



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Auswirkungen der Automatisierung und Digitalisierung  
in Unternehmen auf den Arbeitsmarkt.“

verfasst von / submitted by

Johann Fleischer

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 456 482

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Geographie und Wirtschaftskunde  
UF Bewegung und Sport

Betreut von / Supervisor:

Doz. Dr. Gerhard Palme

## Erklärung

Hiermit versichere ich,

- dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubter Hilfe bedient habe,
- dass ich dieses Masterarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe
- und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit vollständig übereinstimmt.

Wien, am 14. 02. 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fischer', written in a cursive style.

*Für Jana*

## Vorwort

Das Thema „Technologische Arbeitslosigkeit“ beschäftigt mich mittlerweile seit einigen Jahren. Durch mein Interesse an Technik und wirtschaftlichen Themen bin ich immer wieder über diese Thematik „gestolpert“. Diese Arbeit soll einen groben Überblick über dieses Thema darstellen und eventuell zum Diskurs darüber anregen.

Ich möchte mich besonders bei meinen Eltern und meiner Frau für ihre Geduld bedanken. Des Weiteren möchte ich mich bei Peter Joseph und Jacque Fresco für ihre Inspiration bedanken. Außerdem möchte ich mich noch bei Doz. Dr. Gerhard Palme bedanken, der es mir ermöglicht hat, diese Arbeit bei ihm zu schreiben.

Mein Dank gilt ebenfalls meinem Mentor und Hauptdienstleiter Mag. Christoph Srienz. Bei Mag. Gertrude Reinmüller und B.Sc. Maximilian Grubner möchte ich mich für ihre Anregungen bedanken.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>1 Begriffsbestimmungen</b>	<b>5</b>
1.1 Technologische Arbeitslosigkeit	5
1.2 Toleranzgrenze des Arbeitsmarktes	6
1.3 Zeithorizont	7
<b>2 Historische Beispiele des technischen Fortschritts - ein Rückblick</b>	<b>8</b>
2.1 Erfindung der Dampfmaschine	8
2.2 Vom Webstuhl zur Webmaschine	9
2.3 Erfindung des Automobils	11
2.4 Zusammenfassung	12
<b>3 Technologischer Wandel - ein Ausblick</b>	<b>13</b>
3.1 Exponentielles Wachstum (Moore's Law)	13
3.2 Aktuelle Beispiele	18
3.2.1 Miniaturisierung der Speichertechnologie	18
3.2.2 Entwicklung der Computerleistung	19
3.2.3 Selbstfahrende (Elektro-)Autos	21
3.2.4 3D-Drucker	26
3.3 Künstliche Intelligenz	28
3.4 Zusammenfassung	34
<b>4 Quo vadis Arbeitsmarkt?</b>	<b>36</b>
4.1 Ist es diesmal anders?	36
4.2 Studienvergleiche über die Zukunft der Arbeit	44
4.2.1 Studie von Frey und Osborne	44
4.2.2 Übertragung der Studie von Frey/Osborne auf Deutschland	49
4.2.3 Studie des Weltwirtschaftsforums	52
4.2.4 Die Zukunft der Beschäftigung in Wien	56
4.3 Zusammenfassung	59
<b>5 Wirtschaftspolitische Implikationen</b>	<b>61</b>
5.1 Keine politische Intervention	61
5.2 Bessere Qualifizierung	63
5.3 Wertschöpfungsabgabe	64
5.4 Arbeitszeitverkürzung	65

5.5 Bedingungsloses Grundeinkommen	66
5.6 Open Source Wirtschaft	69
5.7 Zusammenfassung	71
<b>6 Conclusio</b>	<b>72</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>Abstract</b>	<b>87</b>

# Einleitung

Eine der wohl bekannteren Anekdoten über Henry Ford II ist eine Konversation mit dem damaligen Autogewerkschaftsführer Walter Reuther. Ford zeigte Reuther Mitte des 20. Jahrhunderts eine neu automatisierte Fabrik und fragte ihn: „Walter, wie bringst du jetzt all die Roboter dazu, der Gewerkschaft beizutreten?“ Darauf konterte Reuther schlagfertig: „Und wie bringst du die Roboter dazu, dass sie deine Autos kaufen, Henry?“ (Ford, 2015, S. 193)

Ob diese Konversation tatsächlich so stattgefunden hat, darf wohl bezweifelt werden, aber ihre Essenz beschreibt, was mit dieser Arbeit thematisiert werden soll. Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit ist, ob die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung in Unternehmen negative Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt haben. Die methodische Umsetzung basiert auf einer umfangreichen Literaturanalyse. Zunächst wird geklärt, was mit „negative Auswirkungen“ überhaupt gemeint ist. Auch der Zeithorizont für diese Auswirkungen soll eingegrenzt werden. Der Begriff „Technologische Arbeitslosigkeit“ wird in diesem Zusammenhang ebenfalls definiert. Diese Begriffsbestimmungen erfolgen in Kapitel 1. Kapitel 2 gibt einen historischen Überblick über bereits erfolgte Umwälzungen des Arbeitsmarktes anhand von drei Beispielen: Erfindung der Dampfmaschine, des Webstuhls und des Automobils. Bislang wurden diese technologischen Errungenschaften und die damit einhergehenden Umwälzungen stets vom Arbeitsmarkt „verkraftet“. Die Menschen passten sich an die neuen Gegebenheiten an und die neuen Technologien trugen zum Wohlstand der Gesellschaft bei.

Warum sollte es also jetzt bei kommenden Technologien anders sein?

Dieser Frage widmet sich das 3. Kapitel. Aktuelle technische Entwicklungen werden näher beleuchtet und über ihr Potenzial, den Arbeitsmarkt massiv zu verändern, wird diskutiert. Zentraler Punkt in diesem Kapitel ist die künstliche Intelligenz (KI), an der alle namhaften Technologiekonzerne derzeit arbeiten. Weiters werden die unterschiedlichen Arten von KI vorgestellt.

Kapitel 4 geht auf vier aktuelle Studien, die sich alle mit dieser Thematik bereits beschäftigt haben, näher ein und beschreibt deren Ergebnisse. Eine Studie befasst sich insbesondere mit der Zukunft der Beschäftigung in der Stadt Wien.

Im 5. Kapitel werden diverse politische Handlungsalternativen vorgestellt, um den möglichen Herausforderungen am zukünftigen Arbeitsmarkt gewachsen zu sein.

# 1 Begriffsbestimmungen

In diesem Kapitel soll geklärt werden, was mit „Technologischer Arbeitslosigkeit“ gemeint ist, welche Arbeitslosenquote für den Arbeitsmarkt bzw. die Gesellschaft eines westlichen Landes „verkraftbar“ wäre und in welchem Zeithorizont diese potenziellen Umwälzungen stattfinden werden.

## 1.1 Technologische Arbeitslosigkeit

John Maynard Keynes stellte bereits 1930 das Konzept der „Technologischen Arbeitslosigkeit“ in seinem Essay „Economic Possibilities for our Grandchildren“ vor:

My purpose in this essay, however, is not to examine the present or the near future, but to disembarrass myself of short views and take wings into the future. What can we reasonably expect the level of our economic life to be a hundred years hence? What are the economic possibilities for our grandchildren? [...] We are being afflicted with a new disease of which some readers may not yet have heard the name, but of which they will hear a great deal in the years to come - namely, *technological unemployment*. This means unemployment due to our discovery of means of economising the use of labour outrunning the pace at which we can find new uses for labour. (Keynes, 1930/1963, S. 359)

Keynes wagte also einen Blick in das Jahr 2030 (100 Jahre nach seinem Essay) und prognostizierte, dass die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts die Schaffung neuer Arbeitsplätze überholen werde. Er schreibt allerdings im selben Aufsatz (1930/1963, S. 366), dass wir bis dahin erstmalig das „ökonomische Problem“ gelöst haben könnten. Das „ökonomische Problem“ definiert er als den Kampf ums Überleben („struggle for subsistence“). Dies sei laut Keynes (ebd.) einzigartig in der Geschichte der Menschheit, nämlich, dass erstmals dank Technologie die Grundbedürfnisse der Menschen gestillt werden können.

Ähnlich wie Keynes den Begriff der „Technologischen Arbeitslosigkeit“ einführte, prägte Joseph Alois Schumpeter (1942/1975, S. 83) den Begriff der „Schöpferischen Zerstörung“ und sah diesen Prozess als wesentlichen Bestandteil des Kapitalismus. Dieser Prozess zerstöre laut Schumpeter (ebd.) unaufhörlich alte Strukturen und mache dadurch Platz für

neue. Diese sprunghafte Entwicklung der Wirtschaft werde durch Innovationen der Unternehmen, die sich auf dem Markt behaupten wollen, ausgelöst.

Zusammenfassend können die technologische Arbeitslosigkeit bzw. die schöpferische Zerstörung als jener Prozess beschrieben werden, wo unternehmerische Innovationen zu einem Ungleichgewicht am Arbeitsmarkt führen. Eine alte Technologie wird durch eine neue abgelöst und setzt dadurch Arbeitskräfte frei. Ford (2015) spricht in diesem Zusammenhang von sogenannten disruptiven Technologien. Ein Beispiel hierfür wäre die Ablöse der Postkutschen durch die Erfindung der Eisenbahn.

## 1.2 Toleranzgrenze des Arbeitsmarktes

Arbeitslosigkeit wird prinzipiell von allen politischen Parteien der Industrieländer stets als das Hauptproblem einer Wirtschaft angesehen, das es zu bekämpfen gilt. Eine klar definierte Schwelle der Arbeitslosenquote, ab der bei Übertretung dieser Schwelle eine Gesellschaft ernsthafte soziale Probleme bekommt, lässt sich aber nicht seriös festlegen.

Blickt man in die Geschichte, so lassen sich dennoch Parallelen der Arbeitslosenquoten in unterschiedlichen Rezessionen beobachten. Jensen (1989) gibt den Höchstwert der Arbeitslosenquote in den USA während der „Großen Depression“ der 1930er Jahre mit 25,2 Prozent für das Jahr 1933 an. Die Phase der Arbeitslosenquoten mit Werten von über 20 Prozent hielt in den USA von 1932 bis 1935 an. Ein ähnliches Bild zeichnete sich auch in Großbritannien zu dieser Zeit ab. Großbritannien verzeichnete während der Weltwirtschaftskrise laut Beveridge (1945) 1932 seinen Höchststand mit 21,9 Prozent. Noch schlimmer traf es Deutschland. Dort gab es nach Beck (2011) ebenfalls 1932 den Höchststand der Arbeitslosenquote mit 30 Prozent.

Vergleicht man nun diese Werte mit der aktuellen Wirtschaftskrise, die 2007/2008 ausgebrochen ist, so lassen sich erstaunliche Ähnlichkeiten feststellen. In den zwei EU-Ländern, die derzeit zweifellos am härtesten von der Krise betroffen sind, nämlich Griechenland und Spanien, herrschen ähnliche Zustände bei der Arbeitslosigkeit wie damals zu Zeiten der Weltwirtschaftskrise in den 1930er Jahren. Griechenland hat laut einer Statistik der EU-Kommission (2015) nun bereits seit vier aufeinanderfolgenden Jahren, von 2012 bis 2015, eine Arbeitslosenquote von rund 25 Prozent. Der bisherige Höchststand wurde 2013 mit 27,5 Prozent erreicht. Für 2016 gehen die Prognosen ebenfalls von einem Wert von über 25 Prozent für Griechenland aus. Ähnlich düster sieht die Lage derzeit in Spanien aus. Auch hier gab es in den letzten vier Jahren Werte bei der Arbeitslosenquote um rund 25 Prozent. Für die Länder der EU (28) gab die Kommission (ebd.) für das Jahr 2015 eine durchschnittliche Arbeitslosenquote von 9,5 Prozent an. Als Vorbilder in puncto

Beschäftigung gelten die Länder Norwegen, Japan und die Schweiz. Dort gab es in den letzten Jahren Arbeitslosenquoten um die 4 Prozent, teilweise sogar darunter.

Aus diesen historischen und aktuellen Beispielen kann man schließen, dass Arbeitslosenquoten zwischen 20 und 30 Prozent zu ernsthaften Konsequenzen für eine Gesellschaft führen. Eine derart hohe Arbeitslosigkeit war letztendlich auch der ideale Nährboden für eines der dunkelsten Kapitel in Europa.

## 1.3 Zeithorizont

Die Frage nach dem Zeithorizont, in dem sich diese potenziellen Umwälzungen am Arbeitsmarkt vollziehen sollen, wird kontrovers diskutiert. Für manche Autoren (siehe zum Beispiel Autor, 2015; Gordon, 2016) stellt sich diese Frage mit einem Verweis auf die Geschichte erst gar nicht. Für andere (siehe zum Beispiel Ford, 2015; Brynjolfsson & McAfee, 2014) wiederum ist diese Argumentation nicht zulässig, da wir dank exponentiellen Wachstums digitaler Technologien (auf das in Kapitel 3 noch näher eingegangen wird) eine neue Qualität und Geschwindigkeit an Innovationen sehen, die bisher beispiellos sind.

Folgt man nun der Argumentation jener Autoren, die weitreichende Veränderungen für den Arbeitsmarkt prognostizieren, so wird häufig ein Zeithorizont von etwa 10 bis 20 Jahren dafür angegeben. Auch Frey und Osborne (2013) erwähnen diesen Zeithorizont in ihrer vielbeachteten Studie über die Zukunft der Beschäftigung. Es dreht sich also um eine Zeitspanne, die in etwa zwischen den Jahren von 2025 bis 2035 liegt. Warum ausgerechnet dieser Zeitraum?

Barrat (2013) hat bei der seit 2008 alljährlich stattfindenden AGI-Konferenz (AGI steht für „Artificial General Intelligence“; dazu später mehr in Kapitel 3) eine Umfrage im Jahr 2011 bei den teilnehmenden Experten durchgeführt, wann nach deren Einschätzung künstliche Intelligenz auf menschlichem Level erreicht werden würde. Natürlich sind solche Umfragen nur Mutmaßungen und daher mit Vorsicht zu genießen, aber sie geben dennoch einen groben Überblick, welche Entwicklung die Experten auf diesem Gebiet für realistisch halten. Barrat (2013) gab den rund 200 befragten Experten nur vier Auswahlmöglichkeiten: bis 2030, bis 2050, bis 2100 oder gar nicht. Dabei kam heraus, dass 42 Prozent der befragten Konferenzteilnehmer das Erreichen von AGI bis zum Jahr 2030 für wahrscheinlich hielten. 25 Prozent hielten es bis zum Jahr 2050 für wahrscheinlich, 20 Prozent bis 2100 und nur 2 Prozent der Befragten glaubten, dass wir AGI nie erreichen würden.

Fast die Hälfte der Befragten ging also davon aus, dass wir künstliche Intelligenz auf menschlichem Level (AGI) in den nächsten 15 Jahren schaffen. Diese Prognose deckt sich auch mit der Annahme von Ray Kurzweil, einem der wohl bekanntesten und zugleich

umstrittensten Zukunftsforscher und Erfinder. Kurzweil (2005) geht davon aus, dass AGI im Jahr 2029 erreicht wird. Ben Goertzel, der Organisator der AGI-Konferenzen, geht sogar noch einen Schritt weiter und sagt, dass „AGI lediglich eine Frage des Geldes sei“ (Barrat, 2013, S. 196) und deutlich vor 2030 möglich sei. Dass AGI den Arbeitsmarkt wesentlich beeinflussen würde, darüber sind sich viele Ökonomen einig. Brynjolfsson und McAfee (2014, S. 89) vergleichen „das Aufkommen echter und brauchbarer künstlicher Intelligenz“ mit der industriellen Revolution, die unser Leben und vor allem die physische Arbeit nachhaltig verändert hat. Was die industrielle Revolution für den Ersatz von menschlicher Muskelkraft durch Maschinen bedeutete, würde analog dazu laut Ford (2015) fortschrittliche künstliche Intelligenz hauptsächlich kognitive Routinetätigkeiten (wie z.B. Callcenter-Jobs) ersetzen.

## 2 Historische Beispiele des technischen Fortschritts - ein Rückblick

Dieses Kapitel gibt einen historischen Überblick über einige technische Innovationen, die zur industriellen Revolution geführt haben, sowie ein Beispiel aus der beginnenden Motorisierung am Anfang des 20. Jahrhunderts.

### 2.1 Erfindung der Dampfmaschine

Nach Lackner (2003, S. 386) ist die Entwicklung der „Dampfmaschine eines der wichtigsten Themen in der Geschichtsschreibung der deutschen Industrie.“ Lackner (ebd.) führt weiter aus, dass für Ingenieure die Dampfmaschine noch bedeutender war als Werkzeugmaschinen. Auch wenn die Dampfmaschine heute irrelevant ist, war sie die entscheidende Erfindung, die die industrielle Revolution Ende des 18. Jahrhunderts eingeleitet hat. Wagenbreth, Düntzsch und Gieseler (2002, S. 3) nennen die Dampfmaschine als Beispiel für die „Kreativität und Erfindergeist“ jener Leute, die unsere Gesellschaft so maßgeblich mit dieser Erfindung und deren Weiterentwicklung beeinflusst haben. Wagenbreth et al. (2002) betonen, dass sich die Folgen dieser Erfindung auf sämtliche Wirtschaftszweige auswirkten. Ob Bergbau-, Metall-, Textil-, Bau-, Papierindustrie, im Verkehrswesen oder in der Landwirtschaft, praktisch kein Wirtschaftszweig blieb von dieser Entwicklung verschont. Metz (2006, S. 137) weist darauf hin, dass Watt „mit der Schaffung einer allgemein brauchbaren Kraftmaschine eine Revolution in der Erzeugung

und Nutzung von Energie eingeleitet hat, die alles übertraf, was es bisher gegeben hat.“

Dennoch zeigt Banken (1993) in einer Untersuchung, dass die Verbreitung der Dampfmaschine in Preußen um 1830 regional sehr begrenzt war. Banken (1993, S. 229) führt aus, dass „diese starke Konzentration auf nur wenige Regierungsbezirke deutlich den regionalen Charakter der Industrialisierung zeigt“. Als Ursache für diese Konzentration nennt Banken (1993, S. 230) „vor allem die ungleiche Verteilung des Bergbaus“. Nun kann man vermuten, dass der von Banken untersuchte Zeitraum schlicht noch zu früh war, um von einer flächendeckenden Verbreitung der Dampfmaschine auszugehen. Aber das trifft laut Banken (1993, S. 220) nicht zu, da „die Innovationsphase spätestens 1815 abgeschlossen war“. Mit Innovationsphase meint Banken die in Deutschland ersten aufgestellten Dampfmaschinen bzw. die ersten Maschinen aus deutscher Produktion. Das Industrialisierungsphänomen war also je nach Region und Sektor ungleich verteilt. Erst das starke industrielle Wachstum der 1850er und 1860er Jahre veränderte laut Banken (1993, S. 246) das Bild: „1875 war die Konzentration zwischen den Regionen deutlich geringer. Außerdem entstand mit dem Ruhrgebiet ein neues regionales Zentrum. Das West-Ost Gefälle, das sich schon 1830 erkennen lässt, verringerte sich bis 1875 nur unwesentlich.“

Bankens Untersuchungsergebnisse verdeutlichen, dass sich der Industrialisierungsprozess Preußens, hier am Beispiel des Verbreitungsgrades der Dampfmaschine, nur relativ langsam vollzog. Der Zeitraum zwischen der ersten handgefertigten Maschine - die erste deutsche Dampfmaschine ging 1785 in Hettstedt in Betrieb (Rook, 1986) - und der industriellen Produktion betrug rund 70 Jahre.

## 2.2 Vom Webstuhl zur Webmaschine

Die Web- und Spinnmaschine, ebenso wie die Dampfmaschine selbst, waren wichtige Meilensteine für die Industrialisierung. Nach Radkau (2008, S. 109) bietet die Weberei in Deutschland „ein auffälliges Beispiel für eine gegenüber England stark verzögerte Mechanisierung.“ Obwohl der mechanische Webstuhl (eine sogenannte Webmaschine) mit einer Dampfmaschine als Antriebsaggregat bereits 1788 in England erstmals zum Einsatz kam, begann sich der mechanische Antrieb beim Webstuhl in Deutschland erst um 1850 durchzusetzen (Radkau, 2008). Metz (2006) schreibt, dass sich die Webmaschine erst durchsetzte, als sie durch eine Erfindung von Roberts 1822 den Handwebstuhl an Produktivität weit hinter sich ließ und mindestens dieselbe Qualität zu liefern vermochte.

Radkau (2008, S.110) führt aus, dass allerdings „noch um 1840 der sächsische Textilunternehmer Wieck meinte, die Maschinenweberei werde sich in Deutschland wohl nie ausbreiten.“

Laut Metz (2006, S. 127) war jedoch „der Niedergang der Handweber unaufhaltsam.“ Metz (ebd.) führt aus: „Hatte es um die Jahrhundertwende [in der britischen Textilindustrie] noch 800 000 Handweber gegeben, so waren es 1835 gerade noch 200 000, die in erbärmlichen Zuständen einen aussichtslosen Kampf gegen eine Maschinenproduktivität lieferten, die zu Preisen erzeugte, welche weit unter dem Subsistenzniveau eines Arbeiters lagen.“

## Maschinensturm am Anfang der Industrialisierung

Als Maschinenstürmer werden allgemein jene Menschen bezeichnet, deren Angst vor technischen Neuerungen sich in gewaltsamen Aktionen gegen neue Maschinen oder Technologien entlädt (Schwarz, 2001). Spehr (2000, S. 9) schreibt, dass „Anfang des 19. Jahrhunderts die Vorstellung eines friedlichen Miteinanders von ökonomisch-technischem und sozialem Wandel zunehmend in Frage gestellt wurde. Die Maschinen und Fabriken schienen für [...] den „Verfall der Gewerbe“, den „sinkenden Wohlstand bei dem Handwerksstand“ und die Entstehung von „Brotlosigkeit unter den Arbeiterklassen“ verantwortlich zu sein.“ Selbst der Technikenthusiast Christian Kunth musste sich „1824 in einer Betrachtung über den „Nutzen oder Schaden der Maschinen“ mit der Frage auseinandersetzen, was „das Schicksal der armen Menschen“ sein werde, „welche diese oder jene Arbeit bisher mit ihrer Hand verrichteten und die künftig an die tote Maschine sollen übergehen.“ (Spehr, 2000, S. 9)

Dennoch räumt Spehr (2000) in seiner Untersuchung mit dem Mythos der Maschinenstürmer und deren blinder Zerstörungswut gegenüber allem Neuen auf. Der Kampf gegen die Mechanisierung wurde überwiegend durch Petitionen und Demonstrationen ausgefochten. Ein gewaltsamer Angriff auf die Maschinen war eher die Ausnahme bzw. das letzte Mittel, um gegen den Arbeitsplatzverlust zu protestieren. Maschinenstürmer wollten laut Spehr (2000) keineswegs die Industrialisierung oder „den“ Fortschritt bekämpfen. Es ging vordergründig um die Absicherung der eigenen Existenz. Sie waren daher keine „Fortschrittsfeinde“, sondern wollten vielmehr durch ihre konkreten Aktionen ihre Ziele und Interessen durchsetzen.

Außerdem „waren die Maschinen für den Buch- und Zeugdruck höchst aufwendige und komplizierte Gerätschaften“ und somit zog sich die Mechanisierung „über Jahrzehnte hin, in denen immer wieder die Apparate verbessert und vervollkommnet wurden.“ (Spehr, 2000, S. 104)

Da die neuen Maschinen anfangs technisch noch nicht ausgereift waren, konnten Buch- und Kattundrucker noch lange Zeit in ihrem erlernten Beruf verbleiben. Erst als die

preußischen Zeugdruckereien bis 1840 umfangreich modernisiert wurden und die Fertigung in mechanisierten Großfabriken erfolgte, konnte die Kattunproduktion um das 25fache gesteigert werden. Diesem enormen Wachstum fielen vor allem die kleineren, nicht mechanisierten Druckereien zum Opfer. Obwohl der Anteil der Kattundrucker sank, blieb dennoch die Gesamtzahl der Beschäftigten weitgehend konstant. „Die Arbeitslosigkeit unter den Gesellen resultierte nur indirekt aus der Mechanisierung, vielmehr aus dem Niedergang der Kleinbetriebe für den reinen Handdruck.“ (Spehr, 2000, S. 104)

## 2.3 Erfindung des Automobils

Das erste Automobil der Welt (ein Dreirad) wurde von Carl Benz 1885 in Mannheim mit einem selbständig dafür entwickelten Benzinmotor angetrieben (Metz, 2006). Im Jänner 1886 meldete Benz seinen Wagen zum Patent an, was allgemein als die Geburtsstunde des Automobils gilt. Anfangs waren die Aristokraten und Reichen von dieser motorisierten Fortbewegungsmethode noch wenig überzeugt, da es den „Motorkutschen“ an Prestige fehlte. Sie waren unausgereift und stanken. Kaiser Wilhelm II. wird sogar folgendes Zitat zugeschrieben (Stegemann, 2011): „Ich glaube an das Pferd, das Automobil ist eine vorübergehende Erscheinung.“ Ende des 19. Jahrhunderts war keineswegs klar abzusehen, welche Technologie sich bei den Automobilen durchsetzen würde. Um die Jahrhundertwende sah es noch so aus, als ob sich das Elektroauto gegenüber dem Pferdefuhrwerk und den frühen Benzinautos würde behaupten können. Obwohl die Produktionszahlen der Elektroautos laut Metz (2006) anfangs höher waren als jene der benzinbetriebenen Fahrzeuge, so zeichnete sich dennoch bald der Sieg der Verbrennungsmotoren ab. Denn diese ermöglichten Überlandfahrten im Gegensatz zu den Elektroautos. Metz (2006, S. 244) führt aus, dass das Elektroauto zwar leise und abgasfrei fuhr, es musste aber auch „eine schwere Batterie transportieren, die lange Aufladezeiten und häufiges Nachladen erforderlich machte und eine sehr begrenzte Reichweite besaß.“ Diese neue Freiheit der Verbrennungsmotoren wurde mit dem von Wilhelm Maybach konstruierten „Mercedes“ verdeutlicht. Der Wagen erzielte 1901 bei Rennen eine Höchstgeschwindigkeit von 85 km/h und stellte somit alles bisher Erreichte in den Schatten. „Um 1900 war auch die Wende vom Pferd zum Auto zumindest prinzipiell unumkehrbar geworden und das zuerst in Frankreich, wo die Zahl der Automobile in den zehn Jahren zwischen 1895 und 1905 von 500 auf 21.524 anstieg [...]“ (Metz, 2006, S. 259)

Spätestens mit der von Henry Ford 1913 eingeführten Fließbandmontage seines „Model T“ - dem „Automobil für Jedermann“ - und einer dadurch massiv gesteigerten Produktivität, begann das Zeitalter der Massenmotorisierung. Metz (2006, S. 261) betont, dass das

Automobil mit seinen „rund 5000 Einzelteilen die wohl komplexeste technische Gerätschaft der Zeit“ war und dass es gelang, dies „seriell herzustellen, galt zu Recht als technisch-organisatorische Pionierleistung ohne Vorbild.“

Es dauerte also rund 30 Jahre von der Erfindung des Automobils (Benz) bis zur seriellen Fließbandmontage (Ford). Die Kutschenbauer und infolge auch die Pferde verloren laut Wettengl (2011) Anfang des 20. Jahrhunderts zunehmend an Bedeutung. Aktuell haben wir laut Statista (2016) einen weltweiten Kraftfahrzeugbestand von über 1,2 Milliarden. Ein modernes Leben ohne Auto wäre heute nicht mehr vorstellbar. Kutschen hingegen sind höchstens noch was für Nostalgiker. Anhand des Beispiels des Automobils lässt sich die Ablöse einer alten Technologie (Kutsche/Pferd) durch eine neue Technologie (Automobil) gut veranschaulichen. Dies ging im Falle des Automobils nicht unbedingt mit einer Verminderung der Arbeitsplätze einher. Das Gegenteil war der Fall. Zwar haben in der Einführungsphase natürlich gewisse Berufsstände (Kutscher/Kutschenbauer) unter dieser Entwicklung gelitten, aber langfristig gesehen (>30 Jahre) brachte diese neue Technologie mehr Arbeitsplätze und Wohlstand für die Gesellschaft.

