in Skill-Biased Technical Change*. Cambridge, MA: MIT Sloan School of Management.

- Machin, S. (2004). Skill-biased technical change and educational outcomes. In G. Johnes & J. Johnes (Hrsg.), *International Handbook on the Economics of Education* (S. 189-210). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Manhart, K. (2011). IDC-Studie zum Datenwachstum – Doppeltes Datenvolumen alle zwei Jahre. *CIO*. 12.06.2011. Abgerufen von <http://www.cio.de/dynamicit/best-practice/2281581/>.
- Markman, J. (2017). *Robots Terminate White-Collar Jobs*. Abgerufen von <https://www.moneyandmarkets.com/live-sportscasts-thrown-for-a-loss-2-83918>.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. Abgerufen von <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>.
- Mayerl, B. (2012). Daten fürs Cockpit. *trend*, 2012(12), S. 2-8.
- McAfee, A. (2017). *The Great Decoupling of the US Economy*. Abgerufen von <http://andrewmcafee.org/2012/12/the-great-decoupling-of-the-us-economy/>.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). *A Proposal for the Dartmouth summer research project on Artificial Intelligence*. Abgerufen von <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>.
- Metzler, M. (2016). Die Automatisierung wird die ganze Arbeitswelt erfassen. *Neue Zürcher Zeitung am Sonntag*. 14.02.2016. Abgerufen von <https://nzzas.nzz.ch/wirtschaft/martin-ford-automatisierung-wird-die-ganze-arbeitswelt-erfassen-ld.145015?reduced=true>.
- Moore's law (2006). In *The New Encyclopaedia Britannica* (15. Auflage). Chicago: The New Encyclopaedia Britannica.
- Mukovskiy, A., Land, W., Schack, T., & Giese, M. (2015). Modeling of predictive human movement coordination patterns for applications in computer graphics. *Journal of WSCG*, 23(2), S. 139-146.
- Niebel, T., Ohnemus, J., & Viete, S. (2015). *Industrie 4.0: Digitale (R)Evolution der Wirtschaft*. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW).
- Niehues, J. (2017). Die Mittelschicht in Deutschland – vielschichtig und stabil. *IW-Trends*, 44(1), S. 1-20.

- Nowroth, M. (2014). Rendite mit Maschinen: So investieren Sie in Roboter. *Die WirtschaftsWoche*. 29.07.2014. Abgerufen von <http://www.wiwo.de/finanzen/borse/rendite-mit-maschinen-so-investieren-sie-in-roboter/10249378.html>.
- Obiltschnig, G. & Herzberger, G. (2016). *Was steckt hinter dem Internet der Dinge?*. Abgerufen von [https://www.wiso-net.de/document/MARC\\_\\_44330332](https://www.wiso-net.de/document/MARC__44330332).
- Openshaw, J. (2016). *The Robots Are Coming*. Abgerufen von [https://www.mrporter.com/journal/the-workplace/the-robots-are-coming/1532?cm\\_mmc=Email--JournalDigest\\_EMEAC--171116--INTLTheWorkplace&mi\\_u=189503](https://www.mrporter.com/journal/the-workplace/the-robots-are-coming/1532?cm_mmc=Email--JournalDigest_EMEAC--171116--INTLTheWorkplace&mi_u=189503).
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD] (2017). *Main Economic Indicators – complete database*. Abgerufen von [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/data/main-economic-indicators/main-economic-indicators-complete-database\\_data-00052-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/data/main-economic-indicators/main-economic-indicators-complete-database_data-00052-en).
- Osterhammel, J. (2012). 1880 bis 1914. In J. Klaeren (Hrsg.), *Information zur politischen Bildung* (S. 56-81). Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung/bpb.
- Pearlstein, S. (2014). Review: „The Second Machine Age“, by Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee. *The Washington Post*. 17.01.2014. Abgerufen von [https://www.washingtonpost.com/opinions/review-the-second-machine-age-by-erik-brynjolfsson-and-andrew-mcafee/2014/01/17/ace0611a-718c-11e3-8b3f-b1666705ca3b\\_story.html?utm\\_term=.b9905ef84247](https://www.washingtonpost.com/opinions/review-the-second-machine-age-by-erik-brynjolfsson-and-andrew-mcafee/2014/01/17/ace0611a-718c-11e3-8b3f-b1666705ca3b_story.html?utm_term=.b9905ef84247).
- Pike, J. (2016). Das Industrial Internet Consortium. In C. Manzei, L. Schlepner & R. Heinze (Hrsg.), *Industrie 4.0 im internationalen Kontext* (S. 138-141). Berlin: Vde Verlag GmbH.
- Reich, R. (2017). Wie kann der Kapitalismus überleben?. In B. Hornemann & A. Steuer-nagel (Hrsg.), *Sozialrevolution!* (S. 87-100). Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH.
- Riemensperger, F., Hagemeyer, W., Pfannes, P., Warendorff, M., & Feldmann, M. (2016). *Digitalisierung entzaubern – wie die deutschen Top500 digitale Blockaden lösen*. Kronberg im Taunus: Accenture Dienstleistungen GmbH.
- Rifkin, J. (2011). *Die dritte industrielle Revolution: Die Zukunft der Wirtschaft nach dem Atomzeitalter*. 1. Auflage. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH.
- Rotman, D. (2013). How Technology Is Destroying Jobs. *MIT Technology Review*, 2013(4), S. 28-32.
- Saez, E. (2013). *The Evolution of Top Incomes in the United States*. Berkeley, CA: University of California, Department of Economics.

- Saheb, A. (2015). Möglichkeiten von Big Data: Der Zauber der Zahlen. *Neue Zürcher Zeitung*. 09.01.2015. Abgerufen von <https://www.nzz.ch/wirtschaft/der-zauber-der-zahlen-1.18456684>.
- Schneider, R. (2016). Das müssen Sie wissen! Eine kleine Einführung in die Geheimnisse der künstlichen Intelligenz. *NZZ Folio*, 2016(4), S. 16-51.
- Schreiner, P. (2014). *Arbeitsproduktivität und Einkommen: Arbeitnehmer/innen verlieren seit Jahrzehnten*. Abgerufen von <http://www.annotazioni.de/post/1177>.
- Schubert, K., & Klein, M. (2006). *Das Politiklexikon*. 4. Auflage. Bonn: Verlag J.H.W. Dietz Nachf. GmbH.
- Schumpeter, J. (2003). *Capitalism, Socialism and Democracy*. This edition published in the Taylor & Francis e-Library. London: Taylor & Francis Group.
- Schöchli, H. (2015). Die Schweizer «Lohnschere» öffnet sich kaum. *Neue Zürcher Zeitung*. 04.12.2015. Abgerufen von <https://www.nzz.ch/wirtschaft/wirtschaftspolitik/eine-erstaunlich-stabile-lohnverteilung-1.18657264>.
- Schöning, H., & Dorchain, M. (2014). Data Mining und Analyse. In T. Bauernhansl, M. ten Hompel & B. Vogel-Heuser (Hrsg.). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologie, Migration* (S. 543-548). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Scott, S. (2017). *What Is a Blue-Collar Worker and a White-Collar Worker?*. Abgerufen von <http://smallbusiness.chron.com/bluecollar-worker-whitecollar-worker-11074.html>.
- Sendler, U. (Hrsg.). (2013). *Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. Berlin, Heidelberg, Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Sherman, E. (2015). *5 white-collar jobs robots already have taken*. Abgerufen von <http://fortune.com/2015/02/25/5-jobs-that-robots-already-are-taking/>.
- Shorrocks, A., Davies, J., Lluberas, R., & Koutsoukis, A. (2016). *Global Wealth Report 2016*. Zürich: Credit Suisse AG – Research Institute.