Laut Linszbauer (2016) arbeiten aktuell rund 30.000 Beschäftigte in der Kraftfahrzeugherstellung in Österreich. 450.000 Arbeitsplätze hängen laut der österreichischen Wirtschaftskammer direkt oder indirekt von der Automobilwirtschaft ab. Die heimische Automobilwirtschaft (Produktion, Handel und Reparatur) setzte im Jahr 2013 rund 43 Milliarden Euro um. In Deutschland gibt es laut Fuß (2016) knapp 800.000 Beschäftigte, die in der Fahrzeugindustrie arbeiten. Der Umsatz der deutschen Automobilindustrie betrug im Jahr 2015 gut 404 Milliarden Euro.

## 2.4 Zusammenfassung

Mit diesem Kapitel sollte aufgezeigt werden, dass der technische Fortschritt seit der industriellen Revolution eine neue Qualität erreicht hat. Muskelkraft wurde größtenteils durch Maschinen ersetzt und das sorgte wiederum für ein beispielloses Wirtschaftswachstum jener Länder, die begannen, diese Maschinen einzusetzen.

Dennoch vollzog sich dieser Weg der Industrialisierung nicht über Nacht, sondern dauerte mindestens ein Jahrhundert (laut Historikern ist mit dem Begriff „Industrielle Revolution“ die Zeit zwischen 1750 und 1850 auf der britischen Hauptinsel gemeint). Somit gab es genug Zeit, sich auf die neuen Gegebenheiten einzustellen - auch wenn diese neuen Arbeitsbedingungen oder gar der Arbeitsplatzverlust nicht immer konfliktfrei zustande kamen (siehe das Unterkapitel über Maschinenstürmer).

## 3 Technologischer Wandel - ein Ausblick

In diesem Kapitel wird auf aktuelle technische Entwicklungen und ihre transformative Kraft auf die Gesellschaft beispielhaft eingegangen. Zunächst werden die exponentiellen Eigenschaften digitaler Technologien näher beschrieben. Besonderes Augenmerk in diesem Kapitel gilt dem Thema künstliche Intelligenz.

### 3.1 Exponentielles Wachstum (Moore's Law)

Jeder, der sich für Computer oder Technik ganz allgemein interessiert, kennt den Begriff „Moore's Law“. Dennoch soll auf die Entstehung und Bedeutung dieses „Gesetzes“ hier kurz eingegangen werden, für all jene, die damit noch nicht vertraut sind. Ein Bild sagt bekanntlich mehr als tausend Worte. Der Vergleich eines 25 Jahre alten Laptops mit einem aktuellen Modell verdeutlicht die Auswirkungen von Moore's Law recht anschaulich (Abbildung 1).



Abb. 1: Laptop von 1991 neben einem Laptop von 2016 (apple.com).

Der Laptop von 2016 braucht für eine komplexe Berechnung fünf Sekunden, während der Laptop von 1991 für dieselbe Berechnung ein Jahr benötigen würde. Der aktuelle Laptop ist somit über 6,3 Millionen Mal schneller als sein 25 Jahre alter Vorgänger (apple.com).

Gordon Moore, einer der Mitbegründer der Firma Intel, hatte 1965 in der Zeitschrift „Electronics“ einen Artikel („Cramming more components onto integrated circuits“) publiziert, in dem er über eine Beobachtung berichtete. Ihm fiel auf, dass sich die Anzahl an Transistoren in integrierten Schaltkreisen in etwa alle 12 Monate verdoppelte. Er prognostizierte diesen Trend auch für zukünftige Chips und als sich herausstellte, dass er damit recht hatte, war das sogenannte Moore'sche Gesetz geboren (Brynjolfsson & McAfee, 2011, S. 17). 1995, drei Jahrzehnte nach der Veröffentlichung des Artikels, beschrieb Moore die Auswirkungen der ständigen Miniaturisierung der integrierten Schaltkreise wie folgt:

By making things smaller, everything gets better simultaneously. There is little need for tradeoffs. The speed of our products goes up, the power consumption goes down, system reliability, as we put more of the system on a chip, improves by leaps and bounds, but especially the cost of doing things electronically drops as a result of the technology. (Schaller, 1997, S. 55)

Moore selbst nannte sein Gesetz, was natürlich kein klassisches Naturgesetz im wissenschaftlichen Sinne darstellt, eine sich selbsterfüllende Prophezeiung:

More than anything, once something like this gets established, it becomes more or less a self-fulfilling prophecy. The Semiconductor Industry Association puts out a technology roadmap, which continues this generation [turnover] every three years. Everyone in the industry recognizes that if you don't stay on essentially that curve they will fall behind. So it sort of drives itself. (Schaller, 1997, S. 55)

Ursprünglich ging Moore bei seiner Beobachtung von einer jährlichen Verdopplung der Transistoren in handelsüblichen Prozessoren aus. Er bezog sich dabei auf das Kostenoptimum der jeweils verfügbaren Technologien. Das sind also jene Produktionsverfahren und Schaltkreiskomponenten, die am günstigsten verbaut werden können. 1965 waren das 50 Transistoren in einem Schaltkreis. Heute haben moderne Prozessoren rund drei Milliarden Transistoren (Cutress, 2015). Anhand dieser Zahlen lässt sich bereits erkennen, welche explosive Natur das exponentielle Wachstum hat. Darauf wird im nächsten Unterkapitel noch näher eingegangen. 1975 musste Moore jedoch seine Aussage bezüglich der Verdopplung auf alle zwei Jahre revidieren. Je nach Auslegung liest man in der Literatur (Brynjolfsson & McAfee, 2011, S. 17) manchmal von 18 Monaten oder

eben jenen genannten 24 Monaten dieses selbstaufgelegten Verdopplungsprozesses der Chip-Industrie. Dabei stoßen die immer kleiner werdenden Strukturen irgendwann auf natürliche physikalische Grenzen. Aktuell (2016) ist die Halbleiterbranche bei einer Strukturgröße von 14 Nanometer (nm) bei Prozessoren (wie etwa dem Intel „Skylake“) angelangt. Moore's Law wurde schon des Öfteren für tot erklärt (Waldrop, 2016), andere wiederum (Kurzweil, 2013) bescheinigen ihm noch eine rosige Zukunft. Waldrop (2016) betont, dass die Chip-Industrie nicht mehr ihren ursprünglichen Zeitplan, der sich stark an Moore's Law orientiert hat, einhalten kann. Intel hat bereits seinen bisherigen Produktzyklus, der alle zwei Jahre einen Prozessor mit verkleinerter Strukturbreite vorsah, auf drei Jahre ausgeweitet (Cutress, 2016).

Kurzweil (2013) ist allerdings davon überzeugt, dass Moore's Law noch lange nicht am Ende ist. Rund um 2020 wird laut Kurzweil (2013) zwar das Paradigma der immer kleiner werdenden Strukturen in flachen Chips enden, dennoch wird danach die Entwicklung in 3D weitergehen. Silizium könnte zudem nach Malecek (2016) schon bald durch andere Materialien wie etwa Kohlenstoff-Nanoröhren abgelöst werden, was wiederum einen deutlichen Leistungszuwachs für Prozessoren bedeuten würde. Erst im Oktober 2016 konnte ein Team aus Berkeley einen Transistor aus Kohlenstoff-Nanoröhren mit einem Nanometer (1 nm) Strukturgröße demonstrieren (Yang, 2016). Davor galten fünf Nanometer (5 nm) als „physikalisches Limit“. Allein dieser Durchbruch könnte Moore's Law um weitere fünf bis zehn Jahre verlängern. Außerdem werden auch noch gänzlich andere vielversprechende Computerarchitekturen wie etwa Quantencomputer oder optische Computer verfolgt (Aron, 2016). Abbildung 2 gibt einen Überblick der Prognosen diverser Branchenkenner über das Fortbestehen von Moore's Law und wie oft diese Prognosen wieder revidiert werden mussten. Wie man aus der Grafik erkennen kann, hat sich auch bereits Gordon Moore 1995 selbst getäuscht, als er das Ende „seines Gesetzes“ für 2005 aus wirtschaftlichen Gründen prognostizierte.

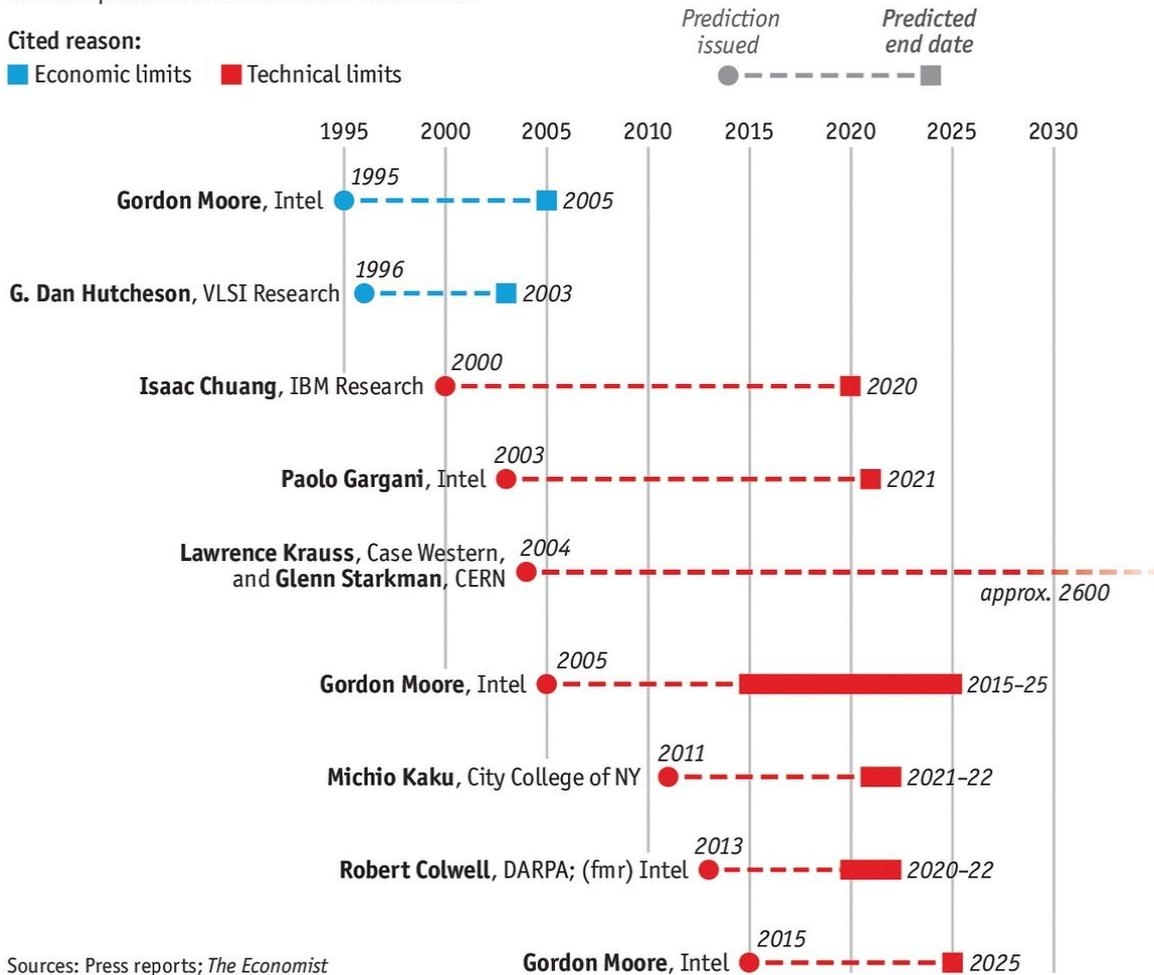
Moore's Law überlebte in den vergangenen Jahrzehnten bereits mehrmals seinen prognostizierten „Tod“. Die Zukunft wird zeigen, wie oft die Prognosen diverser Experten überholt sein werden und wie „zäh“ und „lebendig“ Moore's Law tatsächlich ist.

## Faith no Moore

Selected predictions for the end of Moore's Law

Cited reason:

■ Economic limits ■ Technical limits



Sources: Press reports; *The Economist*

Economist.com

Abb. 2: Vorhersagen über das Ende von Moore's Law (economist.com).

## „Die zweite Hälfte des Schachbretts“

Brynjolfsson und McAfee (2011) sprechen von einem weiteren Exponentialeffekt, der eng mit Moore's Law verbunden ist, und der für das Verständnis von heutigen Technologien relevant ist. Und zwar geht es um das Schachspiel. Um die Entstehung des Schachspiels ranken sich zwar diverse Mythen, aber unabhängig davon in welchem Land (ob Indien, China oder Persien) dieses Spiel nun erfunden wurde, eine Anekdote wurde bis heute überliefert:

Der Erfinder des Schachspiels zeigte dem Kaiser seine Erfindung. Dieser war so begeistert von dem Spiel, dass er dem Erfinder zusagte, er solle sich seine eigene Belohnung dafür aussuchen. Der clevere Erfinder verlangte eine bestimmte Menge an Reis. Für das erste Feld des Schachbretts ein Korn Reis, für das zweite zwei, das dritte vier und so weiter. Auf

jedes nachfolgende Feld sollten also doppelt so viele Reiskörner kommen wie auf dem Feld davor. Ein Schachbrett besteht aus 64 Feldern (8 Reihen mal 8 Linien). Der Kaiser stimmte dem Vorschlag zu und dachte sich, dass es sich dabei um eine äußerst bescheidene Belohnung des Erfinders handle. Letztendlich stellte der Kaiser aber fest, dass die konstante Verdopplung der Felder in einer gewaltigen Menge an Reis endet. Der Kaiser hätte dem Erfinder rund 18,5 Trillionen Reiskörner geschuldet, was ein größerer Berg als der Mount Everest wäre. In manchen Versionen dieser Anekdote war der Herrscher darüber so verärgert, weil er überlistet wurde, dass er den Erfinder enthaupten ließ.

Was hat diese Anekdote aber nun mit heutigen digitalen Technologien zu tun?

Brynjolfsson und McAfee (2011) schreiben weiter, dass bis zum 32. Feld beide Parteien noch ihr Gesicht gewahrt bzw. ihren Kopf behalten hätten. Bis dahin hätte der Herrscher dem Erfinder rund vier Milliarden Reiskörner geschuldet, was in etwa der Ernte eines großen Feldes entsprochen hätte. Erst als man in die zweite Hälfte des Schachbretts kam, geriet zumindest eine von beiden Parteien in Probleme. Das Exponentialwachstum ist laut Brynjolfsson und McAfee (2011) trügerisch, da es anfangs nur langsam wächst und lange nach einer klassischen Linearfunktion aussieht. Auf welchem „Feld“ wir uns derzeit bei der Entwicklung der Computertechnologie befinden, lässt sich natürlich nur schwer bestimmen. Brynjolfsson und McAfee (2011, S. 19) weisen darauf hin, dass 1958 das amerikanische Bundesamt für Wirtschaftsanalysen („Bureau of Economic Analysis“) das erste Mal den Begriff „Informationstechnologie“ erwähnt hat. Wenn man nun 1958 als Ausgangspunkt nimmt und nach Moore's Law von einer 18 monatigen Verdopplung der Prozessorleistung/Transistoren ausgeht, wäre man bereits 2006 nach 32 Verdopplungsschritten in der zweiten Hälfte des Schachbretts. Es gibt einige Indizien dafür, dass wir uns bei der Entwicklung der Computertechnologie tatsächlich bereits in jener besagten zweiten Hälfte des Schachbretts befinden.

In den folgenden Unterkapiteln werden einige aktuelle Beispiele der rasant fortschreitenden Digitalisierung angeführt, die es nahelegen, dass jene Autoren (u.a. Brynjolfsson & McAfee, Ford, Kurzweil) mit ihrer These richtig liegen, dass wir nun vermehrt Technologien in unserem Alltag sehen werden, die noch vor wenigen Jahren wie Science Fiction geklungen hätten.

## 3.2 Aktuelle Beispiele

### 3.2.1 Miniaturisierung der Speichertechnologie

Vor 60 Jahren, 1956, stellte IBM die erste kommerzielle Festplatte vor. Die RAMAC („Random Access Method of Accounting and Control“) 305 war ungefähr so groß wie ein Kleiderschrank, wog eine Tonne, brauchte 12 kW Strom und konnte 5 Megabyte an Daten speichern (Abbildung 3). Operatoren der RAMAC 305 brauchten einen Ohrenschutz, da die Rotation der Lese- und Schreibköpfe einen enormen Lärm verursachten (Borchers, 2006).



Abb. 3: 1956: Die IBM RAMAC 305 musste per Gabelstapler in ein Flugzeug verladen werden (Koller, 2013).



Abb. 4: 2016: Samsung SSD mit einem Formfaktor von 20 mm x 16 mm x 1,5 mm (Clover, 2016).

Samsung hat 2016 eine Festplatte vorgestellt (Abbildung 4), die kleiner als eine Briefmarke ist, ein Gramm wiegt, 512 Gigabyte an Daten speichern kann und völlig lautlos ist (Clover, 2016).

Im Vergleich zur ersten IBM Festplatte ist die Samsung Festplatte nach 60 Jahren eine Million Mal leichter bei gleichzeitig über hunderttausendfacher Erhöhung der Speicherkapazität.

### 3.2.2 Entwicklung der Computerleistung

Ähnlich faszinierend wie die Entwicklung der Speichertechnologie verläuft auch die Entwicklung der Computerleistung. Seit 1993 wird zweimal jährlich eine Liste mit den weltweit 500 leistungsstärksten Computern veröffentlicht (TOP500.org). Die Liste wird abwechselnd in Deutschland und den USA auf jeweiligen Fachkonferenzen vorgestellt.

Laut dieser TOP500-Liste stand im Jahr 2000 der schnellste Supercomputer der Welt im Lawrence Livermore National Laboratory in den USA. Die Rechenleistung von Computern wird in FLOPS (FLOPS = Floating Point Operations Per Second, was übersetzt für Gleitkommaoperationen pro Sekunde steht) gemessen (Stauffer, 1991). Der von IBM gebaute „ASCI White“ (Abbildung 5) hatte eine Rechenleistung von 4,9 Teraflops - das sind 4,9 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde. „ASCI White“ war in etwa so groß wie zwei Basketballfelder (60 m x 30 m), wog 106 Tonnen, verbrauchte insgesamt 6 Megawatt (3 MW zum Rechnen und 3 MW zum Kühlen) an Strom und war in über 200 Schränken („cabinets“) untergebracht. Das gesamte System kostete 110 Millionen Dollar (TOP500.org).



Abb. 5: „ASCI White“ war im Jahr 2000 der schnellste Rechner der Welt (TOP500.org).

2016 erschien von Nvidia eine Grafikkarte (Abbildung 6), die „Titan X“, die eine Rechenleistung von 11 Teraflops hat, also gut zweimal so schnell ist wie „ASCI White“ vor rund 15 Jahren. Der Prozessor der „Titan X“ hat 12 Milliarden Transistoren, passt in ein handelsübliches Computergehäuse, verbraucht 250 Watt Strom und kostet 1200 Dollar (Smith, 2016). Was also vor gut 15 Jahren noch eine Unmenge an Platz, Strom und Geld gekostet hat, passt heute für relativ wenig Geld unter einen Schreibtisch und ist sogar auch

noch mehr als doppelt so schnell. Sogar eine aktuelle Spielkonsole hat mittlerweile in etwa so viel Rechenleistung wie damals „ASCI White“. Die Playstation 4 Pro (Abbildung 7) hat 4,2 Teraflops und kostet 399 Euro.

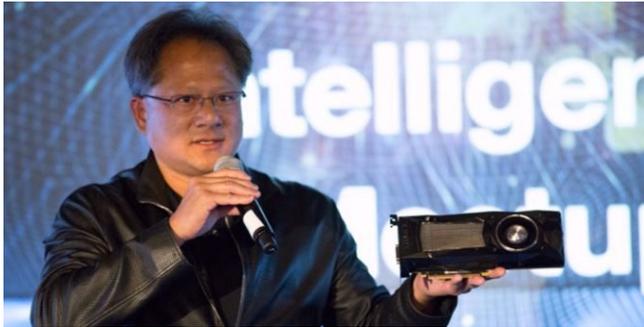


Abb. 6: Grafikkarte „Titan X“ von Nvidia (Smith, 2016).



Abb. 7: So schnell wie ein Supercomputer vor 15 Jahren: Die PS4 Pro von Sony (Smith, 2016b).

Der aktuell schnellste Supercomputer steht derzeit in China. Der „Sunway TaihuLight“ (Abbildung 8) hat eine Rechenleistung von 93 Petaflops (93 Milliarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde) und braucht mehr als 15 Megawatt an Energie.

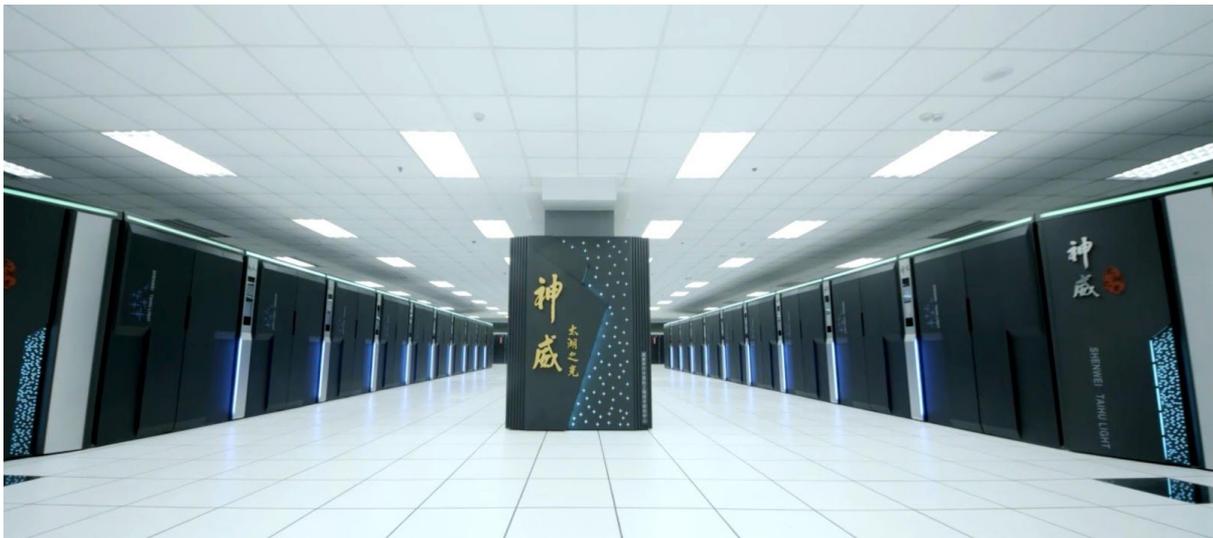


Abb. 8: Die aktuelle Nummer 1 der Supercomputer: „Sunway TaihuLight“ (TOP500.org).

Wenn man den bisherigen Trend extrapoliert, wird um etwa 2030 eine Spielkonsole eine ähnliche Rechenleistung haben wie derzeit der chinesische Supercomputer.

### 3.2.3 Selbstfahrende (Elektro-)Autos

Diese rasante Entwicklung der Computertechnologien ermöglicht heute Anwendungen, die noch vor wenigen Jahren völlig undenkbar waren. Ein gutes Beispiel dafür, wie sehr uns der technische Fortschritt überraschen kann, ist nach Brynjolfsson und McAfee (2011) ein Vergleich eines gut recherchierten Buches von 2004 mit einer Ankündigung von 2010. Das Buch heißt „The new division of labor“ von den beiden Ökonomen Frank Levy und Richard Murnane. Wie bereits der Titel des Buches andeutet, geht es darin um den Vergleich der Fähigkeiten von Computern mit menschlichen Arbeitern.

Im zweiten Kapitel des Buches („Why people still matter“) beschreiben die Autoren ein Spektrum an Informationsverarbeitungsaufgaben. Auf der einen Seite des Spektrums sind schlichte Anwendungen, die strengen Regeln folgen. Dazu gehören zum Beispiel mathematische Aufgaben, die leicht automatisierbar sind, da Computer gut darin sind, Regeln zu befolgen. Auf der anderen Seite des Spektrums sind komplexe Mustererkennungsaufgaben („pattern-recognition tasks“), wo eindeutige Regeln nur schwer ableitbar sind (Brynjolfsson & McAfee, 2011, S. 12). Levy und Murnane (2004) führen das Autofahren im Verkehr als solch eine komplexe Aufgabe an, die nicht automatisierbar wäre:

The ... truck driver is processing a constant stream of [visual, aural and tactile] information from his environment. ... To program this behavior we could begin with a video camera and other sensors to capture the sensory input. But executing a left turn against oncoming traffic involves so many factors that it is hard to imagine discovering the set of rules that can replicate a driver's behavior. ...

Articulating [human] knowledge and embedding it in software for all but highly structured situations are at present enormously difficult tasks. ... Computers cannot easily substitute for humans in [jobs like truck driving].

(Levy & Murnane, 2004, zit. n. Brynjolfsson & McAfee, 2011, S. 12)

Die Ergebnisse der ersten DARPA Grand Challenge - ein Wettbewerb für autonome Fahrzeuge - von 2004 gaben Levys und Murnanes Einschätzung recht. In dem Wettbewerb ging es darum, dass Fahrzeuge eine Strecke von rund 240 Kilometer in der Mojave-Wüste völlig autonom, also ohne Fahrer, zurücklegen sollten. Der „Gewinner“ dieses Wettbewerbs schaffte gerade mal 12 Kilometer und brauchte dafür mehrere Stunden. Ursprünglich war für den Wettbewerb ein Preisgeld von einer Million Dollar vorgesehen, aber da kein Team die gesamte Strecke schaffte, gab es auch kein Preisgeld (Brynjolfsson & McAfee, 2011).

Nur sechs Jahre später sind selbstfahrende Autos von einem extrem schwer zu realisierenden Traum zu einem Vorzeigeprojekt der Automatisierungstechnik geworden. Im Oktober 2010 hat Google verkündet, dass eine Flotte an modifizierten Toyota Prius bereits über 1600 Kilometer völlig autonom auf amerikanischen Straßen unterwegs war und über 200.000 Kilometer mit minimalem Input eines Fahrers zurückgelegt wurden. Bewerkstelligt wurde diese schwierige Aufgabe durch die Verarbeitung einer Unmenge an Daten, die von Umgebungssensoren gesammelt wurden und einer stetig steigenden Prozessorleistung (Thrun, 2010). Da allerdings noch nicht alle technischen Hürden und vor allem juristische Fragen (Haftet der Hersteller im Falle eines Unfalles?) geklärt sind, gibt es aktuell noch keine serienmäßig erhältlichen selbstfahrenden Autos auf unseren Straßen.

Dies wird sich aber laut Becker (2016) schon bald ändern, da alle großen Autohersteller an autonomen Fahrzeugen arbeiten. Dank neuer Konkurrenz durch IT-Konzerne wie Google und Apple, aber auch kleinerer Unternehmen wie Tesla, stehen die etablierten Autohersteller unter Zugzwang (Beer, 2016). Dabei sollte man bereits heute verfügbare Assistenzsysteme nicht mit völlig selbstfahrenden Autos verwechseln.

Die amerikanische Sicherheits- und Transportbehörde (NHTSA) definiert autonomes Fahren grob zusammengefasst folgendermaßen (Reese, 2016):

- Level 0: Keine Assistenzsysteme und *keine Automatisierung*. Die Fahrerin/der Fahrer haben die vollständige Kontrolle.
- Level 1: Man fährt selbst. Fahrassistenzsysteme (wie etwa der Bremsassistent, die Traktionskontrolle usw.) *können* die Fahrerin/den Fahrer unterstützen.
- Level 2: Das Auto fährt gewisse *Teilstrecken* selbst. Die Fahrerin/der Fahrer muss jederzeit übernehmen können.
- Level 3: Das Auto fährt die *meiste Zeit* autonom. Die Fahrerin/der Fahrer muss dennoch jederzeit übernehmen können.
- Level 4: Das Auto fährt *autonom*. Gewisse Extremsituationen wie nicht asphaltierte Straßen können jedoch noch zum Problem werden.
- Level 5: Das Auto fährt *vollständig* autonom. Es wird keine Fahrerin/kein Fahrer mehr benötigt bzw. die Fahrerin/der Fahrer können nebenbei schlafen.

Johann Jungwirth, Volkswagens Digitalchef, geht davon aus, dass bereits in den nächsten drei bis fünf Jahren autonome Autos (Level 5) zum Alltag gehören werden (Wilkins, 2016).

Doch welche Auswirkungen hätte eine derartige Technologie auf den Arbeitsmarkt?

In Österreich gibt es laut Wolf (2015) über 5200 Unternehmen mit über 50.000 Beschäftigten, die im Personentransport arbeiten. Im Jahr 2015 wurden mit dem Personentransport vier Milliarden Euro umgesetzt. Wolf (2015, S. 3) führt aus, dass „etwa 50 Prozent vom Umsatz vom Busgelegenheitsverkehr und der Seilbahnwirtschaft erlöst [werden], knapp 40 Prozent vom öffentlichen Personennah- und Regionalverkehr mit Bussen und Schienenfahrzeugen, der Rest vom Taxi- und Mietwagengewerbe.“

Wolf (2015) weist darauf hin, dass es in Österreich rund 4200 Taxi- und Mietwagenunternehmen mit 15.300 unselbständig Beschäftigten gibt. Er (Wolf, 2015, S. 13) bescheinigt dem Taxigewerbe „positive Aussichten“ und ist davon überzeugt, dass „langfristig die Nachfrage nach Taxidienstleistungen noch zunehmen [wird].“ Als Grund für die in Zukunft zu erwartende steigende Taxinachfrage nennt Wolf (2015, S. 13) unter anderem den „rationaleren Zugang zum Privatauto“ vieler Menschen. Die „positiven Aussichten“, die Wolf nennt, mögen vielleicht auf größere Taxiunternehmer zutreffen, jedoch nicht auf jene Beschäftigten, die tatsächlich mit den Autos fahren. Diese Berufe werden, wenn es nach den Plänen der Autohersteller geht (Beer, 2016), schon in wenigen Jahren Geschichte sein - alleine schon aus dem Grund, da die Software bzw. der Computer, der das Auto in Zukunft steuert, billiger sein wird als ein menschlicher Fahrer.

Der Fahrdienstleister Uber legt sich - mal mehr, mal weniger erfolgreich - aktuell gerade weltweit mit etablierten Taxiunternehmen an (Doll, 2016). Im September 2016 startete Uber ein Pilotprojekt mit selbstfahrenden Taxis in den USA (Sauter, 2016). Ubers erklärtes Ziel ist (Handelsblatt, 2016), die menschliche Komponente bei der Steuerung von Taxis so rasch wie möglich durch Technik zu ersetzen (Abbildung 9).



Abb. 9: Ein selbstfahrendes Taxi in Pittsburgh (Levandovski & Kalanick, 2016).

Im Oktober 2016 kündigte der kalifornische Elektroautohersteller Tesla (Abbildung 10) an, dass jedes neue Fahrzeug von nun an mit Hardware ausgestattet wird, die völlig autonomes Fahren (Level 5) erlaubt. Ende 2017 soll die benötigte Software für autonomes Fahren OTA („over the air“, also per direkter Internetverbindung zum Fahrzeug) für jene Fahrzeuge freigeschaltet werden, wo der Besitzer/die Besitzerin des Fahrzeugs ein entsprechendes Paket erworben hat. Der Preis für dieses Selbstfahrpaket beträgt 8000 Dollar. Für 8000 Dollar Aufpreis soll also jedes Tesla-Fahrzeug in etwa einem Jahr völlig autonom fahren können (Abbildung 11).



Abb. 10: Das Tesla Model 3 soll Ende 2017 mit Level 5 Autonomie auf den Markt kommen (Tesla.com).

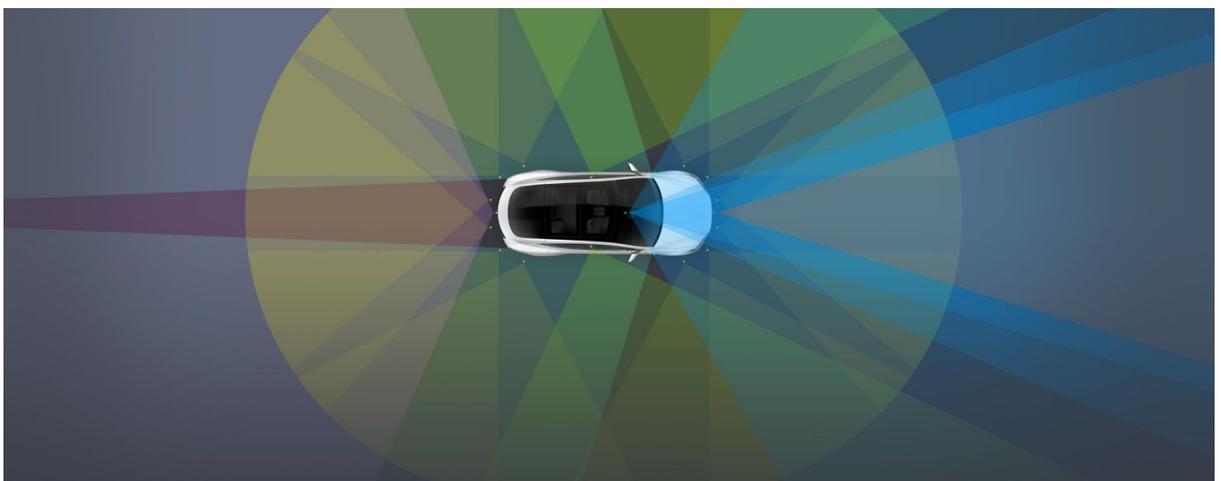


Abb. 11: Schematische Darstellung der Sensoren eines Teslas für den autonomen Betrieb (Tesla.com).

Selbstfahrende Autos werden also bereits in absehbarer Zeit zum täglichen Straßenbild gehören. Diese Entwicklung zur völligen Autonomie der Fahrzeuge wird sich äußerst positiv auf jede Unfallstatistik auswirken. In Österreich gab es laut Statistik Austria im Jahr 2015 knapp 38.000 Verkehrsunfälle mit Personenschaden. Dabei wurden mehr als 47.000 Personen verletzt und knapp 500 Personen getötet. Statistisch gesehen sterben 1,3 Personen pro Tag bei Straßenverkehrsunfällen. Dieser Wert ist in den letzten 25 Jahren zwar deutlich zurückgegangen - 1992 wurden noch über 1400 Personen im Straßenverkehr getötet - dennoch ist jeder Tote ein Toter zu viel, wenn das durch fortschrittliche Technik verhindert werden kann.

Wie der Titel dieses Kapitels bereits erwähnt, wird sich sehr wahrscheinlich ein weiterer Trend in der Automobilbranche durchsetzen, nämlich die Elektrifizierung des Automobils. Tesla ist derzeit sowohl bei der Elektromobilität als auch bei der Technologie für autonomes Fahren Marktführer. Doch andere Hersteller haben diesen Trend nun ebenfalls erkannt und versuchen nachzuziehen. VW-Markenchef Herbert Diess verkündete auf dem Pariser Automobilsalon 2016, dass „die Zukunft des Automobils elektrisch sein wird“ (Wirtschaftsblatt, 2016). Ebenso ist Daimler-Chef Dieter Zetsche (ebd.) mittlerweile von der Elektromobilität überzeugt und betont, „jetzt den Schalter [Richtung Elektromobilität] umzulegen“.

Inwiefern diese Entwicklung für den Arbeitsmarkt relevant ist, soll folgendes Beispiel erklären. Laut Seba (2016) hat ein Auto mit Verbrennungsmotor mehr als 2000 bewegliche Teile, ein Elektroauto hingegen nur in etwa 20. Ein Elektroauto ist also viel weniger komplex und somit leichter herzustellen als ein Auto mit Verbrennungsmotor. Natürlich muss die Autoindustrie für die Elektromobilität zunächst in neue Fabriken investieren (Zeit Online, 2016), was sich zunächst positiv auf die Beschäftigung auswirken wird. Jedoch wird sich die geringere Komplexität von Elektroautos auch positiv auf den Automatisierungsgrad bei der Herstellung der Fahrzeuge auswirken. Der VW-Personlacheff Karlheinz Blessing geht laut einem Bericht der F.A.Z. davon aus, dass die Elektromobilität aufgrund der geringeren Komplexität bei der Herstellung dem Konzern zehntausende Arbeitsplätze kosten wird (Germis, 2016). Zusätzlich kommt hinzu, dass selbstfahrende Autos die Sinnhaftigkeit eines privaten Autos, das die meiste Zeit nur herumsteht, infrage stellen wird. Straßmann (2009) spricht nicht zuletzt allein schon wegen des immer größer werdenden Carsharing-Angebots gar von einem „ökonomischen Unfug“, ein privates Auto zu besitzen. Die Wahrscheinlichkeit, dass in Zukunft der Bedarf an privaten Fahrzeugen in den Industrieländern eher zurückgehen wird, ist groß.

### 3.2.4 3D-Drucker

Der 3D-Druck ist eine weitere Technologie (Abbildung 12), die das Potenzial hat, den Arbeitsmarkt in Zukunft wesentlich zu beeinflussen. Analog zu Moore's Law wird die Qualität der Drucke immer besser (Abbildung 13) und vielseitiger bei gleichzeitig sinkender Preise der Geräte (Barnatt, 2013).



Abb. 12: HP Jet Fusion 3D-Drucker (HP.com).

Obwohl der 3D-Druck bereits in den 1980er Jahren erfunden wurde, ist er erst in den letzten Jahren kommerziell interessant geworden, da die Technik immer ausgereifter wurde. Anfängen von verschiedenen Kunststoffen bis hin zu Keramik und unterschiedlichen Metallen, ja sogar Beton, aber auch Lebensmittel - dem 3D-Druck sind praktisch keine Grenzen gesetzt. Es wird sogar daran gearbeitet, dass in naher Zukunft menschliche Organe aus biologischem Gewebe einfach ausgedruckt werden (Meyer, 2016).

Um die Folgen dieser Technologie auf den Arbeitsmarkt abzuschätzen, reicht ein Blick auf den bisherigen Trend. Für die Herstellung von Prototypen oder komplexer Teile, die nur in geringer Stückzahl produziert werden, sind bereits heute schon 3D-Drucker die erste Wahl. Interessant wird es allerdings, wenn die Geschwindigkeit der Geräte weiterhin steigt, sodass sie auch für die industrielle Massenproduktion infrage kommen. Unabhängig davon, ob 3D-Drucker jemals die Geschwindigkeit und Qualität heutiger in Masse produzierter Waren erreichen werden, steigt der Grad der Automatisierung von Produktionstechniken stetig an. Foxconn, der taiwanesischen iPhone-Produzent, hat erst vor Kurzem in einer chinesischen

Fabrik in Kunshan 60.000 Arbeiter von insgesamt 110.000 Arbeitern entlassen und durch Roboter ersetzt (Rötzer, 2016). Bessere und schnellere 3D-Drucker würden diesen Trend lediglich beschleunigen.



Abb. 13: 3D-Druck eines Dinosaurierschädels (Martin, 2014).

Ob wir eines Tages dazu in der Lage sein werden, fertige Handys oder sonstige komplexe elektronische Geräte individuell zu Hause auszudrucken, bleibt Spekulation bzw. Zukunftsmusik. Tatsache ist allerdings, dass diese Technologie vermehrt in die Produktionsprozesse Einzug halten und in naher Zukunft auch im privaten Alltag eine größere Rolle spielen wird (Barnatt, 2013).

### 3.3 Künstliche Intelligenz

„I propose to consider the question, ‚Can machines think?‘.“ Diese Frage stellte Alan Turing bereits 1950 in seinem für KI-Forscher mittlerweile legendären Aufsatz „Computing Machinery and Intelligence“.

Die künstliche Intelligenz ist sowas wie der Heilige Gral der Computerwissenschaft. Praktisch alle großen IT-Unternehmen und unzählige Start-ups arbeiten daran. In den letzten fünf Jahren ist ein wahrer Wettlauf um die KI entstanden. Die IT-Großkonzerne sind in einem regelrechten Kaufrausch nach KI-Start-ups (Abbildung 14).

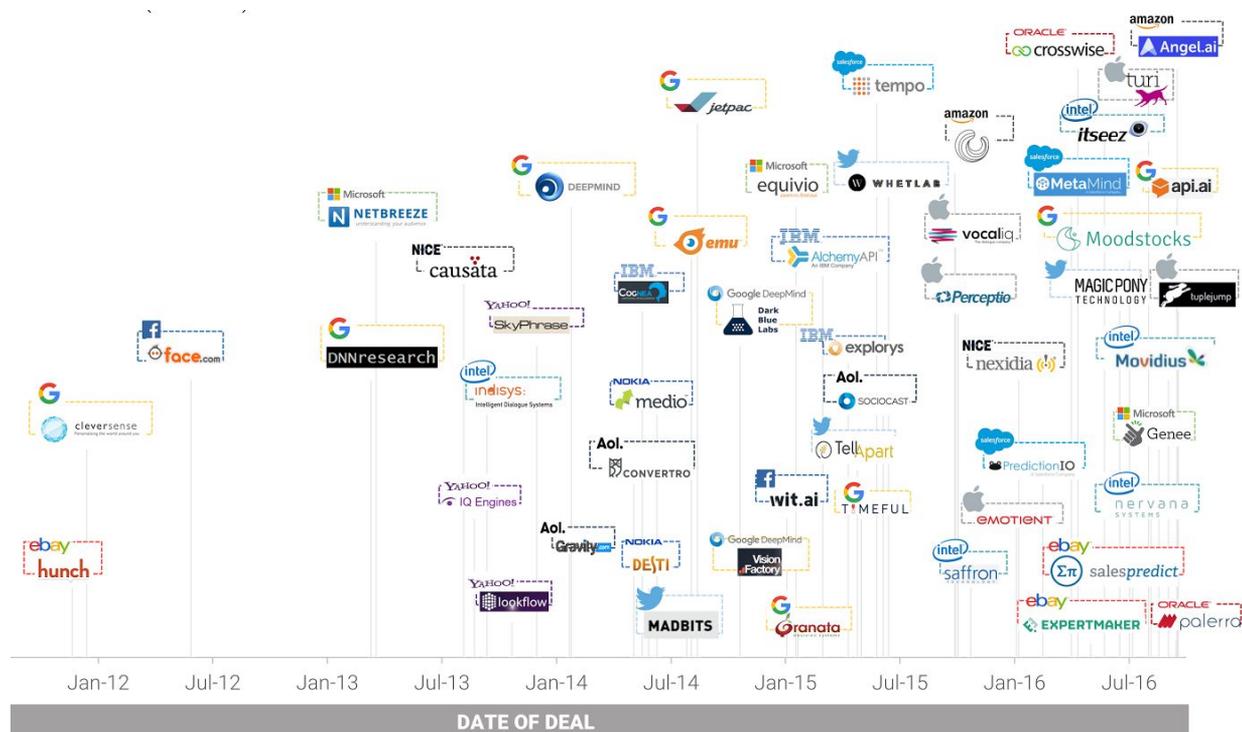


Abb. 14: Der Wettlauf um KI-Start-ups (cbinsights.com).

Warum ist dieses Forschungsfeld der KI so wichtig für Unternehmen?

Diese Frage lässt sich am besten mit DeepMinds Motto „Solve intelligence. Use it to solve everything else.“ beantworten. Demis Hassabis (2016), der Mitgründer und CEO von DeepMind, betrachtet starke KI bzw. AGI als „Meta-Lösung“ (Abbildung 15) für alle anderen großen Herausforderungen - vom Gesundheitswesen bis zum Klimawandel - der Menschheit.



Abb. 15: Künstliche Intelligenz als Meta-Lösung für alle anderen Probleme (Vortrag von Demis Hassabis vor der Royal Society of Arts, 2016).

Jenes Unternehmen, das als Erstes tatsächlich eine starke KI entwickelt, würde den Markt absolut dominieren. Eine starke KI wäre also für ein Unternehmen in allen Bereichen der Wirtschaft ein derartiger Wettbewerbsvorteil, dass es für seine Mitbewerber völlig uneinholbar wäre. Die potenziellen Unternehmensoptimierungen und Produktverbesserungen durch diese KI wären äußerst lukrativ. Darum ist dieses Forschungsgebiet auch so hart umkämpft.

Es gibt aber auch einige Mahner, die diese Entwicklung kritisch sehen. Elon Musk, Bill Gates aber auch Stephen Hawking warnen vor einer ungezügelter KI-Forschung, die dann eventuell im militärischen Bereich Anwendung findet oder sich gar verselbstständigt, indem sich die KI eigenständig umprogrammiert (Sainato, 2015). KI ist allerdings nicht gleich KI. Die unterschiedlichen Formen von KI sollen in den nächsten Unterkapiteln erklärt werden.

## ANI

Als 1997 das erste Mal der damalige Schachweltmeister Garri Kasparov von einem Supercomputer von IBM geschlagen wurde, ging dieser Sieg von Maschine über Mensch in die Geschichte ein (Brynjolfsson & McAfee, 2014). So beeindruckend dieser Sieg auch war, bei genauerer Betrachtung reichte lediglich die rohe Rechenleistung („brute force“) von „Deep Blue“ (so der Name des IBM Supercomputers) aus, um Kasparov zu besiegen. Jedes aktuelle Smartphone könnte aufgrund der exponentiell gestiegenen Rechenleistung dieses

Kunststück wiederholen. Deep Blue konnte außerdem nur auf seinem begrenzten Einsatzgebiet (in diesem Fall das Schachspiel) brillieren. Das System konnte also nicht ein anderes Spiel, auch wenn dieses primitiver und weniger komplex als Schach war, spielen. Deep Blue, die Google-Suche oder die Amazon-Empfehlungen basierend auf den persönlichen Interessen bzw. dem individuellen Einkaufsverhalten sind Beispiele für begrenzte Systeme, die nur eine Sache gut können. Man spricht in so einem Fall von sogenannter schwacher KI oder auf englisch „Artificial Narrow Intelligence“ (ANI) (Urban, 2015).

## **AGI**

Das Ziel aller auf diesem Gebiet forschenden Institutionen und Unternehmen ist, Computersysteme mit einer allgemeinen bzw. menschenähnlichen Intelligenz zu entwickeln. Solche Systeme wären nicht nur auf ein spezielles Anwendungsgebiet begrenzt, sondern könnten logisch argumentieren, planen, Probleme lösen, abstrakt denken, komplexe Zusammenhänge verstehen und aus Erfahrung lernen (Urban, 2015). Solche und ähnliche Fähigkeiten werden als starke KI bezeichnet. Auf englisch hat sich der Begriff „Artificial General Intelligence“ (AGI) durchgesetzt.

## **ASI**

ASI steht für „Artificial Superintelligence“ (Urban, 2015). Einer der führenden Denker auf dem Gebiet der KI-Forschung ist der Oxford Professor Nick Bostrom. Bostrom (2014, S. 63) definiert Superintelligenz allgemein als „intellects that greatly outperform the best current human minds across many very general cognitive domains.“

Das Spektrum der Superintelligenz ist nach oben offen und hat daher eine größtmögliche Bandbreite. Es könnte also sein, dass eine künstliche Superintelligenz nur unwesentlich klüger ist als wir Menschen oder aber mehrere Milliarden Mal klüger. Solche Vorstellungen verleiten einen schnell zu Hollywood-ähnlichen Untergangsszenarien der Menschheit durch Maschinen. Zumindest Elon Musk und Nick Bostrom halten jedoch solche Gedanken (allerdings nicht im Sinne von Hollywood) nicht für abwegig. Eine existentielle Gefahr der Menschheit durch eine sich selbstverbessernde Superintelligenz wird allerdings sehr kontrovers diskutiert und eine ausführliche Behandlung würde hier auch zu weit führen.

## IBM Watson & Google DeepMind

Die künstliche Intelligenz ist wohl jene Technologie, die das größte Potenzial hat, um den Arbeitsmarkt nachhaltig zu verändern. Was die Dampfmaschine für die Muskelkraft während der industriellen Revolution bedeutete, so wird die KI analog dazu zumindest eine Erweiterung unserer kognitiven Fähigkeiten sein. Hier werden kurz zwei aktuelle Beispiele vorgestellt, die derzeit sicher die beeindruckendsten Demonstrationen auf dem Gebiet der KI darstellen.

2011 konnte erstmals ein Supercomputer („IBM Watson“) die zwei besten menschlichen Spieler im Spiel „Jeopardy!“ besiegen. „Jeopardy!“ ist vor allem im englischen Sprachraum ein sehr populäres Quizspiel, das wegen seiner verschiedensten Wissenskategorien als besonders umfangreich und komplex gilt (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Eine besondere Herausforderung für Watson war es, die menschliche Sprache und insbesondere den Sprachwitz bzw. Anspielungen zu verstehen. Watson meisterte diese Aufgabe so gut, dass die beiden erfolgreichsten menschlichen Spieler, die dieses Spiel jemals gespielt haben, Ken Jennings und Brad Rutter, völlig chancenlos waren. Jennings schrieb bei der Beantwortung der letzten Frage, die schriftlich beantwortet werden musste, scherzhaft unter die korrekte Antwort „I for one welcome our new computer overlords“ (Abbildung 16).



Abb. 16: Guter Verlierer: Ken Jennings beim Duell Mensch gegen Maschine in „Jeopardy!“ (Jennings, 2011).

Watson wurde seit seiner Vorstellung im Jahr 2011 konstant weiterentwickelt. 2011 war der Supercomputer in etwa noch so groß wie ein Schlafzimmer. Drei Jahre später, also 2014, wurde eine neuere Version von Watson vorgestellt, die in etwa nur mehr so groß wie drei Pizzaschachteln und gleichzeitig 24 mal schneller als die ursprüngliche Version war (Estes, 2014). Aktuell ist Watson dank Cloud Computing nur mehr eine App auf einem Smartphone oder einem Tablet. Derzeit wird Watson in verschiedenen amerikanischen Spitälern testweise zur Unterstützung der Ärztinnen und Ärzte eingesetzt ([ibm.com/watson](http://ibm.com/watson)).

Da die schiere Menge an täglich neuen wissenschaftlichen Publikationen für Einzelpersonen kaum überschaubar ist, kann Watson als zusätzliche Unterstützung für Fachpersonal beratend zur Seite stehen. Ein Arzt müsste laut IBM ([ibm.com/watson/health](http://ibm.com/watson/health)) täglich 29 Stunden lesen, nur um auf dem aktuellsten Stand der Wissenschaft zu bleiben. Watson kann innerhalb von drei Sekunden 200 Millionen Seiten lesen und hat Zugriff auf die weltweit führenden und neuesten wissenschaftlichen Publikationen. Watson kann daher zu einer kompetenteren und fundierteren Diagnose des ärztlichen Personals beitragen. Das Gesundheitswesen ist erst der Anfang vieler weiterer Einsatzmöglichkeiten für Watson ([ibm.com/watson](http://ibm.com/watson)).

Ähnliche Ambitionen wie IBM mit Watson verfolgt auch Google mit DeepMind. DeepMind ist ein britisches Unternehmen, das 2010 gegründet und 2014 von Google gekauft wurde. 2016 war das Unternehmen in den Medien, da es ein Spiel gemeistert hat, das vorher für Computer als „unlösbar“ gegolten hat (Hassabis, 2016). Und zwar handelt es sich dabei um das vor allem in Asien populäre Spiel „Go“. In westlichen Ländern ist dieses Spiel hingegen kaum bekannt. „Go“ wurde in China vor 3000 Jahren erfunden und wird dort aufgrund der langen Tradition eher mit Poesie oder Musik verglichen als einem Spiel gleichgesetzt. Weltweit gibt es in etwa 40 Millionen Go-Spieler, die meisten davon kommen aus China, Japan und Korea. So simpel die Regeln dieses Brettspiels auch sind, so komplex ist dessen Spielverlauf. Die Komplexität des Spiels lässt sich anhand einer Zahl gut darstellen. Es gibt mehr mögliche Spielzüge ( $10^{170}$ ) auf dem 19 Felder mal 19 Felder großen Spielfeld als es Atome im Universum ( $10^{80}$ ) gibt (Hassabis, 2016). Dadurch ist das Spiel auch durch eine Unmenge an Rechenkapazität, also mit der klassischen Brute-Force-Methode, nicht zu knacken.

Trotz dieser Herausforderung hat Google es geschafft, seine Software „AlphaGo“ durch neuronale Netze so zu optimieren - unterschiedliche Versionen der Software haben millionenfach gegeneinander gespielt und wurden dadurch immer besser - dass letztendlich

der erfolgreichste Go-Spieler der Welt, der Südkoreaner Lee Sedol, keine Chance gegen Googles „AlphaGo“ hatte (Abbildung 17).



Abb. 17: Lee Sedol gegen AlphaGo (Zastrow, 2016).

Google setzt die Algorithmen und neuronalen Netze, die DeepMind entwickelt hat, aber auch für reale Probleme ein. So konnten zum Beispiel die Kühlungskosten von Googles Datenzentren dank der verbesserten Algorithmen um 40 Prozent reduziert werden, was wiederum in einer Reduktion der Stromkosten um insgesamt 15 Prozent resultierte (Evans & Gao, 2016). Aktuelle Fortschritte im maschinellen Lernen („machine learning“) führten auch dazu, dass mittlerweile vom Computer übersetzte Texte fast ebenbürtig sind mit von Menschen übersetzten Texten (Simonite, 2016). Dolmetscher werden also in wenigen Jahren auch zu den gefährdeten Berufsgruppen gehören, die von Maschinen ersetzt werden (Abbildung 18).

Table 10: Mean of side-by-side scores on production data

	PBMT	GNMT	Human	Relative Improvement
English → Spanish	4.885	5.428	5.550	87%
English → French	4.932	5.295	5.496	64%
English → Chinese	4.035	4.594	4.987	58%
Spanish → English	4.872	5.187	5.372	63%
French → English	5.046	5.343	5.404	83%
Chinese → English	3.694	4.263	4.636	60%

Abb. 18: Googles Verbesserung maschineller Übersetzungen durch neuronale Netze (Dean et al., 2016).

Der Siegeszug der künstlichen Intelligenz in immer mehr Bereichen des täglichen Lebens ist beeindruckend und zugleich bedenklich. Beeindruckend deswegen, welche technischen Leistungen mittlerweile realisierbar sind, die vormals noch als „unmöglich“ galten und gleichzeitig bedenklich mit welcher Geschwindigkeit das vonstattengeht, ohne dass darüber ein breiter gesellschaftlicher geschweige denn politischer Diskurs stattfindet.

### 3.4 Zusammenfassung

Aufgrund eines seit mehreren Jahrzehnten anhaltenden Trends der sich exponentiell verbessernden digitalen Technologien, erleben wir derzeit eine Phase des technischen Fortschritts, die bisher beispiellos ist. Sollte dieser Trend auch in Zukunft weiterhin anhalten, wofür einige Indizien sprechen, wird der Arbeitsmarkt von dieser raschen Entwicklung nicht unberührt bleiben. Leider handeln Politiker selten langfristig (vorausschauend auf die nächsten 15 bis 20 Jahre), sondern haben im Idealfall meist nur die aktuelle Legislaturperiode (je nach Land 4 bis 5 Jahre) im Blick. Der Begriff „Industrie 4.0“ ist zwar bereits in aller Munde, wünschenswert wäre dennoch, wenn aus dem Diskurs über diese potenziellen Umwälzungen am Arbeitsmarkt auch tatsächlich umsetzbare Vorschläge für die Wirtschaft und vor allem die betroffenen Arbeitnehmer hervorgingen.