- Siegenthaler, M. (2014). *Labour share in Switzerland remains constant*. Abgerufen von <http://www.snf.ch/en/researchinFocus/newsroom/Pages/news-140318-mm-labour-share-in-switzerland-remains-constant.aspx>.
- Siegenthaler, M., & Stucki, T. (2014). *Dividing the Pie: the Determinants of Labor's Share of Income in the Firm Level*. KOF Working Paper No. 352. Zürich: ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute.

- Sozio-oekonomisches Panel [SOEP] (2015). *Version 32*. Berlin: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung DIW.
- Spath, D. (Hrsg.). (2013). *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO.
- Spitz-Oener, A. (2006). Technical Change, Job Tasks and Rising Educational Demands. *Journal of Labor Economics*, 24(2), S. 235-270.
- Stahlmann, G. (1999). Die Informationsgesellschaft braucht die Soziale Arbeit: die Digitalisierung ändert die Gesellschaft grundlegend und mit ihr die sozialen Dienste. *Blätter der Wohlfahrtspflege*, 1999(9), S. 185-193.
- Statistisches Bundesamt [Destatis] (2017a). *Industriesektor in Deutschland weiterhin stärker als in vielen anderen EU-Staaten*. Abgerufen von <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/UnternehmenProduktion/Industrie.html>.
- Statistisches Bundesamt [Destatis] (2017b). *Arbeitsmarkt: Erwerbstätige im Inland nach Wirtschaftssektoren Deutschland*. Abgerufen von <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Arbeitsmarkt/lrerw013.html>.
- Stewart, H. (2015). Robot revolution: rise of ‘thinking’ machines could exacerbate inequality. *The Guardian*. 05.11.2015. Abgerufen von <https://www.theguardian.com/technology/2015/nov/05/robot-revolution-rise-machines-could-displace-third-of-uk-jobs>.
- Stitzel, H. (2015). In jedem zweiten Job wird der Mensch überflüssig. *ECO*. 06.11.2015. Zürich: SRF.
- Storbeck, O. (2011). Das Problem der Schere zwischen Arm und Reich. *Handelsblatt*. 31.01.2011. Abgerufen von <http://www.handelsblatt.com/politik/konjunktur/oekonomie/nachrichten/oekonomie-das-problem-der-schere-zwischen-arm-und-reich/3820264.html>.
- Struye de Swielande, N., Roth, S., & Düblin, I. (2017). Im Gespräch mit Andrew McAfee. *Fernab von Science-Fiction: Das Zeitalter der Robotik (Beilage der Bank Pictet zur NZZ am Sonntag vom 16.04.2017)*, S. 3-5.
- Sweeney, L. (2000). *Uniqueness of simple demographics in the U.S. population*. Working Paper LIDAP-WP4. Pittsburgh, PA: Laboratory for International Data Privacy.
- Taylor, F. (1913). *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung (The Principles of Scientific Management): Deutsche autorisierte Ausgabe von Rudolf Roesler*. Deutsche Erstausgabe. München: R. Oldenbourg Verlag.

- Temperton, J. (2015). A „fourth industrial revolution“ is about to begin (in Germany). *WIRED*. 21.05.2015. Abgerufen von <http://www.wired.co.uk/article/factory-of-the-future>.
- Terwiesch, P. & Ganz, C. (2009). Trends in Automation. In S. Nof (Hrsg.), *Handbook of Automation* (S. 127-143). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag GmbH.
- Trading Economics (2017). *China – Löhne*. Abgerufen von <http://de.tradingeconomics.com/china/wages>.
- U.S. Bureau of Economic Analysis (2017). *National Economic Accounts – Gross Domestic Product (GDP)*. Abgerufen von <https://www.bea.gov/national/index.htm>.
- U.S. Bureau of Labor Statistics (2012). *International Comparisons of GDP per Capita and per Hour, 1960–2011*. Abgerufen von [https://www.bls.gov/fls/intl\\_gdp\\_capita\\_gdp\\_hour.htm#technicalnotes](https://www.bls.gov/fls/intl_gdp_capita_gdp_hour.htm#technicalnotes).