Im Vergleich zur industriellen Revolution finden heutige technische Innovationen relativ rasch weite Verbreitung. Was zu Zeiten der industriellen Revolution zumindest mehrere Jahrzehnte dauerte, geschieht heute in ein paar Jahren (siehe z.B. die Verbreitung von Smartphones). Selbst etablierte Großunternehmen, ja sogar einstige Marktführer wie Nokia, Blackberry oder Kodak, können innerhalb nur weniger Jahre vom Markt verschwinden, wenn sie mit dem Innovationstempo anderer meist kleinerer Marktteilnehmer nicht Schritt halten.

Die in diesem Kapitel angesprochene Entwicklung der künstlichen Intelligenz befindet sich derzeit noch in den Kinderschuhen. Digitale Assistenten wie IBM Watson, Google Assistent, Amazon Alexa, Microsoft Cortana oder Apple Siri werden immer besser und unser tägliches Leben weitgehend beeinflussen und verändern. Routinearbeiten wie z.B. Callcenter-Jobs werden schon in naher Zukunft sehr wahrscheinlich durch solche digitale Assistenten ersetzt werden.

Zu einer gänzlich anderen Einschätzung kommt Gref (2010). Die von außen beobachtbare Beschleunigung (siehe Moore's Law) digitaler Technologien könne laut Gref (2010) nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, dass all diesen Technologien mehrere Jahrzehnte an Grundlagenforschung und Produktentwicklung vorausgingen. Auch wenn wir jetzt eine Phase des scheinbaren technologischen Aufschwungs erleben, ist Gref (2010) davon

überzeugt, dass der grundlegende Trend dem genauen Gegenteil entspricht. Gref (2010) spricht davon, dass die digitalen Informationstechnologien lediglich auf bereits bestehenden Technologien wie z.B. dem Transistor basieren. Es seien keine fundamental neuen Technologien, sondern „alte Technologien“ (im Falle des Transistors wurde diese Erfindung vor rund 70 Jahren gemacht) werden lediglich schrittweise verbessert. Dieser Mangel an gänzlich neuen Entwicklungen, die die Ausgangspunkte für neue Industriezweige sind, ist für Gref (2010) ein Indiz, dass die Stellung der USA als Technologieführer gefährdet ist. Gref (2010) kritisiert, dass ergebnisoffene Grundlagenforschung in den USA immer unbedeutender wird, da sie zu riskant und nicht unmittelbar lukrativ ist, und dass viele große amerikanische Unternehmen mit Blick auf die Wall Street von Quartal zu Quartal geführt werden. Frühere Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte wie Xerox PARC und die Hughes Research Laboratories sind mittlerweile laut Gref (2010) an kurzfristige Verträge mit Raytheon, Boeing und General Motors gebunden, die sofortige Ergebnisse produzieren sollen. Dasselbe gilt auch für IBMs Watson Laboratories und AT&Ts Bell Laboratories. Gref (2010) ist davon überzeugt, dass die nächste „Laser-Innovation“ nicht von einem dieser Labore kommen wird.

L.A. Barroso (2016) hingegen widerspricht Gref (2010) und sagt, dass viele kleine, inkrementelle Verbesserungen (er nennt sie „roofshots“) bereits bestehender Technologien, rückblickend betrachtet wie ein „moonshot“ aussehen. Als sogenannte „moonshots“ werden neue Technologien bezeichnet, die zehnfach („10X“) besser sind als bestehende Technologien und das Leben von mindestens einer Milliarde Menschen verändern sollen. Dieser von Google geprägte Begriff gilt daher in der Technikbranche als Synonym für besonders ehrgeizige technische Ziele (wie z.B. das selbstfahrende Auto). L.A. Barroso (2016), der seit 15 Jahren bei Google als Softwareentwickler arbeitet, betont, dass die Anfänge der Google-Websuche überhaupt nicht mehr vergleichbar sind mit dem heutigen Produkt. Tausende kleine Verbesserungen haben die Websuche schneller und besser gemacht - jede dieser Verbesserung war nach L.A. Barroso (2016) ein „roofshot“, ein Wegbereiter für den „moonshot“.

Ob die bisherige Lehre aus der Geschichte des andauernden Beschäftigungszuwachses bei der Einführung neuer Technologien auch für zukünftige Technologien noch ihre Gültigkeit hat, soll im folgenden Kapitel behandelt werden.

## 4 Quo vadis Arbeitsmarkt?

Dieses Kapitel geht auf aktuelle ökonomische Trends am Arbeitsmarkt ein und beschreibt diesbezüglich verschiedene Studien, die sich mit dem Thema „Zukunft der Arbeit“ genauer befassen.

### 4.1 Ist es diesmal anders?

Diese Frage wird in der Literatur, wie bereits im ersten Kapitel erwähnt, kontrovers diskutiert. Historische Beispiele für technologische Umbrüche gibt es wie im zweiten Kapitel dargestellt reichlich. Diese Umbrüche gingen immer auch mit gesellschaftlichen Veränderungen einher. Was sich jedoch wie ein roter Faden durch die Geschichte zieht, ist eine beobachtbare Beschleunigung der technischen Entwicklung. Die industrielle Revolution war der Auslöser dieser Beschleunigung. Zu Zeiten der industriellen Revolution dauerten die gesellschaftlichen Veränderungen allerdings noch mehrere Jahrzehnte bis gewisse Technologien sich durchsetzten. Heutzutage hat die technische Beschleunigung jedoch eine neue Qualität erreicht, wo innerhalb weniger Jahre die (westliche) Gesellschaft durch neue Technologien (z.B. Smartphone) massiv beeinflusst und verändert wird. Wer vor zehn Jahren öffentliche Verkehrsmittel in Anspruch genommen hat und das Verhalten der Fahrgäste von damals mit heute vergleicht, wird bestätigen können, dass heute fast jeder ein Smartphone besitzt - laut Statistik Austria (2015) besitzen fast drei Viertel der Österreicherinnen und Österreicher ein Smartphone - und dieses auch intensiv in öffentlichen Räumen und Verkehrsmitteln genutzt wird. Von den 16- bis 24-Jährigen gehen sogar über 95 Prozent unterwegs mit dem Smartphone ins Internet (Statistik Austria, 2015). Vor zehn Jahren wäre ein derartiges Verhalten undenkbar gewesen, da die Technologie dafür noch nicht reif war. Wie sich diese neuen digitalen Technologien auf unsere Arbeitswelt bzw. die Arbeitsplatzschaffung auswirken, soll in diesem Kapitel diskutiert werden.

Ford (2015) schreibt, dass es bereits in der Nachkriegszeit zu Beginn des Computerzeitalters mehrere Personen gab, die vor einer Zeit warnten, in der Maschinen und Computer immer mehr Arbeitsplätze vernichten würden. Norbert Wiener, ein begnadeter amerikanischer Mathematiker, verfasste 1949 einen Artikel über die Zukunft der Computer und Automatisierung. Darin hat er ausdrücklich davor gewarnt, dass diese Entwicklung eine industrielle Revolution der „totalen Grausamkeit“ („unmitigated cruelty“) auslösen wird,

angetrieben von Maschinen, die den ökonomischen Wert gewöhnlicher Fabrikarbeiter gegen Null schrumpfen lässt (Ford, 2015, S. 31).

Auch Martin Luther King hielt 1968 fünf Tage vor seiner Ermordung eine Rede, in der er sich auf einen Bericht („The Triple Revolution“) einer Expertenkommission bezog, die die zunehmende Automatisierung als Revolution beschrieb. Dieser hochkarätigen Expertenkommission gehörten unter anderen der Chemie-Nobelpreisträger Linus Pauling oder Gunnar Myrdal, dem später zusammen mit Friedrich Hayek der Wirtschaftsnobelpreis verliehen wurde, an. Der Bericht prognostizierte eine Wirtschaft des Überflusses („economy of abundance“), die die amerikanische Gesellschaft massiv verändern würde. Die Maschinen würden laut Expertenkommission zwar auf der einen Seite einen Überfluss generieren, aber auf der anderen Seite wäre die Nachfrage nach menschlicher Arbeitskraft so gering, dass das zu Massenarbeitslosigkeit, steigender Ungleichverteilung und letztendlich zum Zusammenbruch des freien Marktes führen würde. Daher schlugen die Experten damals eine radikale Lösung vor: Die Einführung eines bedingungslosen Einkommens, um die Konsumnachfrage aufrechtzuerhalten (Ford, 2015, S. 30).

Diese frühen „Boten des Wandels“ lagen offensichtlich falsch in ihrer zeitlichen Einschätzung, aber lagen sie deswegen generell falsch? Ford (2015) betont, dass es zu Zeiten Wieners und Kings überhaupt noch keine handfesten Beweise für eine unmittelbar bevorstehende Dominanz der Maschinen und Computer im Arbeitsalltag gab. Die amerikanische Arbeitslosenquote zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Expertenberichts (1964) lag bei 5 Prozent. 1969, ein Jahr nach Kings Rede, betrug sie nur noch 3,5 Prozent. Die Computertechnologie steckte ebenfalls noch in den Kinderschuhen. Damalige Rechner waren riesige Ungetüme, die nach heutigem Standard triviale Berechnungen ausführten und zudem nicht sehr zuverlässig waren. Jedes aktuelle Smartphone hat heute eine höhere Rechenleistung als damals noch raumfüllende Computer. Auf diesen exponentiellen Trend digitaler Technologien wird im anschließenden Unterkapitel noch näher eingegangen.

Im Gegensatz zu früher, habe sich die Faktenlage laut Ford (2015) aber drastisch geändert. So innovativ die digitalen Technologien auch sein mögen, sie werden in Summe keine neuen Arbeitsplätze schaffen - im Gegenteil, sie werden nach Fords Ansicht mehr Arbeitsplätze vernichten als schaffen. Ford (2015) bezieht sich in seiner Analyse zwar ausschließlich auf den amerikanischen Arbeitsmarkt, dennoch kann eine ähnliche Entwicklung auch in anderen westlichen Industrienationen beobachtet werden. Er spricht von sieben tödlichen Trends („seven deadly trends“), die auf einen eindeutigen Wandel im Arbeitsmarkt hinweisen (Ford, 2015, S. 34):

## Stagnierende Einkommen

1973 markiert jenes Jahr, wo die durchschnittlichen amerikanischen Arbeiterinnen und Arbeiter, gemessen in inflationsbereinigten Dollars von 2013, den Höhepunkt seines Gehalts erreicht hat. Danach ging es kontinuierlich bergab. Ein Arbeiter von 1973 verdiente rund 767\$ pro Woche. 40 Jahre später ist dieser Wert eines vergleichbaren Arbeiters auf 664\$ gesunken - ein Rückgang von 13 Prozent. Nach Mishel (2012, zit. n. Ford, 2015, S. 35) kann man seit 1973 auch eine Entkopplung des Stundenlohns von der Produktivität feststellen (Abbildung 19).

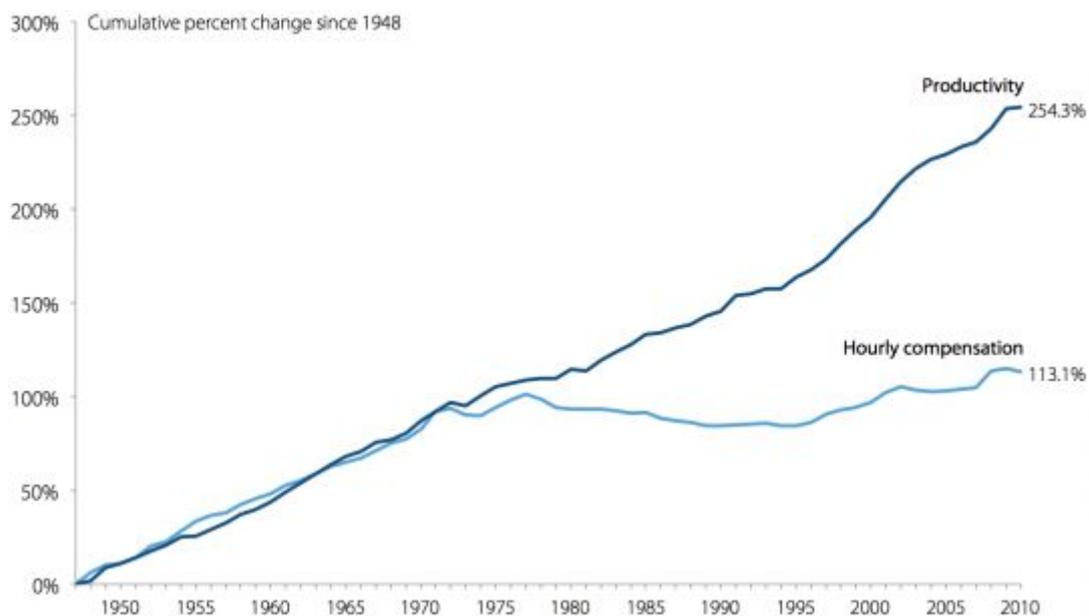


Abb. 19: Entwicklung des amerikanischen Stundenlohns und der Produktivität von 1948 - 2011 (Mishel, 2012, zit. n. Ford, 2015, S. 35).

Bis Anfang der 70er Jahre verlief die Entwicklung des durchschnittlichen Stundenlohns eines amerikanischen Arbeiters sprichwörtlich im Gleichschritt mit dem Zuwachs der Produktivität. Doch ab Mitte der 70er Jahre öffnete sich der Spalt zwischen Stundenlohn und Produktivität. Die Früchte dieser enormen Produktivitätssteigerung wanderten also hauptsächlich zu Unternehmern und Investoren, der einfache Arbeiter profitierte laut Ford (2015) davon nicht.

Laut einer Verdienststrukturerhebung der Statistik Austria (2014) sieht die Lage bei der Entwicklung der Bruttostundenverdienste in Österreich nicht viel anders aus. Die Bruttostundenverdienste im Produktions- und Dienstleistungsbereich zwischen 2002 und 2010 stiegen zwar nominell um 21,4 Prozent oder 2,4 Prozent pro Jahr, inflationsbereinigt

erhöhte sich das Lohnniveau jedoch kaum. Im Zeitraum von 1996 bis 2015 wuchs hingegen die Arbeitsproduktivität je geleisteter Arbeitsstunde laut Produktivitätsindex der Statistik Austria (2016) um mehr als 56 Prozent (wobei 2005 als Basisjahr für die Berechnung verwendet wurde). Die Schere zwischen Stundenlohn und Produktivität ergibt in Österreich also ein ähnliches Bild wie in den USA.

### Schlechte Zeiten für Arbeiter, glänzende Zeiten für Konzerne

Das Arbeitnehmerentgelt im Verhältnis zum Volkseinkommen (Lohnquote) verlief laut Ford (2015) bis Mitte der 70er ziemlich konstant. Diese konstante Lohnquote nannte man „Bowley’s Law“, nach dem britischen Ökonom und Statistiker Arthur Bowley, der Anfang des 20. Jahrhunderts unterschiedliche Jahrzehnte in Großbritannien bezüglich dieser Relation untersuchte. Ab Mitte der 70er Jahre begann jedoch „Bowley’s Law“ immer mehr an Gültigkeit zu verlieren. Der Anteil des Arbeitnehmerentgelts am Volkseinkommen schrumpfte zunehmend ab diesem Zeitpunkt. Unternehmens- und Kapitalbesitzer profitierten hingegen immer stärker und ab der Jahrtausendwende verschärfte sich diese Entwicklung nochmals. Ein Sozialbericht (2015, S. 3) des österreichischen Sozialministeriums weist darauf hin (Abbildung 20), dass in Österreich „seit Anfang der 1990er Jahre bis 2008 die Unternehmens- und Vermögenserträge deutlich stärker angestiegen sind als die Einkommen aus unselbstständiger Arbeit.“

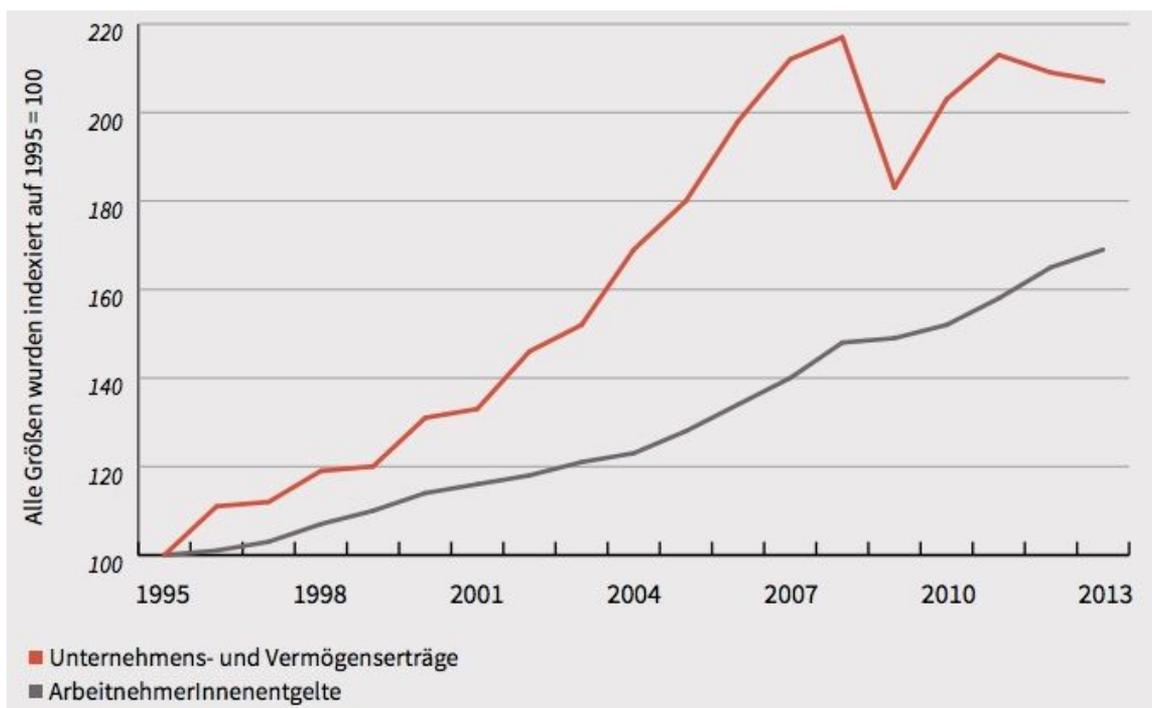


Abb. 20: Entwicklung der österreichischen Unternehmens- und Vermögenserträge im Vergleich zum ArbeitnehmerInnenentgelt von 1995 - 2013 (Statistik Austria, WIFO, zit. n. Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2015, S. 4).

Durch die Finanzkrise 2009 kam es zwar „zu einem Einbruch bei den Unternehmens- und Vermögenseinkommen und auch die Jahre 2012 und 2013 zeigen im Vergleich zu den Arbeitseinkommen eine schwächere Entwicklung der Gewinneinkommen. Bei einer längerfristigen Betrachtung ist aber der überproportionale Anstieg der Unternehmens- und Vermögenserträge offensichtlich.“ (Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2015, S. 4)

### Sinkende Beschäftigungsquote

Ein weiterer Trend am Arbeitsmarkt ist die sinkende Beschäftigungsquote. Die Beschäftigungsquote stieg in den USA zwar zwischen 1970 und 1990 stark an (Abbildung 21), das lässt sich aber laut Ford (2015) hauptsächlich durch den Eintritt der Frauen am Arbeitsmarkt erklären.

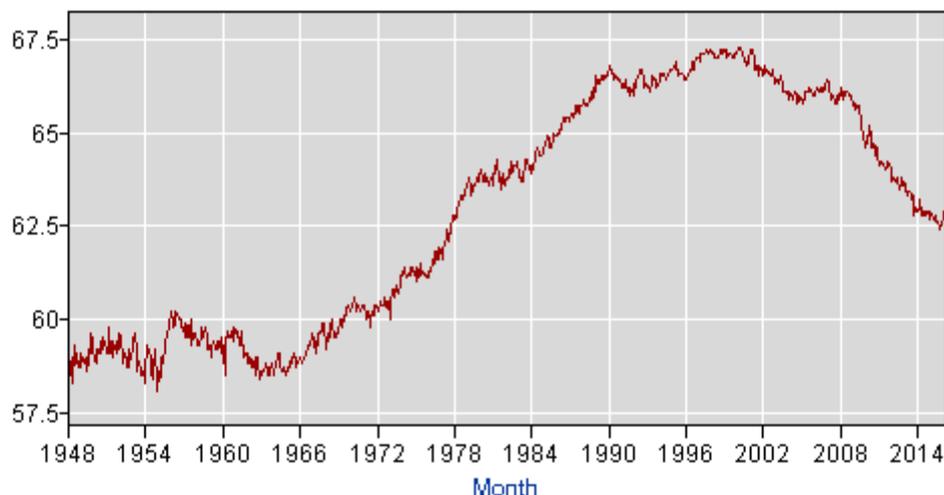


Abb. 21: US Beschäftigungsquote von 1948 - 2015 (US Bureau of Labor Statistics, zit. n. Ford, 2015, S. 41).

Die höchste Beschäftigungsquote gab es in den USA mit etwa 67 Prozent im Jahr 2000. Seitdem ist sie stetig gefallen und aktuell liegt sie bei etwa 63 Prozent. Gleichzeitig zur sinkenden Beschäftigungsquote explodierten förmlich die Anträge für Sozialhilfe bei Behinderungen („Social Security disability program“) zwischen dem Jahr 2000 und 2011. In diesem Zeitraum steigerten sich die Anträge von 1,2 Millionen pro Jahr auf knapp 3 Millionen. Dieses Programm sollte ursprünglich verletzte Arbeiter nach Arbeitsunfällen unterstützen. Ford (2015) vermutet jedoch, dass die Menschen dieses System als letztes soziales Auffangnetz missbrauchen, da es statistisch gesehen keinen Nachweis für einen derartigen Anstieg von Arbeitsunfällen gibt.

Die Beschäftigungsquote ist hingegen in Österreich von 2004 bis 2014 laut Eurostat (2015) von rund 66 auf 71 Prozent gestiegen. In Deutschland ist im selben Zeitraum ein ähnlicher Trend beobachtbar. Dort ist die Beschäftigungsquote von 65 auf knapp 74 Prozent deutlich gestiegen. Dabei muss jedoch erwähnt werden, dass gerade in jenen Ländern, in denen die Beschäftigungsquote in den letzten Jahren gestiegen ist, auch der Anteil der Teilzeitbeschäftigung stark gestiegen ist. Österreich und Deutschland haben nach den Niederlanden mit etwa einem Viertel der Erwerbstätigen den höchsten Anteil an Teilzeitbeschäftigten im Euroraum. Im Euroraum hingegen stagniert die Beschäftigungsquote seit 10 Jahren bei rund 64 Prozent.

### **Abnehmende Arbeitsplatzschaffung und steigende Langzeitarbeitslosigkeit**

In den letzten 50 Jahren tat sich laut Ford (2015) die amerikanische Wirtschaft von Jahrzehnt zu Jahrzehnt immer schwerer, neue Arbeitsplätze zu schaffen. Abbildung 22 veranschaulicht diesen Trend. Lediglich die 90er Jahre konnten mit der Schaffung von neuen Arbeitsplätzen des vorhergehenden Jahrzehnts mithalten.

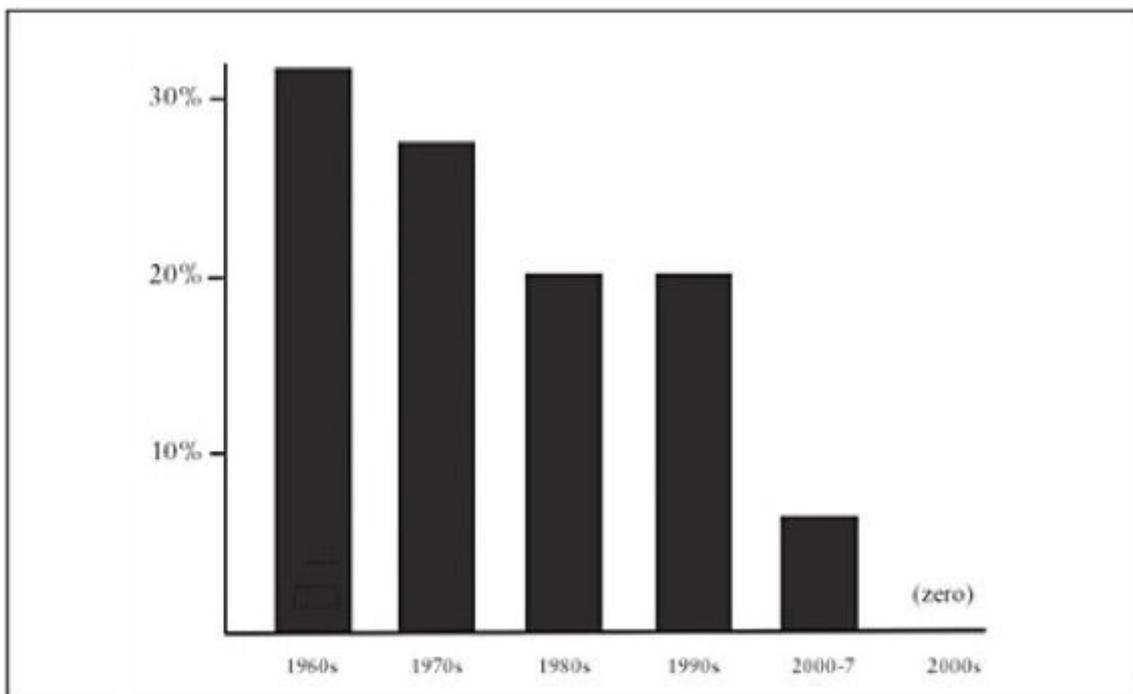


Abb. 22: US Arbeitsplatzschaffung pro Jahrzehnt (US Bureau of Labor Statistics, zit. n. Ford, 2015, S. 43).

Die Rezession, die Ende 2007 begann, hatte verheerende Folgen für die Schaffung neuer Arbeitsplätze. Aber auch ohne Rezession gab es von 2000 bis 2007 ein Wachstum von lediglich 5,8 Prozent bei neuen Arbeitsplätzen. Rechnet man die Rezession mit ein, gab es für das vergangene Jahrzehnt praktisch keine neuen Arbeitsplätze im Vergleich mit den 90er Jahren. Laut Ford (2015) bräuchte man pro Monat mindestens 75.000 neue Arbeitsplätze, nur um mit dem Bevölkerungswachstum mitzuhalten.

In Österreich ist die Zahl der unselbständig Beschäftigten zwar in den letzten 70 Jahren von etwa 1,7 Millionen auf derzeit über 3,5 Millionen stetig gestiegen, aber gleichzeitig stieg auch die Zahl der Arbeitslosen auf aktuell über 350.000. Die Arbeitslosenquote (nach nationaler Definition) hat im Jahr 2015 mit 9,1 Prozent den höchsten Wert der Nachkriegszeit erreicht (Statistik Austria, 2016).

Eine weitere beunruhigende Entwicklung ist die steigende Langzeitarbeitslosigkeit. 2010 waren laut Ford (2015) fast die Hälfte der amerikanischen Arbeitslosen länger als 6 Monate arbeitslos. Dazu kommt, dass die wirtschaftliche Erholung nach Rezessionen immer länger dauert. Abbildung 23 zeigt die Anzahl an Monaten, die der Arbeitsmarkt benötigte, um sich von der vorhergehenden Rezession zu erholen (Messzeitpunkt ab Beginn der Rezession).

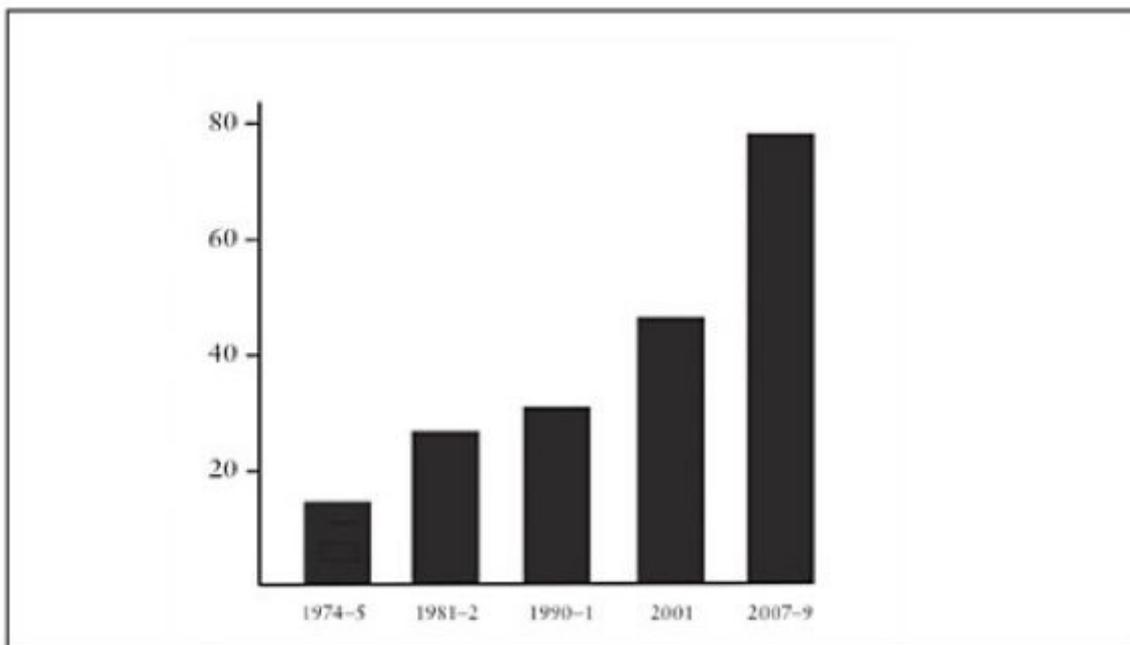


Abb. 23: Erholung des amerikanischen Arbeitsmarktes nach Rezessionen gemessen in Monaten (US Bureau of Labor Statistics, zit. n. Ford, 2015, S. 45).

In der letzten Rezession (2007 bis 2009) benötigte der amerikanische Arbeitsmarkt mehr als sechs Jahre (bis Mai 2014), um bei den Arbeitsplätzen wieder auf seinen ursprünglichen Wert vor der Rezession zu kommen (Ford, 2015).

### **Stark steigende Ungleichheit**

Die Schere zwischen Arm und Reich geht seit den 70ern des vergangenen Jahrhunderts stetig auf. In den USA ist dieser Trend besonders drastisch. Zwischen 1993 und 2010 floss laut Ford (2015) die Hälfte des Volkseinkommens zum obersten Prozent der Bevölkerung. Seitdem hat sich die Lage weiter zugespitzt. Der Ökonom Emmanuel Saez von der Universität von Kalifornien, Berkeley, hat im September 2013 eine Untersuchung veröffentlicht, in der er beschrieb, dass in den Jahren von 2009 bis 2012 95 Prozent der Einkommenszuwächse zum obersten Prozent der Bevölkerung wanderten. Ford (2015) schreibt auch, dass die ökonomische Mobilität, die Möglichkeit aus einer einkommensschwachen Schicht in eine höhere aufzusteigen, in den USA deutlich geringer als zum Beispiel in europäischen Ländern ist. Das amerikanische Ethos, dass durch harte Arbeit und Durchhaltevermögen jeder aufsteigen kann, ist statistisch gesehen nicht haltbar. Dieser Trend wirkt sich laut Ford (2015) auch negativ auf eine Demokratie aus, da reiche Personen und deren Organisationen auf die Politik Einfluss nehmen und dadurch Ergebnisse produzieren, die nicht unbedingt im Interesse der Allgemeinheit sind.

### **Sinkende Einkommen und Unterbeschäftigung für Hochschulabsolventinnen und Hochschulabsolventen**

Ein Hochschulstudium gilt allgemein als wichtige Voraussetzung für ein Leben in der Mittelschicht. Dennoch ist nach Ford (2015) ein Trend beobachtbar, dass jene Absolventinnen und Absolventen, die mit dem akademischen Titel „Bachelor“ abschließen, zwischen 2000 und 2010 einen Einkommensrückgang um 15 Prozent verzeichneten. 50 Prozent der jungen Absolventinnen und Absolventen sind tendenziell unterbeschäftigt und finden auch keine Arbeit, die ihrer Ausbildung entspricht. Ein Hochschulstudium ist also kein Garant mehr für ein sicheres, hohes Einkommen. Trotzdem schneiden Akademiker im Einkommensvergleich nach wie vor besser ab als Nichtakademiker.

## **Arbeitsmarktpolarisierung und Teilzeitarbeit**

Ein relativ neues Phänomen am Arbeitsmarkt ist laut Ford (2015, S. 49) die sogenannte Arbeitsmarktpolarisierung („job market polarization“), die in Erholungsphasen der Wirtschaft schlechter bezahlte Arbeitsplätze schafft als jene, die während der Rezession vernichtet wurden. Die Ökonomen Nir Jaimovich und Henry E. Siu veröffentlichten 2012 eine Studie, in der sie zum Schluss kamen, dass gute Arbeitsplätze der Mittelklasse in Rezessionen durch schlechte Arbeitsplätze mit Mindestlöhnen in Bereichen wie Verkauf, Gastwirtschaft und Nahrungsmittelzubereitung ersetzt werden. Viele dieser schlecht bezahlten Arbeitsplätze sind laut Ford (2015) nur Teilzeitarbeitsplätze. In einem geringeren Ausmaß werden während eines wirtschaftlichen Aufschwungs auch Arbeitsplätze mit hoher Qualifikation geschaffen. Deshalb sprechen Jaimovich und Siu (2012) von einer Arbeitsmarktpolarisierung, die einer Sanduhr gleiche, da solide Arbeitsplätze der Mittelklasse zunehmend verschwinden.

Für die Ursachen dieser sieben Trends gibt es unterschiedliche Interpretationsmöglichkeiten. Ford (2015) ist davon überzeugt, dass die Fortschritte in der Informationstechnologie und Automatisierung eine dominante Rolle bei der Entwicklung dieser Trends spielen. Er schließt allerdings ein Zusammenspiel anderer Faktoren nicht aus. Konkret führt er (Ford, 2015, S. 53) die Globalisierung, den enorm gewachsenen Finanzsektor als auch die Politik („Reaganomics“), die zu einer Deregulierung des Finanzsektors geführt hat, an.

## **4.2 Studienvergleiche über die Zukunft der Arbeit**

### **4.2.1 Studie von Frey und Osborne**

Als im September 2013 eine Studie von den beiden Oxford Professoren Carl Benedikt Frey und Michael A. Osborne über die Zukunft der Arbeit veröffentlicht wurde, wirbelte diese sowohl in den Medien als auch in der Wirtschaftswissenschaft ziemlich viel Staub auf (Boeing, 2014; Bonin et al., 2015; Guldner, 2015). Frey und Osborne gehen in ihrer Studie davon aus, dass 47 Prozent aller Berufe in den USA in den nächsten 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert werden können. Dabei untersuchten sie 702 verschiedene Berufe und kategorisierten sie, wie sehr diese zukünftig von Automatisierung bzw. „Computerisierung“ betroffen sind („How susceptible are jobs to computerisation?“ Frey & Osborne, 2013, S. 2). Frey und Osborne (2013) bezogen für ihre Studie die Daten über den

amerikanischen Arbeitsmarkt von einem Online-Service namens O\*NET, das eigens für das amerikanische Arbeitsministerium („Department of Labor“) entwickelt wurde. O\*NET enthält detaillierte Daten über die verschiedensten Berufe und beschreibt deren Haupteigenschaften durch ein standardisiertes und messbares Set an Variablen. Mithilfe dieser Daten konnten Frey und Osborne (2013) die unterschiedlichen Berufe nach deren Anforderungsprofil (Wissen, Fähigkeit, Fertigkeit) kategorisieren. Darüber hinaus wurden die Daten durch Statistiken des amerikanischen Bundesamts für Arbeitsstatistik (Bureau of Labor Statistics) ergänzt. Die beiden Autoren betonen, dass idealerweise für eine tatsächliche Messung der Auswirkung des technischen Fortschritts (hauptsächlich KI) auf den Arbeitsmarkt zwei autarke Ökonomien benötigt würden. In der einen Gruppe gäbe es ähnlich wie in unserer Gesellschaft stetig beobachtbare Fortschritte in der Entwicklung der KI und in der Vergleichsgruppe eben nicht. Da dieses hypothetische Szenario jedoch in der Realität nicht umzusetzen ist, beschränkten sich Frey und Osborne (2013) darauf, die Berufe gemeinsam mit einer Gruppe von Computerexperten bzw. KI-Forschern der Universität Oxford nach deren Automatisierbarkeit zu beurteilen. Diese Beurteilungen wurden dann mit den Variablen der O\*NET-Daten abgeglichen und verknüpft.

Wie bereits eingangs erwähnt sind nach Einschätzung der Autoren 47 Prozent der Berufe in den USA und somit auch in anderen Industrienationen automatisierbar. Frey und Osborne (2013) geben zwar keine genaue Zeitangabe für dieses mögliche Szenario an, sie weisen jedoch darauf hin, dass es bereits in ein oder zwei Jahrzehnten („perhaps a decade or two“, Frey & Osborne, 2013, S. 38) so weit sein kann. Die beiden Autoren sprechen von zwei Wellen der Automatisierung. Zunächst werden viele Arbeiterinnen und Arbeiter im Transport- und Logistikwesen ihren Beruf verlieren. Weiters sind Berufe, die generell Kassen involvieren wie zum Beispiel in Banken oder in Supermärkten, laut den Autoren ebenfalls nicht besonders zukunftsträchtig. Auch die bereits mehrmals erwähnten Callcenter-Jobs werden nach Ansicht der Autoren in naher Zukunft völlig verschwinden. Genauso wird ein Großteil der Büroangestellten sowie jene Leute, die im Produktionswesen beschäftigt sind, von der ersten Welle der Automatisierung betroffen sein. Frey und Osborne (2013) gehen davon aus, dass nach dieser ersten Welle der Automatisierung ein „technologisches Plateau“ erreicht wird, wo sich die Geschwindigkeit der Automatisierung der Berufe aufgrund technischer Hürden verlangsamt. Die zweite Welle der Automatisierung hängt von der Bewältigung dieser Hürden ab. Dabei nennen die Autoren folgende technische Herausforderungen, die es zu meistern gilt: „Wahrnehmung“, „Manipulation der Umgebung“, „Kreativität“ und „Soziale Intelligenz“.

Abbildung 24 zeigt jene Eigenschaften, die nach Frey und Osborne (2013) derzeit noch eine geringe Wahrscheinlichkeit (hohe Werte bei der „low risk“-Kategorie) haben, automatisiert zu werden. Dazu zählen hauptsächlich Eigenschaften bzw. Fähigkeiten wie „Soziales Wahrnehmungsvermögen“, „Originalität“, „Verhandlungs- und Überzeugungsfähigkeit“ und „Pflege und Betreuung“.

Variable	Probability of Computerisation		
	Low	Medium	High
Assisting and caring for others	48±20	41±17	34±10
Persuasion	48±7.1	35±9.8	32±7.8
Negotiation	44±7.6	33±9.3	30±8.9
Social perceptiveness	51±7.9	41±7.4	37±5.5
Fine arts	12±20	3.5±12	1.3±5.5
Originality	51±6.5	35±12	32±5.6
Manual dexterity	22±18	34±15	36±14
Finger dexterity	36±10	39±10	40±10
Cramped work space	19±15	37±26	31±20

Abb. 24: Wahrscheinlichkeit der Automatisierung von Fähigkeiten (Frey & Osborne, 2013).

Die Automatisierung von Berufen mit „Manueller Geschicklichkeit“, „Fingerfertigkeit“ oder „Arbeiten in beengtem Raum“ hängt laut Frey und Osborne (2013) vor allem davon ab, ob die zuvor erwähnten technischen Hürden „Wahrnehmung“ und „Manipulation der Umgebung“ durch Fortschritte in der Robotik bewältigt werden. Die Autoren gehen allerdings davon aus, dass diese technischen Herausforderungen noch länger nicht von Ingenieuren gelöst werden. Generell kann gesagt werden, dass Berufe, wo soziale Kompetenzen und Kreativität gefragt sind, das geringste Risiko haben, automatisiert zu werden. Routinearbeiten, egal ob kognitiver oder physischer Natur, haben das größte Risiko, automatisiert zu werden. Frey und Osborne (2013) betonen, dass jene Arbeiterinnen und Arbeiter, die in Berufen mit Routinetätigkeiten angestellt sind, den Wettlauf gegen die Automatisierung nur dann gewinnen können, wenn sie sich kreative und soziale Kompetenzen aneignen.

Computerisable				
Rank	Probability	Label	SOC code	Occupation
687.	0.98		43-4151	Order Clerks
688.	0.98		43-4011	Brokerage Clerks
689.	0.98		43-9041	Insurance Claims and Policy Processing Clerks
690.	0.98		51-2093	Timing Device Assemblers and Adjusters
691.	0.99	1	43-9021	Data Entry Keyers
692.	0.99		25-4031	Library Technicians
693.	0.99		43-4141	New Accounts Clerks
694.	0.99		51-9151	Photographic Process Workers and Processing Machine Operators
695.	0.99		13-2082	Tax Preparers
696.	0.99		43-5011	Cargo and Freight Agents
697.	0.99		49-9064	Watch Repairers
698.	0.99	1	13-2053	Insurance Underwriters
699.	0.99		15-2091	Mathematical Technicians
700.	0.99		51-6051	Sewers, Hand
701.	0.99		23-2093	Title Examiners, Abstractors, and Searchers
702.	0.99		41-9041	Telemarketers

Abb. 25: Berufe mit hohem Automatisierungspotenzial (Frey & Osborne, 2013).

Abbildung 25 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt an Berufen (die komplette Liste wäre wesentlich länger), die laut den Autoren mit fast an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (98 bis 99 Prozent) in den kommenden Jahren entweder vollständig automatisiert oder schlicht obsolet werden. Frey und Osborne (2013) geben nicht an, welche Zahl an potenziell Arbeitslosen zu erwarten ist.

#### The most common occupations in America

Retail salesperson	4.5 million
Cashier	3.3 million
Fast-food prep and service worker	3.0 million
Office clerk	2.8 million
Registered nurse	2.7 million
Waiter	2.4 million
Customer-service rep	2.4 million
Manual laborer	2.3 million
Secretary	2.2 million
Janitor	2.1 million
General manager	2.0 million
Stock clerk	1.8 million
Bookkeeper	1.6 million
Heavy-truck driver	1.6 million
Nursing assistant	1.4 million

Abb. 26: 15 Berufe mit den meisten Beschäftigten in den USA (Brynjolfsson, 2016).

Ein Blick in die Statistik (Abbildung 26) zeichnet jedoch ein düsteres Bild, vorausgesetzt das Modell der beiden Autoren ist zutreffend. Aktuelle technische Entwicklungen scheinen allerdings die Studie von Frey und Osborne (2013) immer öfter zu bestätigen. Amazon (2016) hat beispielsweise für Anfang 2017 die Eröffnung eines Geschäfts („Amazon Go“) in Seattle, Washington/USA, angekündigt, das vollkommen auf den Einsatz von Kassen verzichtet (Abbildung 27). Durch eine Kombination von KI, Kameras und dem persönlichen Smartphone, mit dem man sich Zutritt verschafft, gibt es für Kunden dieses Geschäfts kein lästiges Anstellen, Ausräumen, Bezahlen und wieder Einräumen wie in herkömmlichen Geschäften. Man scannt beim Eintritt in den zukunftsweisenden Supermarkt lediglich eine App auf dem eigenen Smartphone, geht hinein, holt was man benötigt und geht wieder hinaus. Abgerechnet wird automatisch bei Verlassen des Geschäfts über das persönliche Amazon-Konto.

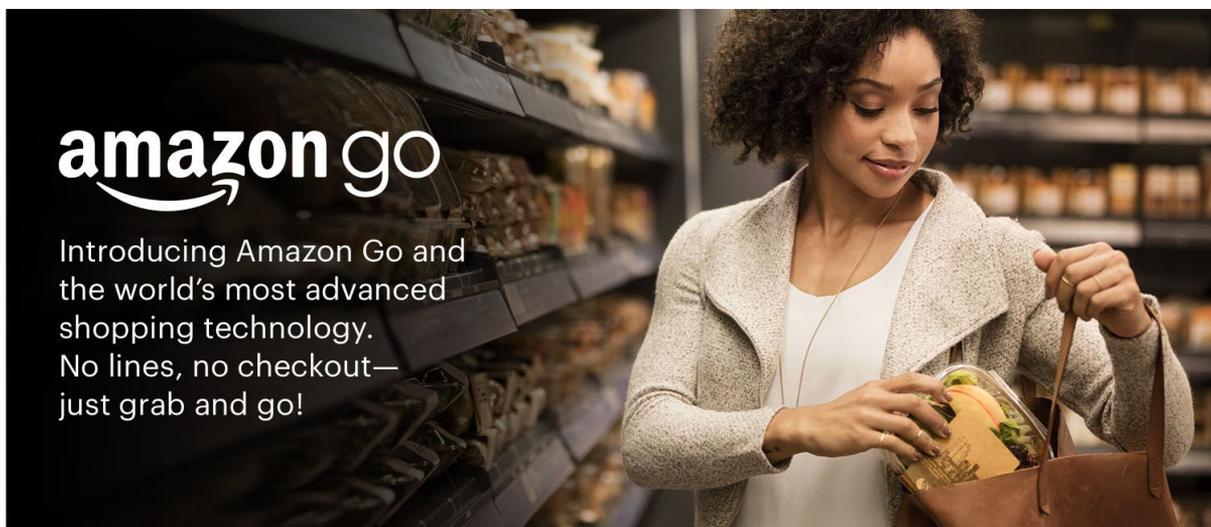


Abb. 27: Supermarkt der Zukunft: Amazon Go ([amazon.com/go](https://www.amazon.com/go)).

Es wird interessant zu beobachten, ob sich dieses Modell, wie sich Amazon einen modernen Supermarkt vorstellt, am Markt durchsetzen kann. Vieles spricht jedoch dafür, da allein aufgrund der Bequemlichkeit und Zeitersparnis, anfangs wahrscheinlich vor allem junge und technikaffine Leute dadurch angesprochen werden. Die Frage ist vielmehr, wie schnell Amazon expandieren kann und wie die Konkurrenz an herkömmlichen Diskontern darauf reagieren wird. Durch die Umstellung auf kassenfreie Geschäfte wären allein in den USA potenziell 3,3 Millionen Arbeitsplätze gefährdet.

## 4.2.2 Übertragung der Studie von Frey/Osborne auf Deutschland

Bonin, Gregory und Zierahn (2015) vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) haben die Studie von Frey und Osborne (2013) in einer Expertise auf Deutschland übertragen. Die Autoren geben zu bedenken, dass in erster Linie Tätigkeiten automatisiert werden und nicht Berufe. Außerdem weisen die Autoren darauf hin, dass „nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Beschäftigten der gleichen Berufsgruppe dieselben Tätigkeiten ausüben“ (Bonin et al., 2015, S. 3). Insofern seien laut dieser Expertise allzu schnelle Rückschlüsse von der Studie von Frey und Osborne auf den zukünftigen Arbeitsmarkt mit Vorsicht zu genießen.

Bonin et al. (2015) haben die Automatisierungswahrscheinlichkeiten anhand der Tätigkeitsstrukturen am Arbeitsplatz auf Deutschland übertragen und sind dabei auf deutlich geringere Werte als Frey und Osborne gekommen. In den USA weisen laut den Autoren lediglich 9 Prozent der Arbeitsplätze Tätigkeitsprofile mit einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit auf. In Deutschland kamen die Autoren auf einen Wert von 12 Prozent. Diese geringeren Werte kommen laut Bonin et al. (2015, S. 3) voraussichtlich dadurch zustande, „dass Beschäftigte in nach Frey und Osborne als gefährdet eingestuft Berufen auch schwer automatisierbare Tätigkeiten ausüben.“ Dennoch halten die Autoren Geringqualifizierte und Geringverdiener für jene Gruppe mit der höchsten Automatisierungswahrscheinlichkeit. Die Autoren stellen in ihrer Expertise diesen Zusammenhang von Bildung und Automatisierungswahrscheinlichkeit (Abbildung 28), sowie von Einkommen und Automatisierungswahrscheinlichkeit (Abbildung 29) anschaulich dar.

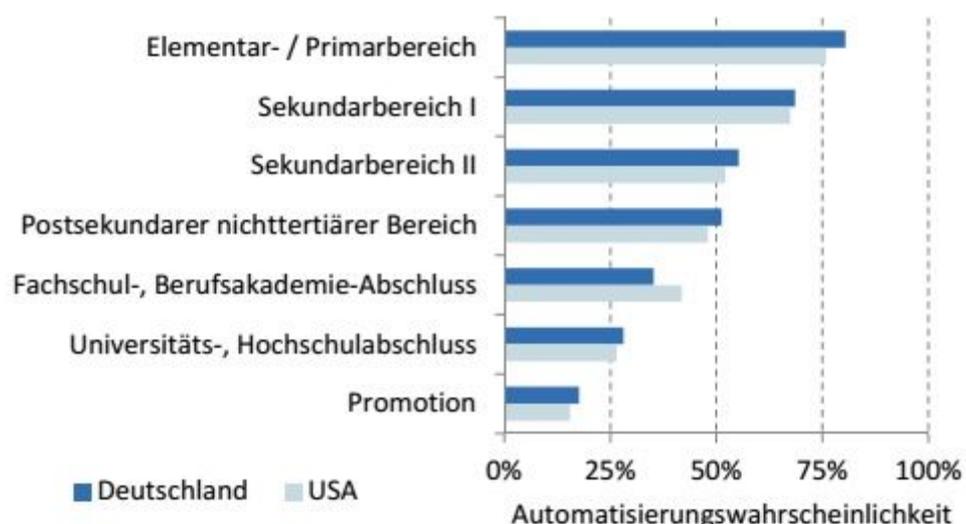


Abb. 28: Bildung und Automatisierungswahrscheinlichkeit (Bonin et al., 2015).

Abbildung 28 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Bildungsniveau und der Automatisierungswahrscheinlichkeit. Beschäftigte mit Elementar- oder Primarbildung haben in Deutschland eine Automatisierungswahrscheinlichkeit von 80 Prozent. Bei Beschäftigten mit Promotion liegt der Wert nur bei 18 Prozent. Je höher also das Bildungsniveau ist, umso geringer ist auch die Automatisierungswahrscheinlichkeit. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch für die USA (Bonin et al., 2015).

Ähnlich sieht der Zusammenhang von Einkommen und Automatisierungswahrscheinlichkeit aus. Abbildung 29 zeigt den Zusammenhang zwischen der Position in der Einkommensverteilung und der Automatisierungswahrscheinlichkeit. Die 10 Prozent der Beschäftigten mit den geringsten Einkommen (<10%) haben laut Bonin et al. (2015) in Deutschland eine 61-prozentige Automatisierungswahrscheinlichkeit. Die 10 Prozent der Beschäftigten mit den höchsten Einkommen (90%-100%) haben eine Automatisierungswahrscheinlichkeit von lediglich 20 Prozent. Die Ergebnisse der Autoren verdeutlichen also, „dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit auch mit dem Einkommensniveau der Beschäftigten sinkt“ (Bonin et al., 2015, S. 16). Auch hier gilt dieser Zusammenhang ebenso für die USA.

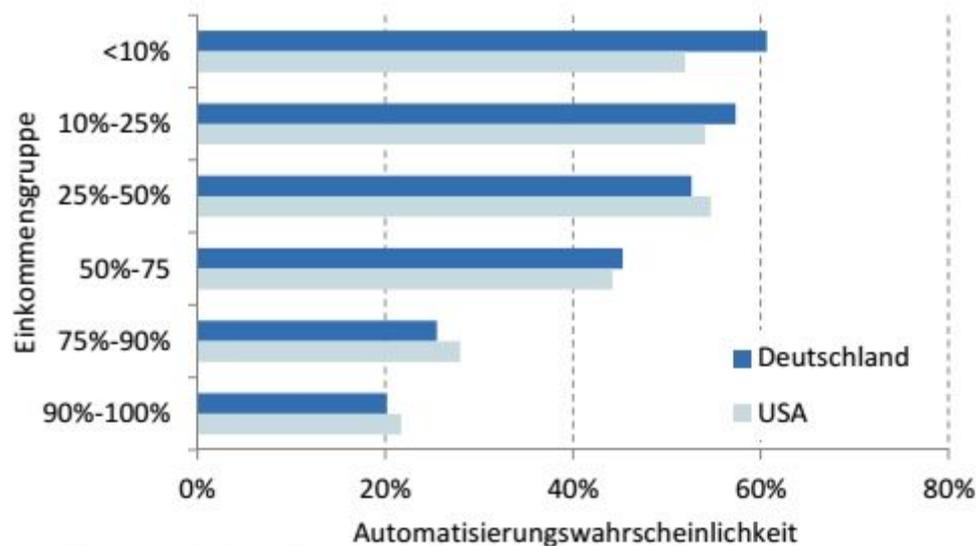


Abb. 29: Einkommen und Automatisierungswahrscheinlichkeit (Bonin et al., 2015).

Des Weiteren relativieren Bonin et al. (2015) die Studie von Frey und Osborne insofern, indem sie drei Hauptkritikpunkte anführen. Der erste Kritikpunkt ist, dass technische Möglichkeiten von Experten oftmals überschätzt werden. Da die Ergebnisse von Frey und Osborne größtenteils auf subjektiven Einschätzungen von Robotik-Experten zur Automatisierbarkeit von Berufen beruhen, ist das laut einer Studie von Autor (2014) problematisch. Experten neigen dazu, „die Einsatzmöglichkeiten und praktische Relevanz

neuer Technologien zu überschätzen“ (Bonin et al., 2015, S. 18).

Flexibilität, Urteilskraft und gesunder Menschenverstand sind laut den Autoren nur schwer automatisierbar. Dieser komparative Vorteil von Menschen gegenüber Maschinen wird daher sehr oft unterschätzt. Nach Ansicht der Autoren sind daher die Herausforderungen der Robotik, für Menschen einfach zu bewerkstellende Tätigkeiten zu automatisieren, immens.

Ein weiterer Kritikpunkt der Autoren ist, dass in der Studie von Frey und Osborne die Anpassung von Tätigkeitsbildern in Berufen vernachlässigt wird. Der Einsatz neuer Automatisierungstechnologien muss nicht zwangsläufig zum Verschwinden von Berufen beitragen. Vielmehr kann sich laut den Autoren das Tätigkeitsprofil der Beschäftigten innerhalb der Berufe ändern. Beschäftigte könnten sich beispielsweise auf schwer zu automatisierbare Tätigkeiten konzentrieren, Mensch und Maschine würden sich somit ergänzen. Arbeitsplätze können sich zwar durch neue Technologien verändern, sind aber nicht automatisch als solche gefährdet.