- U.S. Bureau of Labor Statistics (2017). *Current Employment Statistics: Establishment Survey*. Abgerufen von <https://www.bls.gov/ces/>.
- U.S. Bureau of the Census (2012). *Income Data Tables*. Abgerufen von <https://www.census.gov/topics/income-poverty/income/data/tables.2012.html>.
- U.S. Bureau of the Census (2016). *Income and Poverty in the United States: 2015*. Abgerufen von <https://www.census.gov/topics/income-poverty/income.html>.
- Varian, H. (2009). *Hal Varian on how the Web challenges managers*. Abgerufen von <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/hal-varian-on-how-the-web-challenges-managers>.
- Vollrath, C. (2016). *Das Geschäftsmodell Digital Denken*. Abgerufen von [http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user\\_upload/Broschuere\\_IMP\\_Das\\_Geschaeftsmodell\\_digital\\_denken.pdf](http://www.industrie2025.ch/fileadmin/user_upload/Broschuere_IMP_Das_Geschaeftsmodell_digital_denken.pdf).
- Wagner, T. (2011). *Lernen durch Nachahmung - Die intelligenten neuen Robotergenerationen: Projekt an der Hochschule Ravensburg-Weingarten*. Abgerufen von [http://www.deutschlandfunk.de/lernen-durch-nachahmung.676.de.html?dram:article\\_id=28634](http://www.deutschlandfunk.de/lernen-durch-nachahmung.676.de.html?dram:article_id=28634).
- Weber, B. (2007). *Von der Selbstversorgung zum Weltmarkt*. Abgerufen von <http://www.bpb.de/izpb/8520/von-der-selbstversorgung-zum-weltmarkt?p=all>.
- Weiss, R. (1993). *Mit dem Computer auf DU*. 5. Auflage. Zürich: Midas Verlag AG.
- Weller-Essers, A. (2010). *Die industrielle Revolution*. Abgerufen von <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/geschichte/artikel/die-industrielle-revolution>.



- White, J., Clarke, S., Groba, C., Dougherty, B., Thompson, C., & Schmidt D. (2010). R&D challenges and solutions for mobile cyber-physical applications and supporting Internet services. In F. Kon & G. Blair (Hrsg.), *Journal of Internet Services and Applications* (S. 45-56). London: Springer-Verlag London Ltd.
- Wilkinson, R., & Pickett, K. (2010). *Gleichheit ist Glück: Warum gerechte Gesellschaften für alle besser sind*. 4. Auflage. Berlin: Haffmans & Tolkemitt.
- Wuttke, K. (2015). *Im Wandel der Zeit: Von Industrie 1.0 bis 4.0*. Abgerufen von <https://www.lmis.de/im-wandel-der-zeit-von-industrie-1-0-bis-4-0/>.
- YCharts (2017). *Apple (AAPL) Market Cap*. Abgerufen von [https://ycharts.com/companies/AAPL/market\\_cap](https://ycharts.com/companies/AAPL/market_cap).
- Young, A. (2010). One of the things we know that ain't so: Is US Labor's share relatively stable?. *Journal of Macroeconomics*, 32(1), S. 90-102.
- Zhou, C., Wang, X., Li, Z., & Tsagarakis, N. (2017). Overview of Gait Synthesis for the Humanoid «Coman». *Journal of Bionic Engineering*, 14(1), S. 15-25.
- Ziegler, D. (2012). *Die Industrielle Revolution*. 3. Auflage. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Zobrist, L., Salvi, M., Hurst, S., & Hofer Frei, S. (2014). *Mehr für weniger: Das Plakat im neuen «avenir aktuell»*. Abgerufen von <http://www.avenir-suisse.ch/40486/kaufkraft-weniger-lang-arbeiten-fuer-bessere-produkte/>.
- Zunke, K. (2014). Datenhandel kommt in Schwung. *Acquisa*, 2014(07-08), S. 40-42.