Als dritten Kritikpunkt an der Studie von Frey und Osborne nennen Bonin et al. (2015) die Vernachlässigung makroökonomischer Anpassungsprozesse der Autoren. Frey und Osborne können somit keine Aussagen über die Gesamtbeschäftigungseffekte neuer Technologien machen. Die Einführung neuer Automatisierungstechnologien setzt laut Bonin et al. (2015, S. 21) „ein genügend großes Angebot von Fachkräften mit speziellem Knowhow“ voraus. Durch technologischen Wandel können zwar Arbeitsplätze verschwinden, es entstehen aber zugleich auch neue Arbeitsplätze. Eine Quantifizierung der Gesamtbeschäftigungseffekte ist daher ohne Berücksichtigung weiterer makroökonomischer Anpassungsprozesse nicht möglich.

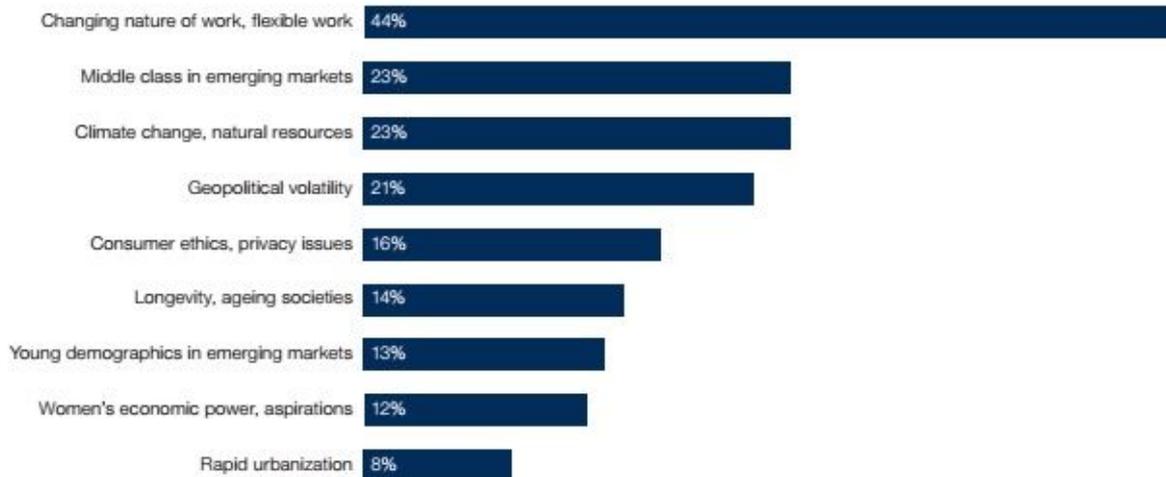
Bonin et al. (2015) relativieren somit die Ergebnisse der Studie von Frey und Osborne. Die Autoren warnen explizit davor, dass in der öffentlichen und populärwissenschaftlichen Debatte diese Relativierung zu kurz kommt. Nicht selten wird in der öffentlichen Debatte der technologische Wandel bzw. die Digitalisierung mit dem „Ende der Arbeit“ gleichgesetzt. Frey und Osborne machen ausdrücklich keine Schätzung über die Auswirkungen der Automatisierung auf die Gesamtbeschäftigung. Genaue Zusammenhänge zwischen Automatisierung, Veränderung von Berufsbildern, Arbeitsplatzverlusten und Arbeitsplatzentstehung gehören laut Bonin et al. (2015) noch weiter erforscht.

### 4.2.3 Studie des Weltwirtschaftsforums

Eine Studie des Weltwirtschaftsforums (2016) geht davon aus, dass bis zum Jahr 2020 weltweit mehr als fünf Millionen Arbeitsplätze durch Digitalisierung und Automatisierung in den Industrienationen verloren gehen. Dabei wird in dieser Studie angenommen, dass sieben Millionen Arbeitsplätze verschwinden, aber gleichzeitig zwei Millionen neue Arbeitsplätze entstehen werden. Die Autoren der Studie sind davon überzeugt, dass technologische Fortschritte in der Genetik, künstlichen Intelligenz, Robotik, Nanotechnologie, im 3D-Druck und in der Biotechnologie sich gegenseitig verstärkende Effekte haben und somit der Grundstein für eine allumfassende technologische Revolution, die alles Bisherige in den Schatten stellt, gelegt ist.

Methodisch wurde dabei so vorgegangen, dass die Personalchefs der 100 größten Unternehmen in neun Industrien pro Land per Online-Fragebogen zum Thema digitale Zukunft und Beschäftigung befragt wurden. Haupttreiber für den Wandel an den Arbeitsplätzen sind laut Studie sowohl demographische und sozioökonomische Trends als auch technologische Entwicklungen. Die Personalchefs wurden zu den jeweiligen Top-Trends in ihrer Branche befragt. Abbildung 30 zeigt das Ergebnis dieser Befragung. 44 Prozent der Befragten halten ein verändertes Arbeitsumfeld und flexible Arbeitsvereinbarungen für den sozioökonomischen Hauptfaktor des Wandels am Arbeitsplatz. Neue Technologien ermöglichen laut den Autoren (WEF, 2016, S. 6) neue Wege der Fernarbeit und Zusammenarbeit („remote-working and co-working“). 23 Prozent der Befragten halten das Aufsteigen einer neuen Mittelklasse in den Schwellenländern für einen weiteren wesentlichen Faktor des Wandels am Arbeitsmarkt. Für 2030 wird erwartet, dass 66 Prozent der weltweiten Mittelklasse in Asien sein werden und diese für 59 Prozent des weltweiten Mittelklassekonsums verantwortlich sein wird (WEF, 2016). Der wirtschaftliche Fokus vieler Branchen liegt daher immer öfter in Asien. Als technologische Triebfeder für den Wandel am Arbeitsplatz werden in erster Linie das mobile Internet und die „Cloud“ von den Befragten genannt. Fortschritte bei der Rechenleistung von Computern sowie „Big Data“ sind mit 26 Prozent an zweiter Stelle. Die Befragten gaben auch ihre Einschätzung bezüglich des zeitlichen Horizonts für diese demographischen und technologischen Entwicklungen an. Viele der bereits erwähnten Faktoren seien bereits jetzt an vielen Arbeitsplätzen spürbar. Komplexere Technologien wie KI, fortschrittliche Robotik oder autonome Fahrzeuge würden erst im Zeitraum von 2018 bis 2020 vermehrt die Arbeitswelt verändern (Abbildung 31).

**DEMOGRAPHIC AND SOCIO-ECONOMIC**



**TECHNOLOGICAL**

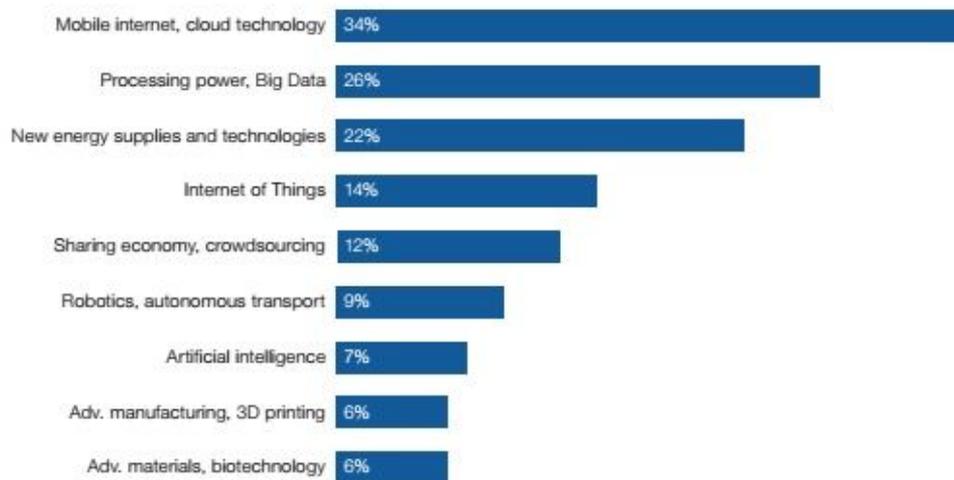


Abb. 30: Hauptfaktoren für den Wandel am Arbeitsmarkt (WEF, 2016).



Abb. 31: Zeithorizont für den Wandel am Arbeitsmarkt (WEF, 2016).

Die befragten Personalchefs der WEF-Studie sehen ähnlich wie Frey und Osborne (2013) vor allem Büroangestellte und Beschäftigte mit administrativen Routinetätigkeiten als stark gefährdete Berufsgruppen. Wachstum wird von den Befragten hauptsächlich in jenen Berufsgruppen erwartet, die im Bereich Informatik, Mathematik, Architektur und Maschinenbau tätig sind. Eine Ausbildung in den sogenannten MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) sei daher ratsam. Aufgrund demographischer und sozialer Faktoren werden in Zukunft auch Pflegeberufe besonders gefragt sein. Die Umfrage hat aber auch ergeben, dass das Gesundheitswesen ganz allgemein kein Garant für stetiges Wachstum ist. Dank neuer Technologien wie dem mobilen Internet und der Cloud werden medizinische Anwendungen wie die „Telemedizin“ möglich. Dabei handelt es sich um die räumliche und eventuell auch zeitliche Trennung der medizinischen Betreuung zwischen Arzt und Patient. Das Fähigkeitsprofil der Beschäftigten im Gesundheitssektor wird sich daher zunehmend ändern und den neuen technologischen Gegebenheiten anpassen. Um sich auf die veränderten Anforderungen der Arbeit der Zukunft besser einzustellen, fordern die Autoren unmittelbar umsetzbare und langfristige Maßnahmen. Sofort umsetzbar sei zum Beispiel, dass sich Firmen Datenanalysen für ein besseres Talentmanagement zunutze machen. Die Arbeitskräfte könnten laut den Autoren effizienter eingesetzt werden durch eine vorausschauende Planung und Analyse der Betriebsdaten. Redundanzen würden dadurch abgebaut und neu aufkommende Anforderungsprofile an die Mitarbeiter würden schneller erkannt werden.

Eine weitere Forderung der Autoren ist unter anderem, Arbeitsvereinbarungen flexibler zu gestalten. Da die physischen und organisatorischen Grenzen innerhalb von Betrieben immer mehr verschwimmen, müsse darüber nachgedacht werden, wie Arbeit effizienter und flexibler verteilt werden kann. Um auf schnelle Änderungen am Markt reagieren zu können - besser wäre natürlich eine Antizipation dieser Änderungen - müssen Betriebe agil bleiben und ihre Mitarbeiter auf ein sich stets änderndes Marktumfeld mit neuen Anforderungen vorbereiten. Die Autoren betonen, dass nicht entscheidend ist wo die Mitarbeiter eines Unternehmens arbeiten, sondern was sie arbeiten bzw. leisten.

Als langfristige Maßnahme, um neuen Anforderungsprofilen am Arbeitsmarkt zu entgegen, fordern die Autoren eine Reform unseres Bildungssystems. Laut WEF (2016) wird geschätzt, dass 65 Prozent der Kinder im Volksschulalter später in Berufen tätig sein werden, die es bei deren Eintritt in die Schule noch gar nicht gegeben hat. Die technologischen Trends der sogenannten vierten industriellen Revolution erfordern vernetztes Denken, wofür sowohl technische, soziale als auch analytische Fähigkeiten notwendig sind.

Weiters kritisieren die Autoren beispielsweise, dass es derzeit noch wichtiger sei wo man eine Ausbildung gemacht hat als die tatsächliche Qualität einer Ausbildung. Diese Kritik bezieht sich wohl hauptsächlich auf den angelsächsischen Raum.

Die Autoren (WEF, 2016, S. 32) führen weiter aus „...that simply reforming current education systems to better equip today’s students to meet future skills requirements...is not going to be enough to remain competitive.“ Lebenslanges Lernen ist laut den Autoren also absolut notwendig, um am Arbeitsmarkt der Zukunft bestehen zu können. Regierungen und Unternehmen müssen Anreize schaffen, um dies zu fördern. Dänemark wird als positives Beispiel dafür genannt. Jährlich werden dort zwei Wochen für Fortbildungen vom Staat gefördert. In den Unternehmen selbst müsse es auch regelmäßige Fortbildungsprogramme geben, um die Fähigkeiten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kontinuierlich weiterzuentwickeln („upskill and reskill employees“). Für diese Fortbildungsmaßnahmen können wiederum neue Technologien eine wichtige Rolle spielen (WEF, 2016, S. 32).

Laut WEF-Studie müssen langfristig auch mehr Partnerschaften aus verschiedenen Industrien, aber auch mehr Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Institutionen angestrebt werden. Ein Ressourcenpool bestehend aus unterschiedlichen Talenten soll partnerschaftlich eingerichtet werden, um Anliegen und Probleme effizient zu bearbeiten. Solche Partnerschaften mit Ressourcenpools sind derzeit zwar noch selten anzutreffen, in Zukunft werden sie laut den Autoren aber absolut notwendig sein, um als Unternehmen überhaupt noch bestehen zu können. Eine noch engere Zusammenarbeit unterschiedlicher Unternehmen, aber auch des Staates mit der Industrie, wird daher in Zukunft unerlässlich sein. Solche Kooperationen sollen die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Unternehmen weiter erhöhen.

Der zweite Teil der WEF-Studie beschäftigt sich ausführlich mit Genderfragen (Stichwort Geschlechtersegregation) am Arbeitsmarkt. Diese Thematik ist jedoch nicht Teil der vorliegenden Arbeit und wird somit vernachlässigt. Weiters muss erwähnt werden, dass die WEF-Studie von verschiedenen Autoren (Kagermann, 2016; Pfeiffer, 2016) doch sehr kritisch eingeschätzt wird. Pfeiffer (2016) kritisiert beispielsweise die Methodik der Studie. 2450 Unternehmen wurden eingeladen, an der Umfrage der Studie teilzunehmen, aber lediglich 371 Unternehmen haben mitgemacht. Pfeiffer (2016) bezeichnet die Methodik der Studie daher „mehr als wacklig“, da man aus einer derart spärlichen Datenbasis keine aussagekräftigen Rückschlüsse auf ein stark mittelständisch geprägtes Land mit vielen KMU wie Deutschland machen kann.

#### 4.2.4 Die Zukunft der Beschäftigung in Wien

Die Stadt Wien hat die Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA) damit beauftragt, eine Studie über die Entwicklung der Arbeit in Wien durchzuführen. Eichmann und Nocker (2015) haben dies methodisch mithilfe einer ausführlichen Literaturrecherche und einer Befragung von Expertinnen und Experten umgesetzt. In der Studie geht es hauptsächlich darum, die Trends und die Beschäftigungsdynamik in den wichtigsten Branchen der Stadt zu analysieren und die zu erwartenden Folgen für den Wiener Arbeitsmarkt für die nächsten beiden Jahrzehnte abzuschätzen. Abbildung 32 zeigt die Entwicklung der Beschäftigung in Wien von 2001 bis 2011, wobei die von den Autoren untersuchten Branchen grau markiert sind.

Wirtschaftsklassen– ÖNACE-Abschnitte	Erwerbs- tätige 2001	Erwerbstätige Ø 2010-2012
<b>A Primärer Sektor</b>	<b>2.600</b>	<b>2.400</b>
A Land- und Forstwirtschaft	2.600	2.400
<b>B-F Sekundärer Sektor</b>	<b>138.200</b>	<b>153.900</b>
B Bergbau	200	900
C Sachgüterproduktion	74.300	73.100
D Energieversorgung	7.000	7.800
E Wasserversorgung	4.100	2.300
F Bau	52.600	69.800
<b>G-U Tertiärer Sektor</b>	<b>667.200</b>	<b>754.600</b>
G Handel	140.300	121.800
H Verkehr und Lagerei	48.100	45.800
I Beherbergung und Gastronomie	38.100	49.100
J Information und Kommunikation	49.400	55.000
K Finanz und Versicherungsdienstleistungen	44.000	55.500
L Grundstücks- und Wohnungswesen	13.800	15.800
M Freiberufl., wissenschaftliche und techn. DL	56.000	71.900
N Sonstige wirtschaftliche DL	39.400	47.300
O Öffentliche Verwaltung	64.500	74.700
P Erziehung und Unterricht	52.700	67.300
Q Gesundheits- und Sozialwesen	74.900	93.200
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	18.500	24.600
S Sonstige Dienstleistungen	24.300	24.600
T Private Haushalte mit Hauspersonal	800	1.800
U Exterritoriale Organisationen und Körpersch.	2.400	6.200
<b>Gesamt</b>	<b>808.200</b>	<b>911.100</b>

Abb. 32: Beschäftigung nach Berufen in Wien von 2001 bis 2011 (Statistik Austria und Mesch, 2014 zit. n. Eichmann & Nocker, 2015, S. 1).

Bis auf drei Branchen (Sachgüterproduktion, Handel, Verkehr und Lagerei) stieg die Beschäftigung in allen anderen von den Autoren untersuchten Branchen in diesem Zeitraum. Vor allem im tertiären Sektor hat die Beschäftigung stark zugelegt, teilweise um über 25 Prozent. Einen auffälligen Beschäftigungsrückgang gab es im Handel. Eichmann und Nocker (2015) betonen auch, dass es im letzten Jahrzehnt einen massiven Trend zur Nachfrage nach höherqualifizierten Tätigkeiten am Wiener Arbeitsmarkt gegeben hat. Die Anzahl der akademisch ausgebildeten Erwerbstätigen stieg um über 93 000 Personen von 15 auf 23 Prozent aller Beschäftigten.

Die Autoren gehen in ihrer Studie auch auf sechs „Megatrends“ näher ein, die sich auf die städtischen Arbeitsmärkte und somit auch auf Wien auswirken werden. Bei diesen sechs Trends handelt es sich um den demografischen Wandel (Bevölkerungswachstum, Alterung), den Wandel von Lebens- und Arbeitsstilen (Konsum- und Mobilitätspräferenzen, Ausbildungsniveau,...), den technologischen Wandel (Digitalisierung, Industrie 4.0, Sharing-Economy,...), den Strukturwandel der Wiener Wirtschaft (Wissensökonomie, Dienstleistungszentrum, Hochschulen,...), den Klimawandel (Ökologisierung der Wirtschaft, Green Jobs, Material-/Ressourceneffizienz,...) sowie die Wirtschaftspolitik der Stadt (Konjunkturprogramme und Arbeitsmarktpolitik). Eichmann und Nocker gehen der Frage nach, welche dieser Trends nun potenziell Arbeitsplätze schaffen und welche wiederum Arbeitsplätze vernichten werden. Die Autoren haben dazu rund 80 Expertinnen und Experten aus Wien per Online-Umfrage befragt. Das Ergebnis dieser Befragung sowie eine umfassende Literaturrecherche lassen die Autoren zu folgender Einschätzung kommen: Das anhaltende Wachstum der Stadtbevölkerung wird sich auf die zukünftige Beschäftigungsentwicklung in Wien positiv auswirken. Vor allem im Gesundheits- und Sozialwesen werden aufgrund des Bevölkerungswachstums neue Arbeitsplätze entstehen. Insbesondere die Alterung der Bevölkerung wird laut den Autoren zu einer Beschäftigungszunahme in diesem Sektor führen. Eichmann und Nocker gehen aber auch davon aus, dass durch den Trend des Bevölkerungswachstums in anderen Branchen generell ein höherer Arbeitskräftebedarf entstehen wird. In Bereichen wie beispielsweise der Aus- und Weiterbildung, der Grundversorgung bzw. dem Konsum von Gütern und Dienstleistungen aber auch dem Infrastrukturausbau (Wohnungen, Schulen, Spitäler,...) werden sehr wahrscheinlich viele neue Arbeitsplätze entstehen (Abbildung 33).

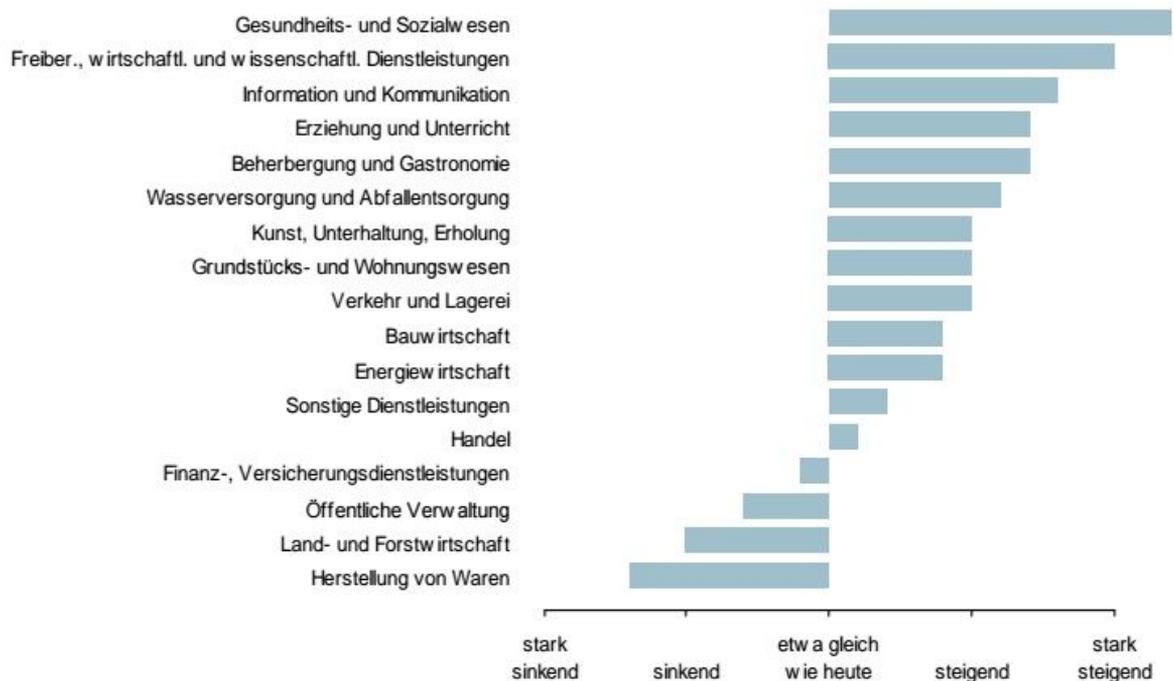


Abb. 33: ExpertInnen-Befragung: Wachsende und schrumpfende Branchen in Wien in den nächsten 10 Jahren (Eichmann & Nocker, 2015).

Die Autoren erwähnen allerdings auch, dass sich die beschleunigte Digitalisierung in den nächsten Jahrzehnten negativ auf die Beschäftigungsentwicklung auswirken wird. Der Produktions- und Logistiksektor („Industrie 4.0“), der Einzelhandel (Konkurrenz durch Online-Handel) sowie Angestelltenberufe mit automatisierbaren Routinetätigkeiten werden von diesen technischen Neuerungen betroffen sein. Das Phänomen der „Sharing-Economy“ (Uber, Airbnb,...) und dessen Auswirkungen auf den städtischen Arbeitsmarkt lässt sich laut den Autoren nur schwierig einschätzen.

Eichmann und Nocker (2015, S. 8) sehen jedoch nicht die fortschreitende Digitalisierung als größte Herausforderung für den Wiener Arbeitsmarkt, sondern vor allem „die Arbeitsmarktintegration von gering qualifizierten Personen (z.B. „Early School Leavers“), bedingt auch durch die anhaltende internationale Migration.“ Die Autoren (ebd.) führen weiter aus, dass diese Entwicklung in einer Stadtökonomie, „die kontinuierlich in Richtung einer Ausweitung von wissensintensiven Jobs tendiert“, insofern eine ernste Herausforderung sein wird, wenn nicht massiv in die Aus- und Weiterbildung jener Personen investiert wird. Andernfalls würden „deutlich höhere Arbeitslosigkeitsraten, eine Ausweitung der sozialen Ungleichheit sowie ungeahnte Desintegrationspotenziale“ drohen (Eichmann & Nocker, S. 9).

Die Digitalisierung der Arbeitsplätze führt nach Ansicht der Autoren zu einer Tertiarisierung, was zusätzlich das Problem verschärft. Durch den Wegfall von manuellen Jobs in Industrie und Gewerbe werden vor allem Geringqualifizierte von dieser Entwicklung betroffen sein. Eichmann und Nocker (ebd.) sind daher davon überzeugt, dass „es mittelfristig keine Alternative zur stetigen (nicht abrupten) Reduktion der Arbeitszeiten“ gibt. Dies würde zusätzliche Arbeitsplätze schaffen und die Arbeit besser verteilen.

### 4.3 Zusammenfassung

Ford (2015) zeichnet mit seinen „seven deadly trends“ ein sehr düsteres Bild des amerikanischen Arbeitsmarktes. Aber auch in Österreich und Deutschland sind ähnliche Entwicklungen wie sie Ford beschreibt zu beobachten. Für diese Trends gibt es mehrere Ursachen. Ford sieht jedoch hauptsächlich die Fortschritte in der Informationstechnologie und Automatisierung als die treibende Kraft hinter diesen Entwicklungen am Arbeitsmarkt. Ob das tatsächlich so ist, lässt sich nur schwer beurteilen. Eine Analyse des Arbeitsmarktes und dessen zukünftige Entwicklung ist zumeist auch durch den persönlichen politischen und beruflichen Hintergrund gefärbt. Ford hat eine eigene Softwarefirma und kommt somit aus der Technologiebranche. Insofern kann man Ford aufgrund seines beruflichen Umfeldes sicher ein Expertenwissen bescheinigen. Bonin et al. (2015, S. 18) führen jedoch in ihrer Studie explizit an, dass gerade Expertinnen und Experten dazu neigen, „die Einsatzmöglichkeiten und praktische Relevanz neuer Technologien zu überschätzen.“

Frey und Osborne (2013) erwähnen in ihrer Studie Kreativität und soziale Intelligenz bzw. Kompetenz als letzten „sicheren Hafen“, um sich zukünftig vor Automatisierung zu schützen. Ob man sich jedoch Kreativität und soziale Kompetenzen auf Knopfdruck aneignen kann, ist fraglich. Ein Taxifahrer oder ein Lastwagenfahrer, der beispielsweise 20 Jahre in seinem Beruf tätig war und nun arbeitslos ist, weil ein fahrender Computer seine Arbeit ökonomischer und sicherer erledigt, wird nicht über Nacht zum IT-Spezialisten oder Manager.

Jene Leute, die in diesen Berufsfeldern tätig sind, müssten fairerweise jetzt schon darauf vorbereitet werden, was ihnen mit hoher Wahrscheinlichkeit bevorsteht, nämlich Arbeitslosigkeit. Man müsste diesen Menschen sprichwörtlich reinen Wein einschenken und sie darauf vorbereiten, Fortbildungen zu besuchen oder Umschulungen zu machen. Das ist jedoch eine äußerst undankbare Aufgabe und vor allem Politiker haben kein Interesse daran, diese unpopuläre Nachricht zu überbringen, speziell wenn sie danach noch einmal gewählt werden wollen.

Auch die Vorschläge der WEF-Studie, um zukünftige Herausforderungen am Arbeitsmarkt zu lösen, sind kritisch zu hinterfragen. Die Autoren fordern beispielsweise langfristig mehr Kooperation statt Konkurrenz der Unternehmen. Diese Forderung ist zwar wünschenswert und löblich, aber gleichzeitig auch fraglich, wie das in einem wirtschaftlichen Umfeld, das auf Konkurrenz basiert, praktisch umgesetzt werden kann. Partnerschaften bzw. Joint Ventures sind zwar nichts Neues, aber die Realität sieht so aus, dass der Markt egal welcher Branche zumeist von einer Handvoll großer Konzerne beherrscht wird. Mit kleineren Unternehmen bzw. Start-ups wird nur selten kooperiert, viel öfter werden sie einfach gekauft. Sieht man sich beispielsweise die aktuelle Lage der Betriebssysteme am Handymarkt an, stellt man fest, dass dieser von Google (der weltweite Marktanteil von Android liegt derzeit bei etwa 85 Prozent) und Apple (mit einem weltweiten iOS-Marktanteil von etwa 15 Prozent) dominiert wird (Beiersmann, 2016). Andere Marktteilnehmer wie BlackBerry oder Microsoft sind vom Markt praktisch verschwunden. Eine Kooperation zwischen den zwei führenden Marktteilnehmern, in diesem Fall Google und Apple, im Sinne der Autoren der WEF-Studie mit Talent- und Ressourcenpools, kann daher ausgeschlossen werden. Branchen mit einer derart hohen Marktkonzentration wie bei den Betriebssystemen auf Smartphones werden wenig Anreize haben, miteinander zu kooperieren.

Es gibt allerdings auch aktuelle Beispiele am Markt, die die Forderung der Autoren nach mehr Kooperation der Unternehmen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, tatsächlich umsetzen. Der kalifornische Autohersteller Tesla kooperiert beispielsweise intensiv mit seinem Batteriezulieferer Panasonic. Diese beiden Unternehmen gehen gewissermaßen eine Symbiose ein, um am hart umkämpften Batteriemarkt, der sehr stark von südkoreanischen Firmen (LG Chem und Samsung SDI) dominiert wird, bestehen zu können. Daher beteiligt sich Panasonic finanziell auch maßgeblich an einer bisher beispiellos großen Batteriefabrik („Gigafactory“), die gerade in der Wüste Nevadas von Tesla gebaut wird. Ohne diese massive Kooperation wäre es wahrscheinlich für beide Unternehmen einzeln unmöglich, sich am Markt zu behaupten. Die Gefahr bei einer derart engen Zusammenarbeit ist jedoch auch die absolute Abhängigkeit voneinander. Falls eines dieser Unternehmen in finanzielle Schwierigkeiten geraten sollte, wird sehr wahrscheinlich auch das andere Unternehmen davon betroffen sein. Solche Kooperationen haben also ein enormes Gewinnpotential für beide Unternehmen, gleichzeitig sind sie aber auch durch ihre Abhängigkeit ein ebenso großes Risiko füreinander.

Eichmann und Nocker (2015) hingegen plädieren für eine mittelfristige Arbeitszeitreduktion. Auch dieser Vorschlag ist prinzipiell begrüßenswert, er wird jedoch von der Arbeitgeberseite auf wenig Gegenliebe stoßen, da das mit höheren Kosten für eben diese verbunden ist. Es ist schwer abzuschätzen, wie hoch der kollektive Leidensdruck einer Gesellschaft bzw. des Sozialstaates sein müsste, um hier Bewegung in diese Debatte zu bringen. Derzeit ist das Thema Arbeitszeitreduzierung jedoch noch nicht aktuell. Es findet weder eine öffentliche noch eine politische Debatte in großem Maße darüber statt.

## 5 Wirtschaftspolitische Implikationen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit einigen politischen Ansätzen, um den möglichen Szenarien am Arbeitsmarkt, wie sie in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurden, entgegenzuwirken. Angefangen von keiner Intervention bis hin zu einem neuen Wirtschaftsmodell.

### 5.1 Keine politische Intervention

Die denkbar ungünstigste Herangehensweise an die zukünftigen Herausforderungen des Arbeitsmarktes wäre eine völlige Ignoranz der Politik gegenüber dieser Thematik. Ein „Abwarten und Aussitzen“ würde die Situation nur weiter verschärfen, vorausgesetzt jene Autoren und Studien haben recht, die negative Auswirkungen der Digitalisierung und Automatisierung auf viele Arbeitsplätze prognostizieren.

Diese Unsicherheit, welchen Experten man glauben soll und wie schlimm es wirklich wird, ist nicht gerade die beste Voraussetzung für eine offene und breite Diskussion. Fakt ist jedoch, dass sich die kritischen Stimmen, die vor massiven Umwälzungen am Arbeitsmarkt warnen, mehren (u.a. Brynjolfsson & McAfee, 2014; Ford, 2015; Frey & Osborne, 2013). Ob die Politik diese kritischen Stimmen tatsächlich ernst nimmt und vor allem dann auch entsprechend handelt, bleibt offen. Es gibt allerdings bereits erste Signale einzelner Politiker im deutschen Sprachraum (der Autor der vorliegenden Arbeit hat sich bezüglich der Beobachtung der politischen Diskussion hauptsächlich darauf beschränkt), die zumindest die Debatte in Gang bringen möchten. So hat beispielsweise der aktuelle österreichische Infrastrukturminister, Jörg Leichtfried, am 16. November 2016 zu einer Veranstaltung geladen, wo gemeinsam mit Martin Ford und anderen Expertinnen und Experten über „Wenn Roboter unseren Job machen: Die Arbeitswelt im digitalen Umbruch“ diskutiert

wurde. Martin Ford war auch für die vorliegende Arbeit eine wichtige Quelle. Ford betonte auf dieser Veranstaltung einmal mehr, dass wir in einem neuen Zeitalter leben, wo moderne Unternehmen mit einer relativ kleinen Anzahl an Mitarbeitern einen viel größeren Umsatz und Gewinn haben können als herkömmliche große Unternehmen (er verglich beispielsweise Google und General Motors miteinander). Ford ist davon überzeugt, dass der Trend eindeutig zu schlanken, hocheffizienten Firmenstrukturen mit wenig Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern geht (mit Google als Vorbild).

Der akademische Diskurs über diese Thematik hat ebenfalls bereits begonnen. Im Rahmen eines neuen Formats, der sogenannten Semesterfrage, werden an der Universität Wien in Kooperation mit der Tageszeitung „Der Standard“ ein Semester lang gesellschaftsrelevante Themen bearbeitet. Im Laufe des Wintersemesters 2016/17 haben Expertinnen und Experten der Universität Wien das Thema „Wie leben wir in der digitalen Zukunft?“ diskutiert. Am 16. Jänner 2017 fand die Semesterfrage mit einer Podiumsdiskussion zum Thema „Künstliche Intelligenz im Alltag: Besser als der Mensch?“ ihren Abschluss. Dabei gab es ein Impulsreferat von Dr. Wolfgang Wahlster, dem Leiter des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz, zum aktuellen Stand der Technik und einem Ausblick, wohin die Entwicklung in der KI-Forschung geht. Anschließend gab es eine Diskussion mit Expertinnen und Experten unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen (Wahlster, einer Soziologin, einem Neurowissenschaftler, einer Psychologin und dem Mitgründer eines Start-ups für eine Handysoftware). Der grundlegende Tenor dieser Diskussionsrunde war, dass das Thema Arbeitslosigkeit durch Digitalisierung überbewertet wird. Vor allem Wahlster betonte, dass neue Technologien anfangs zwar Arbeitsplätze vernichten können, aber letztendlich immer mehr neue Arbeitsplätze geschaffen werden als es zuvor mit der alten Technologie gab. Er nannte als Beispiel den Übergang von der analogen zur digitalen Fotografie, wo zunächst der Beruf der analogen Fotoentwicklung verschwand, heute aber deutlich mehr Menschen in der digitalen Nachbearbeitung von Fotos beschäftigt sind als zuvor vernichtet wurden. Diese Thematik und die damit zusammenhängenden Probleme sind also mittlerweile bei Politik und Gesellschaft voll angekommen. Welche konkreten wirtschaftspolitischen Schritte gesetzt werden können, um die Situation für zukünftig von der Digitalisierung betroffene Arbeitslose zu entschärfen, soll in den folgenden Kapiteln näher beschrieben werden.

## 5.2 Bessere Qualifizierung

Die wohl populärste langjährige Forderung von Wirtschaftsvertretern ist eine bessere Ausbildung und Qualifizierung von jungen Leuten. Auch der Begriff des „Lebenslangen Lernens“ wird sowohl von Politik als auch Wirtschaft häufig verwendet.

Eine zeitgemäße Schulausbildung vor allem mithilfe von neuen digitalen Medien wäre natürlich wünschenswert und ist auch zu Recht eine oft geäußerte Forderung von Bildungsexperten (Herzig, 2014). Der Einsatz von digitalen Medien an sich ist allerdings kein Garant dafür, dass der Unterricht allein deswegen qualitativ aufgewertet wird. Herzig (2014, S. 23) betont aber, dass „im Sinne der Chancengerechtigkeit...[sichergestellt werden muss, dass]...alle Schülerinnen und Schüler Kompetenzen im Bereich des Lernens mit digitalen Medien erwerben bzw. Rahmenbedingungen vorfinden, digitale Medien zur Unterstützung von Lehr-Lernprozessen nutzen zu können.“

Gerade ältere Lehrkräfte sind allerdings selbst nicht mit diesen neuen Technologien aufgewachsen und tun sich insofern schwer, diese dann auch tatsächlich im Unterricht einzusetzen. Herzig fordert daher vor allem in der Aus-, Weiter- und Fortbildung von Lehrpersonen, das Lernen mit digitalen Medien weiter zu forcieren.

Der Anteil an weiterbildungsaktiver Unternehmen in Österreich betrug laut Statistik Austria im Jahr 2010 87 Prozent. Dieser Wert ist gegenüber dem Jahr 2005 um sechs Prozent gestiegen. Die betriebliche Weiterbildung bestand hauptsächlich aus Weiterbildungskursen (72 Prozent), Tagungen, Konferenzen, Workshops, Fachmessen oder Fachvorträgen (64 Prozent), Ausbildungsphasen am Arbeitsplatz oder in der Arbeitsumgebung (32 Prozent), Lernzirkeln bzw. Qualitätszirkeln (23 Prozent), Jobrotationen und Austauschprogrammen (20%) sowie selbstgesteuertem Lernen (13 Prozent).

Rund ein Drittel der Beschäftigten hat an den Weiterbildungsangeboten der Unternehmen teilgenommen. Die Teilnahmequote ist mit zunehmender Unternehmensgröße gestiegen. Durchschnittlich 30 Stunden an bezahlter Arbeitszeit hat eine teilnehmende Person im Jahr 2010 in Weiterbildungskursen verbracht. Mit diesen Werten ist Österreichs Wirtschaft im Europavergleich bezüglich der Weiterbildungsaktivität der Unternehmen und der Beschäftigten gut aufgestellt. Konkret liegt Österreich damit hinter Norwegen und Dänemark im europäischen Spitzenfeld an dritter Stelle.

## 5.3 Wertschöpfungsabgabe

Die Wertschöpfungsabgabe (von Kritikern abwertend auch als „Maschinensteuer“ bezeichnet) wäre eine Möglichkeit, um Kapital zu besteuern und Arbeit zu entlasten und somit für mehr Spielraum bei sozialen Ausgaben zu sorgen. Da es seit einigen Jahrzehnten den Trend einer sinkenden Lohnquote am Volkseinkommen gibt, plädieren Befürworter der Wertschöpfungsabgabe für eine breitere Finanzierungsgrundlage, um den Wohlfahrtsstaat auch in Zukunft noch weiter finanzieren zu können. Die Bemessungsgrundlage einer Wertschöpfungsabgabe könnte beispielsweise auf dem Gewinn, Mieten/Pachten und Fremdkapitalzinsen von Unternehmen basieren. Wesentliche Teile des Sozialsystems haben derzeit lediglich den Lohn als Bemessungsgrundlage.

Die Wertschöpfung im Sinne der Betriebswirtschaftslehre beschreibt nach Kreitz (2008, S. 31) „die Erlöse der nach außen abgegebenen Güterleistungen abzüglich der Vorleistungen, die das Unternehmen von außen in Form von Güterwerten hereingenommen hat.“ Aktuell hat der österreichische Bundeskanzler, Christian Kern, die Debatte über die Einführung einer Wertschöpfungsabgabe wieder angefacht und damit für Unmut bei seinem Regierungspartner gesorgt. Kritiker des Vorschlags behaupten, dass damit der technische Fortschritt gebremst werden würde, da Unternehmen Investitionen in neue Technologien hinausschieben würden. Dem wiederum entgegen die Befürworter, dass eine Wertschöpfungsabgabe so gestaltet werden könnte, dass Abschreibungen auf neue Gerätschaften von dieser neuen Steuer nicht betroffen wären. Grundgedanke der Wertschöpfungsabgabe ist, dass personalintensive Betriebe wie z.B. das Bauwesen und die Gastronomie entlastet und dafür Branchen mit verhältnismäßig wenig Beschäftigten und hohen Gewinnen wie z.B. Banken, Versicherungen und der Großhandel belastet werden.

Wenn man die Finanzierung des Sozialstaates auch in Zukunft gewährleisten will, wird man sehr wahrscheinlich eine Umverteilungsdebatte nicht vermeiden können. Die Debatte über die Einführung einer Wertschöpfungsabgabe ist allerdings keineswegs neu. Der ehemalige österreichische Sozialminister, Alfred Dallinger, hat bereits in den 1980er Jahren eine Wertschöpfungsabgabe gefordert und ist damit an den damaligen politischen Gegebenheiten gescheitert (Fadler, 2014). In Europa hat derzeit lediglich Italien seit 1999 eine Wertschöpfungsabgabe eingeführt. Ob der politische Diskurs über die Besteuerung des Faktors Kapital durch die zunehmende Digitalisierung und Automatisierung zusätzlich an Schwung gewinnt, wird die Zukunft zeigen.

## 5.4 Arbeitszeitverkürzung

1975 wurde in Österreich die 40-Stunden-Woche gesetzlich eingeführt (Tálos, 2016). Diese sozialpolitische Errungenschaft ging aber manchen Politikern nicht weit genug. Alfred Dallinger war beispielsweise nicht nur ein Befürworter der Wertschöpfungsabgabe, er war auch für die Einführung der 35-Stunden-Woche. In der Theorie sollen durch Arbeitsverkürzung mehr Arbeitsplätze entstehen. Seit dem Jahr 2000 wurde in Frankreich die Wochenarbeitszeit von 39 auf 35 Stunden reduziert. Je nachdem welchen Experten man diesbezüglich befragt, wird Frankreich einmal als Vorbild und einmal als Negativbeispiel für die 35-Stunden-Woche genannt.

Österreich hat in Europa laut Scherz (2016) nach Großbritannien die höchste Arbeitszeitbilanz der Vollzeitmitarbeiter. Auch bei der Teilzeitquote liegt Österreich im Europavergleich an zweiter Stelle. Der Unterschied bei der Verteilung der Arbeitszeit auf Männer und Frauen ist jedoch besonders deutlich: fast 50 Prozent der Frauen und nur gut 10 Prozent der Männer sind teilzeitbeschäftigt. Scherz plädiert daher allein schon aufgrund einer Verteilungsgerechtigkeit zwischen Männern und Frauen für eine Verkürzung der Arbeitszeit. Die Autorin führt weiter aus, dass in Österreich pro Jahr über 270 Millionen Überstunden geleistet werden. Damit liegt die durchschnittliche Wochenarbeitszeit in Österreich bei rund 42 Stunden. Scherz (2016, S. 68) betont, dass „während viele Beschäftigte unter langen Arbeitszeiten leiden, gleichzeitig die Arbeitslosigkeit auf neue Rekordhöhen [steigt]. Über 400.000 Menschen sind derzeit ohne Arbeit.“

Für viele Gewerkschaften ist deshalb die Einführung der 35-Stunden-Woche eine zentrale Forderung. Die Gewerkschaft der Privatangestellten hat beispielsweise im Jahr 2015 eine österreichweite Kampagne unter dem Motto „Kürzer arbeiten - leichter leben“ gestartet (Scherz, 2016). Dabei wird gefordert, die gesetzliche Arbeitszeit zunächst auf 38,5 Stunden pro Woche zu reduzieren und in einem weiteren Schritt soll dann auf 35 Stunden bei vollem Lohnausgleich verkürzt werden.

Eine weitere wichtige Forderung der Gewerkschaften ist die Reduktion der Überstunden. Eine Möglichkeit, um Überstunden unattraktiver zu machen, wäre laut Scherz (2016) die Erhöhung der Beiträge zur Arbeitslosenversicherung für jene Arbeitgeber, in deren Unternehmen besonders viele Überstunden geleistet werden. Bildung ist ein weiterer zentraler Punkt der Gewerkschaften. Um den Herausforderungen eines immer flexibleren Arbeitsmarkts gewachsen zu sein, wird daher eine Woche Bildungsfreistellung pro Jahr für alle Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gefordert.

Aber nicht nur in österreichischen Gewerkschaften wird über eine Verkürzung der Arbeitszeit laut nachgedacht und diskutiert, andere Länder sammeln bereits erste Praxiserfahrungen damit im Alltag. Die schwedische Stadt Göteborg hat 2015 testweise für zwei Jahre lang einen 6-Stunden-Tag für Krankenpflegerinnen und Krankenpfleger eingeführt (Bernmar, 2016). Das Ziel des schwedischen Versuchs war, die Auswirkungen eines 6-Stunden-Tages auf die Gesundheit und Lebensqualität jener Berufsgruppe näher zu untersuchen. Des Weiteren wurden die sozioökonomischen Auswirkungen und die Effekte zur Arbeitsplatzbeschaffung dieses Versuchs genauer studiert. Es gab rund 80 Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Studie, die ihre Arbeitszeit in einem Altersheim in Göteborg bei vollem Lohnausgleich auf sechs Stunden pro Tag reduzierten. Die Versuchsgruppe bestand hauptsächlich aus weiblichen Krankenpflegerinnen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie wurden kurz vor, während und nach dem Versuch über ihre Erfahrungen befragt. Zusätzlich wurden auch die pflegebedürftigen Bewohnerinnen und Bewohner des Altersheims interviewt. Als Kontrollgruppe diente ein anderes Altersheim in Göteborg ohne verkürzte Arbeitszeiten.

Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass die Angestellten weniger Krankenstände hatten und dass zusätzlich 14 Krankenpflegerinnen eingestellt werden mussten, um den verkürzten Dienstplan auszugleichen. Im gleichen Zeitraum in der die Studie durchgeführt wurde, gab es in Göteborg einen Anstieg der durchschnittlichen Krankenstände. Allgemein gaben die Befragten an, ausgeglichener, zufriedener und aktiver zu sein als zuvor. Auch die interviewten Senioren gaben an, sich besser betreut gefühlt zu haben und dass die Angestellten mehr Zeit mit ihnen verbrachten.

Durch die positiven Resultate der Studie gab es auch ein großes internationales Medieninteresse daran (Bernmar, 2016). Befürworter einer Arbeitszeitverkürzung werden sich daher durch dieses Ergebnis bestätigt fühlen, den Diskurs über diese Forderung jetzt erst recht weiter zu forcieren. Bis jedoch dem Diskurs auch tatsächlich landesweite Taten bzw. Gesetze zugunsten einer Arbeitszeitverkürzung folgen, wird es wohl noch viele Streitgespräche zwischen den Sozialpartnern geben.

## 5.5 Bedingungsloses Grundeinkommen

Analog zu den Themen Wertschöpfungsabgabe und Arbeitszeitverkürzung wird die Diskussion über ein bedingungsloses Grundeinkommen (BGE) von den jeweiligen Befürwortern und Gegnern mindestens genauso emotional und kontrovers geführt. Kritiker eines BGEs sind zumeist davon überzeugt, dass dieses nicht finanzierbar wäre. Götz Werner, der Gründer der Drogeriemarktkette dm, hat allerdings die Finanzierbarkeit des

Grundeinkommens bereits mehrmals überzeugend dargestellt (Werner, 2007 und Werner & Goehler, 2010). Werner (2007) spricht in diesem Zusammenhang von einer „Entbürokratisierungsdividende“, die dank des Grundeinkommens zahllose Verwalter überflüssig machen würde:

Jeder dritte Euro geht hierzulande [Anm. Deutschland] durch die Hände der Verwalter von Sozialtransfers. Diese Menschen Schritt für Schritt mit Sinnvollerem zu beschäftigen als mit der Durchleuchtung und Schikanierung ihrer Mitbürger, würde Unsummen an Geld sparen und könnte allein schon den Aufschwung neuer Formen von Kultur- und Sozialarbeit befeuern. (Werner, 2007, S. 95)

Werner (2010, S. 221) schlägt ein BGE mit „1000 Euro für jeden“ vor. Der dm-Gründer betont, dass in Deutschland im Jahr 2009 die Sozialausgaben bereits 750 Milliarden Euro betragen. Das wären bei gleichmäßiger Verteilung in etwa 9000 Euro pro Einwohner. Somit seien laut Werner monatlich tausend Euro je Einwohner keine Utopie mehr. Des Weiteren schlägt der Autor für die Finanzierung eines BGEs eine erhebliche Vereinfachung des Steuersystems vor. Er führt aus, dass es in Deutschland mehr als 30 Steuerarten gibt. Dieses hochkomplizierte und wenig effiziente Umverteilungssystem, wofür es eine eigene Berufsgruppe gibt, um das zu verstehen, gehöre laut Werner reformiert und auf ein einziges universales Steuer-Transfer-Instrument zusammengezogen. Der Autor plädiert daher für eine Abschaffung sämtlicher Steuern und die Einführung eines Mehrwertsteuermodells zur Finanzierung des Grundeinkommens. Eine Anpassung der Mehrwertsteuer würde laut Werner zu mehr Transparenz, Gerechtigkeit und Verständnis in der Bevölkerung führen.

Für Werner (2010, S. 38) müsste ein Grundeinkommen vor allem vier Kriterien erfüllen:

- Es müsste existenzsichernd sein
- Es sollte an jede und jeden Einzelnen ausgezahlt werden
- Es dürfte keine Bedürftigkeitsprüfung geben
- Kein Zwang zur Arbeit

Werner wird bei seinen Vorträgen regelmäßig die Frage gestellt, wer denn bei einem Grundeinkommen noch die ungeliebten Arbeiten macht. Dabei gibt es laut Werner drei Möglichkeiten, mit ungeliebten Arbeiten umzugehen: sie besser bezahlen, sie selber

machen, sie automatisieren. In diesem Zusammenhang wird auch oft die Müllabfuhr erwähnt („Wer macht den Dreck weg?“). In vielen Städten ist jedoch der Vorgang der Müllbeseitigung bereits weitestgehend automatisiert. Moderne Mülltransporter haben automatische Greifarme, die den Müllcontainer gezielt entleeren können. Der Mülltransporter wird lediglich von einer Fahrerin oder einem Fahrer gesteuert, die/der im Trockenen sitzt, ohne sich dabei die Hände schmutzig zu machen. Aber wie wir bereits in den vorhergehenden Kapiteln gelernt haben, wird es mit hoher Wahrscheinlichkeit auch diesen Beruf in absehbarer Zeit nicht mehr geben, da ein überwiegender Großteil der zukünftigen Müllbeseitigung vollautomatisch ablaufen wird.

Ein weiterer Einwand, der von Kritikern eines BGEs oft eingebracht wird, ist die Annahme, dass bei einer tatsächlichen Einführung eines Grundeinkommens, keiner mehr arbeiten würde („Wer geht dann noch arbeiten?“). Diese Annahme basiert zumeist auf einem zwiesgespaltenen Menschenbild. Wenn man selbst gefragt wird, ob man trotz Grundeinkommens dann noch überhaupt arbeiten würde, bejaht das eine überwiegende Mehrheit. Laut Umfragen (Werner, 2010), die in diesem Zusammenhang durchgeführt wurden, würden rund 90 Prozent der Bevölkerung nach wie vor arbeiten gehen. Gegenüber seinen Mitbürgern sind jedoch viele Leute skeptisch, ob die ebenfalls so handeln würden („Also ich würde schon arbeiten gehen, aber die anderen nicht.“). Dieses verzerrte Bild von Selbst- und Fremdeinschätzung findet man auch nur allzu oft im täglichen Leben. Viele Menschen - vor allem Männer - sind beispielsweise davon überzeugt, dass sie gute Autofahrer sind, aber „die anderen“ eben nicht. Was übrigens viele Kritiker eines BGEs übersehen, ist die Tatsache, dass die Bessergestellten in unserer Gesellschaft laut Bruenig (2017) bereits ein leistungsloses und bedingungsloses Grundeinkommen beziehen, nämlich aus deren Kapitaleinkünften (Zinsen, Mieten und Dividenden). In Österreich betragen diese Kapitaleinkünfte rund 30 Prozent des Volkseinkommens.

Auch bei der Einführung eines Grundeinkommens ist wieder ein skandinavisches Land Vorreiter, nämlich Finnland. Dort wird in einem Pilotprojekt über zwei Jahre getestet, wie sich ein Grundeinkommen auf die Arbeitsmoral von 2000 zufällig ausgewählten Arbeitslosen auswirkt. Die Höhe des Grundeinkommens ist mit monatlich 560 Euro jedoch relativ gering. Weiters soll mit dieser Studie untersucht werden, ob die Einführung des BGEs auch zum Abbau von Bürokratie beitragen kann. In den

Niederlanden findet in Utrecht derzeit ein ähnliches Projekt statt. Dort bekommen 250 sozial Schwache ebenfalls völlig bedingungslos monatlich 900 Euro (Grimm, 2016).

Die Diskussion über ein BGE nimmt nicht zuletzt dank prominenter Vertreter immer mehr an Fahrt auf. Neben Götz Werner sprechen sich beispielsweise auch der Telekom-Chef Timotheus Höttges, der Ökonom Thomas Straubhaar und der Siemens-Chef Joe Kaeser für ein Grundeinkommen aus (Grimm, 2016). Und nicht zuletzt ist der in dieser vorliegenden Arbeit oftmals zitierte IT-Spezialist Martin Ford ein Befürworter eines Grundeinkommens. Für Siemens-Chef Kaeser ist klar, dass aufgrund der zunehmenden Digitalisierung „eine Art Grundeinkommen völlig unvermeidlich“ sei (Bilir, 2016). Aber auch hier gilt wie bei den vorangegangenen Vorschlägen zur Abmilderung der Auswirkungen der Digitalisierung, dass der Diskurs über ein BGE noch lange nicht abgeschlossen ist.

## 5.6 Open Source Wirtschaft

Wer bereits Schwierigkeiten mit den Vorschlägen der vorherigen Kapiteln hatte und an deren Umsetzbarkeit bzw. Praxistauglichkeit gezweifelt hat, der sei hier gewarnt, denn dann wird dieser letzte Vorschlag für jene Leute noch viel abstruser und realitätsferner klingen. Und zwar geht es hier um ein Wirtschaftsmodell, das gänzlich auf Geld verzichtet. Es muss allerdings im Voraus erwähnt werden, dass dieses Wirtschaftsmodell hier im besten Fall grob umrissen werden kann, da diese Thematik genug Stoff für eine eigene Arbeit bieten würde. Es soll auch nicht auf die einzelnen Kritikpunkte dieses Wirtschaftsmodells eingegangen werden, denn diese wird es gewiss zahlreich geben, aber eine genauere Abhandlung würde hier den Rahmen sprengen.

Joseph, McLeish und Berkowitz (2014) argumentieren, dass unser Leben in erster Linie durch natürliche Rahmenbedingungen (beispielsweise die begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen oder die Auswirkungen der Ausbeutung dieser Ressourcen auf Mensch und Umwelt) bestimmt wird. Auch Wirtschaftssysteme agieren innerhalb dieser natürlichen Rahmenbedingungen. Joseph et al. (2014) kritisieren am bestehenden marktwirtschaftlichen System, dass sich dieses hauptsächlich durch einen konjunkturbedingten, zyklischen Konsum („cyclical consumption“) definiert. Effizienz und Nachhaltigkeit im technischen Sinne spielen in einer Marktwirtschaft laut Joseph et al. im besten Fall eine untergeordnete Rolle. Jegliche Form von Umweltverschmutzung (wie z.B. die Verschmutzung der Meere oder die Anhäufung von Abfällen) wird in einem marktwirtschaftlichen Kontext als „externer Effekt“

(„externality“) bezeichnet. Für eine Marktwirtschaft hat daher laut den Autoren eine intakte Umwelt (wie z.B. saubere Luft und sauberes Wasser) oder die menschliche Gesundheit (durch z.B. gesunde Ernährung) keine Priorität. Die „externen Effekte“ haben jedoch negative Auswirkungen auf die Lebensqualität von allen Menschen, speziell der nachkommenden Generationen. Joseph et al. schlagen daher ein alternatives Wirtschaftsmodell vor, wo die Erhaltung der Umwelt und die Gesundheit der Menschen die Basis jeder wirtschaftlichen Tätigkeit wäre.

Vertreterinnen und Vertreter einer sogenannten Open Source Wirtschaft, die alternativ auch ressourcenbasierte Wirtschaft genannt wird (im Gegensatz zur derzeitigen geldbasierten Wirtschaft), sind davon überzeugt, dass die Ideale der Open Source Initiative aus der IT-Branche auch auf eine Gesellschaft übertragen werden können. Diese Ideale basieren hauptsächlich auf Transparenz (das englische open source kann mit quelloffen übersetzt werden), Kooperation und Nachhaltigkeit.

Prinzipiell geht es bei diesem Wirtschaftsmodell um ein intelligentes Management von Ressourcen. Nicht der Profit oder der Umlauf des Geldes spielen eine Rolle, denn das wäre ja nach der Idealvorstellung abgeschafft, sondern Effizienz und Nachhaltigkeit würden im Vordergrund stehen. Unternehmen im herkömmlichen Sinne würde es nicht mehr geben, vielmehr gäbe es Beteiligte an verschiedenen Projekten. Kennzeichnend für diese Projekte wäre ihre Selbstverwaltung. Ähnlich der digitalen Zusammenarbeit bei Open Source Projekten (siehe beispielsweise Linux, Android, Wikipedia, Libre Office, VLC-Player uvm.) würden gesellschaftliche Projekte gemeinschaftlich organisiert und durchgeführt werden. Erste Ansätze, die in diese Richtung gehen und die Werte der Open Source Bewegung von der digitalen in die physische Welt übertragen wollen, gibt es bereits. Open Source Ecology ([opensourceecology.org](http://opensourceecology.org)), Precious Plastic ([preciousplastic.com](http://preciousplastic.com)) und die Zeitgeist Bewegung ([thezeitgeistmovement.com](http://thezeitgeistmovement.com)) sind wohl die namhaftesten Vertreter dieser Richtung.

Aufgrund des Nachhaltigkeitsprinzips würde in so einem Wirtschaftsmodell beispielsweise die geplante Obsoleszenz, also die geplante Alterung mit Sollbruchstellen in Produkten, ebenfalls der Vergangenheit angehören. Des Weiteren wären jegliche Institutionen, die heutzutage noch ausschließlich mit der Geldschöpfung oder dem Geldtransfer - also dem Versenden von digitalen Zahlen von einem Computer zu einem anderen (Banken, Versicherungen, Börsen usw.) - beschäftigt sind, in einer Open Source Wirtschaft völlig überflüssig, denn sie haben nichts mit der Schaffung von realen/physischen Werten zu tun.

Ein weiteres zentrales Prinzip dieses Wirtschaftsmodells wäre die wissenschaftliche Methode. Es würde auch keine Patente mehr geben, da diese nur in einer geldbasierten Wirtschaft Sinn machen.

Eine fortschreitende Automatisierung und Digitalisierung der Tätigkeiten wäre in so einem Wirtschaftsmodell ausdrücklich erwünscht, denn herkömmliche Arbeitslosigkeit wie wir sie in unserem heutigen Wirtschaftssystem kennen, würde es nicht mehr geben. Ähnlich wie beim BGE würde es nämlich keinen Zwang zur Arbeit geben. Jede/jeder kann sich je nach Talent und Interesse sinnvoll in die Gesellschaft einbringen. Bei einer Open Source Wirtschaft handelt es sich um eine Idealvorstellung, wo jede/jeder die Werte (Transparenz, Kooperation und Nachhaltigkeit) dieses Systems verinnerlicht hat. Es würde daher auch keine/keiner eine Gegenleistung für eine erbrachte Leistung erwarten. Ähnlich wie wir bereits heute beispielsweise von den eigenen Kindern keine Gegenleistung bzw. Bezahlung für deren Erziehung erwarten. Daher ist dieses Wirtschaftsmodell auch nicht mit einer auf Tausch basierenden Wirtschaft zu verwechseln.

Der Grundgedanke dieses neuen Wirtschaftsmodells kann wohl am besten mit dem Satz von Johann Gottfried Frey zusammengefasst werden: „Zutrauen veredelt den Menschen, ewige Vormundschaft hemmt sein Reifen.“ Auch wenn diese Idealvorstellung derzeit wie Träumerei klingt, ist es dennoch wichtig, diese Utopie zumindest vorzustellen und daher auch denkbar zu machen. Einige Idealisten/Utopisten leben bereits diesen Traum einer Welt ohne Geld.

## 5.7 Zusammenfassung

Welche der oben genannten Vorschläge in absehbarer Zeit auch tatsächlich umgesetzt werden bleibt Spekulation. Prognosen sind ja bekanntlich schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen. Dass man sich nicht von heute auf morgen auf ein Grundeinkommen oder gar auf die Abschaffung des Geldes einigen wird, ist klar. Solchen Forderungen bzw. Idealvorstellungen gehen meist jahrzehntelange Diskussionen voraus.

Die Diskussion über eine Wertschöpfungsabgabe oder Arbeitszeitverkürzung ist allerdings bereits seit Langem im Gange. Da diese zwei Vorschläge im Vergleich zum Grundeinkommen und zur Open Source Wirtschaft auch die mit Abstand am wenigsten radikalen Vorschläge sind, räume ich ihnen auch die besten Chancen ein, dass sie in den kommenden fünf bis zehn Jahren in verschiedenen europäischen Ländern vermehrt umgesetzt werden. Aber auch eine landesweite Einführung eines Grundeinkommens halte ich nicht für völlig abwegig - im Gegenteil. Dies wird vor allem vom Verlauf der ersten

Praxisversuche, wie sie eben in Finnland und den Niederlanden gestartet wurden, abhängen. Vieles wird aber auch davon abhängen, wie sehr und wie schnell sich die Verhältnisse am Arbeitsmarkt zuspitzen. Wenn beispielsweise die ersten vollständig autonom fahrenden Fahrzeuge (Level 5) in den nächsten drei bis fünf Jahren auf den Markt kommen und bis dahin auch alle gesetzlichen Hürden für deren Einsatz geregelt sind, wird wahrscheinlich die erste Welle der technologischen Arbeitslosigkeit auf uns zukommen. Welches Taxiunternehmen würde in einem profitorientierten Marktumfeld dann noch freiwillig auf menschliche Fahrer setzen, wenn eine Maschine diese Arbeit sicherer, effizienter und vor allem billiger verrichten kann? Meine Prognose lautet: keines. Sobald ein Unternehmen damit angefangen hat, fahrerlose Autos in den Dienst zu stellen und es dadurch günstigere Preise anbieten kann (siehe Uber mit seinen ersten Versuchen von Robotertaxis in Pittsburgh), werden andere Unternehmen relativ rasch nachziehen müssen oder sie werden vom Markt verdrängt. Dies gilt natürlich nicht nur für die Taxibranche, sondern vor allem auch für Produktionsbetriebe und sämtliche Arbeitsplätze, wo Routinetätigkeiten vorherrschend sind.

Diese erste Welle der technologischen Arbeitslosigkeit könnte allerdings auch den Weg für neue Reformen am Arbeitsmarkt ebnen. Insofern sollen die neuen Technologien nicht unbedingt als Jobkiller betrachtet werden, sondern vielmehr als Chance für einen gerechteren Arbeitsmarkt.

## 6 Conclusio

Wir leben zweifellos in einer spannenden Zeit. Schlagwörter wie „Industrie 4.0“, „Digitalisierung“, „Automatisierung“ und „exponentielles Wachstum“ sind mittlerweile in fast aller Munde. Dass die fortschreitende Digitalisierung der Arbeitsplätze nicht folgenlos bleiben wird, dürfte mittlerweile wohl auch dem letzten Skeptiker klar sein. Allerdings spalten sich auch bei diesem Thema - wie so oft - die Ansichten in zwei Lager. Grob zusammengefasst gibt es jene Leute, die davon ausgehen, dass wir wie bisher auch in Zukunft genügend neue Arbeitsplätze schaffen können, um den Großteil der Bevölkerung zu beschäftigen. Demgegenüber steht die Ansicht des anderen Lagers, dem offen gesagt auch der Autor der vorliegenden Arbeit angehört, dass es diesmal anders ist als in der Vergangenheit bezüglich der Schaffung neuer Arbeitsplätze. Jene Firmen, die selbst im Bereich KI oder Automatisierung tätig sind, betonen zwar stets, dass deren Produkte lediglich eine Ergänzung oder zusätzliche Steigerung („augmentation“) der menschlichen

Arbeitskraft seien. Am Wahrheitsgehalt dieser Aussagen darf jedoch gezweifelt werden. Vielmehr ist das eine politisch korrekte Formulierung jener Firmen, um etwaigen gesellschaftlichen und politischen Gegenwind zu minimieren.

Nur ganz wenige Firmen in der Automatisierungsbranche geben ganz offen zu, was das erklärte Ziel ist, nämlich der Ersatz der menschlichen Arbeitskraft durch eine Maschine. So machte beispielsweise Alexandros Vardakostas, der Mitgründer von Momentum Machines (eine Automatisierungsfirma, die die Zubereitung von Burgern in Fast-Food-Ketten automatisieren will), in einem Interview mit Xconomy (Robinson, 2016) keinen Hehl aus den Ambitionen seiner Firma: „Our device isn't meant to make employees more efficient. It's meant to completely obviate them.“ So eine klare Ansage ist definitiv eine Ausnahme in dieser Branche.

Im Oktober 2016 hat die damalige amerikanische Regierung unter Barack Obama einen Bericht mit dem Titel „Preparing for the future of artificial intelligence“ veröffentlicht. Dieser Bericht beschreibt ähnlich wie die vorliegende Arbeit sowohl die Chancen als auch die Herausforderungen einer fortschrittlichen KI. Er zeigt aber vor allem auch eines, dass sich die Politik mit diesem Thema auseinandersetzt und es ernst nimmt.

Ein ähnliches Ziel hat auch die vorliegende Arbeit verfolgt. Sie sollte die unterschiedlichen Technologien, die sich potenziell negativ auf die Beschäftigung auswirken, vorstellen und den Diskurs darüber anregen. Gemacht wurde das zunächst mit einem Blick in die Geschichte der Industrialisierung und einem danach erfolgten Ausblick auf sich in der Entwicklung befindliche bzw. zukünftige Technologien. Ein Studienvergleich zu der Thematik und eine abschließende Vorstellung der unterschiedlichen wirtschaftspolitischen Möglichkeiten, um den Herausforderungen am Arbeitsmarkt zu begegnen, bringen diese Arbeit zu einem Abschluss. Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit sind jedoch ambivalent, da niemand genaue Aussagen über die Zukunft treffen kann. Es können lediglich Trends erkannt und analysiert werden, eine Interpretation dieser Trends wird jedoch zumeist durch die eigene Weltanschauung gefärbt.

# Literaturverzeichnis

Apple. *October Event*. Zugriff am 30. Oktober 2016 unter <http://www.apple.com/apple-events/october-2016/>

Amazon. *Amazon Go*. Zugriff am 05. Dezember 2016 unter <https://www.amazon.com/b?node=16008589011>

Aron, J. (2016). *Revealed: Google's plan for quantum computer supremacy*. Zugriff am 08. September 2016 unter <https://www.newscientist.com/article/mg23130894-000-revealed-googles-plan-for-quantum-computer-supremacy/>

Autor, D. (2014). *Polanyi's Paradox and the Shape of Employment Growth*. Paper prepared for Federal Reserve Bank of Kansas, Jackson Hole Conference, August 22, 2014.

Autor, D. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3), 3-30.

Banken, R. (1993). Die Diffusion der Dampfmaschine in Preußen um 1830. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*. 219-248.

Barnatt, C. (2013). *3D printing. The next industrial revolution*. Nottingham: ExplainingTheFuture.com

Barrat, J. (2013). *Our final invention. Artificial intelligence and the end of the human era*. New York: Thomas Dunne Books.

Barroso, L.A. (2016). *The Roofshot Manifesto*. Zugriff am 15. Juli 2016 unter <https://rework.withgoogle.com/blog/the-roofshot-manifesto/>

Beck, S. (2011). *Die Weltwirtschaftskrise der 1930er Jahre in Deutschland. Ursachen, Verlauf und Maßnahmen der Wirtschaftspolitik*. Hamburg: Diplomica.

- Becker, J. (2016). *Hände weg vom Lenkrad*. Zugriff am 02. Oktober 2016 unter <http://www.sueddeutsche.de/auto/elektronikmesse-ces-haende-weg-vom-lenkrad-1.2808059>
- Beer, K. (2016). *Ford will 2021 selbstfahrende Autos in Serie bauen*. Zugriff am 02. Oktober 2016 unter <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Ford-will-2021-selbstfahrende-Autos-in-Serie-bauen-3297062.html>
- Beiersmann, S. (2016). *Smartphones: Android steigert Marktanteil auf 84 Prozent*. Zugriff am 17. Dezember 2016 unter <http://www.zdnet.de/88269806/smartphones-android-steigert-marktanteil-auf-84-prozent/>
- Bernmar, D. (2016). 6-hour workday. A trial in Gothenburg. In N. Bergmann & C. Sorger (Hrsg.), *Sozialpolitik in Diskussion* (Bd. 18, S. 83-86). Wien: Arbeiterkammer.
- Beveridge, W.H. (1945). *Full employment in a free society. A report*. London: Allen & Unwin.
- Bilir, P. (2016). *Der Siemens-Chef erklärt perfekt, warum wir das bedingungslose Grundeinkommen brauchen*. Zugriff am 07. Februar 2017 unter <http://www.businessinsider.de/siemens-chef-joe-kaeser-fordert-das-bedingungslose-grundeinkommen-2016-11>
- Boeing, N. (2014). *Neue Jobs für Roboter*. Zugriff am 04. Dezember 2016 unter <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/02/roboer-robotik-arbeitsmarkt>
- Bonin, H., Gregory, T. & Zierahn, U. (2015). *Übertragung der Studie von Frey/Osborne auf Deutschland*. Mannheim: ZEW.
- Borchers, D. (2006). *Vor 50 Jahren: IBM stellt erste Festplatte vor*. Zugriff am 09. September 2016 unter <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Vor-50-Jahren-IBM-stellt-erste-Festplatte-vor-161830.html>
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence. Paths, dangers, strategies*. Oxford: Oxford University Press.

Bruenig, M. (2017). *The UBI already exists for the 1%*. Zugriff am 09. Februar 2017 unter <https://medium.com/@MattBruenig/the-ubi-already-exists-for-the-1-d3a49fad0580#mk1no9lu2>

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*. Massachusetts: Digital Frontier Press.

Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The second machine age. Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: Norton & Company.

Brynjolfsson, E. (2016). *Here are the 15 biggest jobs in America*. Zugriff am 05. Dezember 2016 unter <https://twitter.com/erikbryn/status/802530206678323200>

Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz. *Die Einkommensverteilung in Österreich*. Zugriff am 31. Juli 2016 unter [https://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/1/6/3/CH2088/CMS1313745345149/broschuere\\_einkommensverteilung.pdf](https://www.sozialministerium.at/cms/site/attachments/1/6/3/CH2088/CMS1313745345149/broschuere_einkommensverteilung.pdf)

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. *Wenn Roboter unseren Job machen: Die Arbeitswelt im digitalen Umbruch*. Zugriff am 10. Jänner 2017 unter [https://gallery.mailchimp.com/74e7fcdceec4eb74adb165fb7/files/Einladung\\_forum\\_bmvit\\_Nov2016.pdf](https://gallery.mailchimp.com/74e7fcdceec4eb74adb165fb7/files/Einladung_forum_bmvit_Nov2016.pdf)

Cbinsights. (2016). *The Race For AI. Google, Twitter, Intel, Apple In A Rush To Grab Artificial Intelligence Startups*. Zugriff am 24. Oktober 2016 unter <https://www.cbinsights.com/blog/top-acquirers-ai-startups-ma-timeline/>

Clover, J. (2016). *Samsung announces 512GB NVMe SSD that's smaller than a stamp*. Zugriff am 09. September 2016 unter <http://www.macrumors.com/2016/05/31/samsung-ultra-small-nvme-512gb-ssd/>

Cutress, I. (2015). *The Intel Skylake Mobile and Desktop Launch, with Architecture Analysis*. Zugriff am 10. August 2016 unter <http://www.anandtech.com/show/9582/intel-skylake-mobile-desktop-launch-architecture-analysis>

- Cutress, I. (2016). *Intel's "Tick-Tock" seemingly dead, becomes "Process-Architecture-Optimization"*. Zugriff am 08. September 2016 unter <http://www.anandtech.com/show/10183/intels-tick-tock-seemingly-dead-becomes-process-architecture-optimization>
- Der Rechnungshof. *Einkommensbericht 2014*. Zugriff am 23. Juli 2016 unter [http://www.rechnungshof.gv.at/fileadmin/downloads/\\_jahre/2014/aktuelles/presse/kurzfassungen/bund/Kurzfassung\\_Einkommensbericht.pdf](http://www.rechnungshof.gv.at/fileadmin/downloads/_jahre/2014/aktuelles/presse/kurzfassungen/bund/Kurzfassung_Einkommensbericht.pdf)
- Doll, N. (2016). *Die Taxi-Branche attackiert Sigmar Gabriel*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <https://www.welt.de/wirtschaft/article158471196/Die-Taxi-Branche-attackiert-Sigmar-Gabriel.html>
- Dorrier, J. (2016). *Will the end of Moore's law halt computing's exponential rise?* Zugriff am 10. August 2016 unter <http://singularityhub.com/2016/03/08/will-the-end-of-moores-law-halt-computings-exponential-rise/>
- Eichmann, H. & Nocker, M. (2015). *Die Zukunft der Beschäftigung in Wien - Trendanalysen auf Branchenebene*. Zugriff am 19. Dezember 2016 unter <https://www.wien.gv.at/wirtschaft/standort/pdf/beschaeftigung-trendanalysen-branchen.pdf>
- Estes, A. (2014). *IBM's Watson is now the size of 3 pizza boxes - It's also a billionaire*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <http://gizmodo.com/ibms-watson-is-now-the-size-of-3-pizza-boxes-its-als-1497914636>
- Eurostat. *Beschäftigungsstatistik 2015*. Zugriff am 23. Juli 2016 unter [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Employment\\_statistics/de](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Employment_statistics/de)
- Evans, R. & Gao, J. (2016). *DeepMind AI reduces Google data centre cooling bill by 40%*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40/>
- Fadler, A. (2014). *Der Zukunft verpflichtet. Im Gedenken an den Visionär Alfred Dallinger*. Wien: ÖGB-Verlag.

- Ford, M. (2015). *Rise of the robots. Technology and the threat of a jobless future*. New York: Basic Books.
- Frey C. & Osborne M. (2013). *The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: Oxford University Press. Zugriff am 7. März 2016 unter <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/1314>
- Fuß, P. (2016). *Die Automobilindustrie in Deutschland 2006 bis 2015*. Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung. Zugriff am 23. Mai 2016 unter [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Automobilindustrie-in-Deutschland-2016/\\$FILE/EY-Automobilindustrie-in-Deutschland-2016.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Automobilindustrie-in-Deutschland-2016/$FILE/EY-Automobilindustrie-in-Deutschland-2016.pdf)
- Germis, C. (2016). VW-Personalchef: Elektromobilität wird Zehntausende Jobs kosten. Zugriff am 30. Oktober 2016 unter <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/neue-mobilitaet/vw-personalchef-elektromobilitaet-wird-zehntausende-jobs-kosten-14502483.html>
- Gordon, R. J. (2016). *The rise and fall of American growth. The U.S. standard of living since the civil war*. New Jersey: Princeton University Press.
- Gref, L. (2010). *The rise and fall of American technology*. New York: Algora Publishing.
- Grimm, K. (2016). *Macht das Grundeinkommen faul - oder frei?* Zugriff am 07. Februar 2017 unter <http://www.stern.de/wirtschaft/grundeinkommen-finnland-bedingungslos-deutschland-6678296.html>
- Guldner, J. (2015). *Sechs Euro pro Stunde für einen Roboter*. Zugriff am 04. Dezember 2016 unter <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-04/digitalisierung-industrie-roboter-hannover-messe>
- Handelsblatt. (2016). *Uber will die Fahrer abschaffen*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/selbstfahrende-autos-uber-will-die-fahrer-abschaffen/14426044.html>

- Hassabis, D. (2016). *Artificial intelligence and the future*. Vortrag vor der Royal Society of Arts. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <https://www.youtube.com/watch?v=i3IEG6aRGm8>
- Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Zugriff am 22. Jänner 2017 unter [http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie\\_IB\\_Wirksamkeit\\_digitale\\_Medien\\_im\\_Unterricht\\_2014.pdf](http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf)
- Holdren, J.P. (2016). *Preparing for the future of artificial intelligence*. Zugriff am 09. Februar 2017 unter [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse\\_files/microsites/ostp/NSTC/preparing\\_for\\_the\\_future\\_of\\_ai.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf)
- IBM. *IBM Watson*. Zugriff am 30. Oktober 2016 unter <http://www.ibm.com/watson/>
- Jaimovich, N. & Siu, H. (2012). *The Trend is the Cycle. Job Polarization and Jobless Recoveries*. Zugriff am 05. Juni 2016 unter <http://www.nber.org/papers/w18334.pdf>
- Jennings, K. (2011). *My puny human brain*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter [http://www.slate.com/articles/arts/culturebox/2011/02/my\\_puny\\_human\\_brain.html](http://www.slate.com/articles/arts/culturebox/2011/02/my_puny_human_brain.html)
- Jensen, R. J. (1989). The causes and cures of unemployment in the great depression. *Journal of Interdisciplinary History*, 19 (4), 553-583.
- Joseph, P., McLeish, B. & Berkowitz, M. (2014). *The Zeitgeist Movement defined. Realizing a new train of thought*. Non-profit text published under the Creative Commons 4.0 attribution.
- Kagermann, H. (2016). *Die Arbeiter bleiben in der Fabrik*. Zugriff am 17. Dezember 2016 unter <http://www.faz.net/aktuell/beruf-chance/arbeitswelt/fuehrt-digitalisierung-in-der-arbeitswelt-zum-job-verlust-14069000.html>
- Keynes, J. M. (1963). *Essays in persuasion*. New York: Norton & Company. (Original veröffentlicht 1930).

- Koller, P. (2013). *1956: Die erste Festplatte kommt auf den Markt*. Zugriff am 09. September 2016 unter <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/speicher/articles/418124/>
- Kreitz, A. (2008). Optimale Organisation der Wertschöpfung internationaler Unternehmen. Modellhafte Abbildung und Vergleich organisatorischer Idealtypen. In H. Lindstädt (Hrsg.), *Schriften zu Management, Organisation und Information* (Bd. 14). München und Mering: Rainer Hampp Verlag.
- Kurzweil, R. (2005). *The singularity is near. When humans transcend biology*. New York: Viking.
- Kurzweil, R. (2013). *The future of Moore's law*. Zugriff am 10. August 2016 unter <http://www.kurzweilai.net/ask-ray-the-future-of-moores-law>
- Lackner, H. (2003). Die Geschichte der Dampfmaschine. Historische Entwicklung, Industriegeschichte, Technische Denkmale (Book Review). *Technology and Culture*, 44 (2). 386-387.
- Levandovski, A. & Kalanick, T. (2016). *Pittsburgh, your Self-Driving Uber is arriving now*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <https://newsroom.uber.com/pittsburgh-self-driving-uber/>
- Levy, F. & Murnane, R. (2004). *The new division of labor. How computers are creating the next job market*. New Jersey: Princeton University Press.
- Linszbauer, W. (2016). *Das Autoland Österreich*. Zugriff am 23. Mai 2016 unter [http://www.fahrzeugindustrie.at/fileadmin/content/Zahlen\\_\\_\\_Fakten/Wirtschaftsfaktor\\_Automobil/Autoland\\_%C3%96sterreich\\_2015.pdf](http://www.fahrzeugindustrie.at/fileadmin/content/Zahlen___Fakten/Wirtschaftsfaktor_Automobil/Autoland_%C3%96sterreich_2015.pdf)
- Malecek, A. (2016). *For first time, carbon nanotube transistors outperform silicon*. Zugriff am 08. September 2016 unter <http://news.wisc.edu/for-first-time-carbon-nanotube-transistors-outperform-silicon/>

- Martin, S. (2014). *A Closer Look at HP's First 3D Printer and Multi Jet Fusion Technology*. Zugriff am 21. Oktober 2016 unter <http://www.solidsmack.com/cad-design-news/closer-look-hps-first-3d-printer-multi-jet-fusion-technology/>
- Mayrus, M. (2015). *Bildung in Österreich - aktuelle Zahlen, Daten und Fakten*. Zugriff am 18. Jänner 2017 unter [https://www.wko.at/Content.Node/Interessenvertretung/Aus--und-Weiterbildung/w/Statistisches-Jahrbuch-2015\\_3.pdf](https://www.wko.at/Content.Node/Interessenvertretung/Aus--und-Weiterbildung/w/Statistisches-Jahrbuch-2015_3.pdf)
- Metz, K. H. (2006). *Ursprünge der Zukunft. Die Geschichte der Technik in der westlichen Zivilisation*. Paderborn: Schöningh.
- Meyer, A. (2016). *Künstliche Organe aus dem 3D-Drucker*. Zugriff am 16. Oktober 2016 unter [http://www.deutschlandfunk.de/leben-wie-gedruckt-kuenstliche-organe-aus-dem-3d-drucker.676.de.html?dram:article\\_id=345736](http://www.deutschlandfunk.de/leben-wie-gedruckt-kuenstliche-organe-aus-dem-3d-drucker.676.de.html?dram:article_id=345736)
- Mishel, L. (2012). *The wedges between productivity and median compensation growth*. Zugriff am 26. Mai 2016 unter <http://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>
- Moore, G. (1965). *Cramming more components onto integrated circuits*. Zugriff am 07. August 2016 unter [http://download.intel.com/sites/channel/museum/Moores\\_Law/Articles-Press\\_Releases/Gordon\\_Moore\\_1965\\_Article.pdf](http://download.intel.com/sites/channel/museum/Moores_Law/Articles-Press_Releases/Gordon_Moore_1965_Article.pdf)
- Pfeiffer, S. (2016). *WEF-Studie zu Jobverlusten durch die Digitalisierung fraglich*. Zugriff am 17. Dezember 2016 unter <https://www.sabine-pfeiffer.de/blog-details/wef-studie-zu-jobverlusten-durch-die-digitalisierung-fraglich>
- Pressler, F. (2013). *Die erste Weltwirtschaftskrise. Eine kleine Geschichte der großen Depression*. München: Beck.
- Radkau, J. (2008). *Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis heute*. Frankfurt: Campus Verlag.

- Reese, H. (2016). *Autonomous driving levels 0 to 5: Understanding the differences*. Zugriff am 22. Jänner 2017 unter <http://www.techrepublic.com/article/autonomous-driving-levels-0-to-5-understanding-the-differences/>
- Robinson, M. (2016). *This robot-powered restaurant could put fast food workers out of a job*. Zugriff am 09. Februar 2017 unter <http://www.businessinsider.com/momentum-machines-is-hiring-2016-6?IR=T>
- Rook, H. (1986). 200. Jahrestag der Inbetriebnahme der ersten deutschen Dampfmaschine in Hettstedt. *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*. 227-229.
- Rötzer, F. (2016). *China: Foxconn hat angeblich in einer Fabrik 60.000 Arbeiter durch Roboter ersetzt*. Zugriff am 16. Oktober 2016 unter <http://www.heise.de/tp/artikel/48/48376/1.html>
- Sainato, M. (2015). *Stephen Hawking, Elon Musk, and Bill Gates warn about artificial intelligence*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <http://observer.com/2015/08/stephen-hawking-elon-musk-and-bill-gates-warn-about-artificial-intelligence/>
- Sauter, M. (2016). *Uber testet selbstfahrende Taxis in Nordamerika*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <http://www.golem.de/news/pittsburgh-uber-testet-selbstfahrende-taxis-in-nordamerika-1609-123304.html>
- Schaller, R. (1997). *Moore's law: past, present, and future*. Zugriff am 07. August 2016 unter <http://mprc.pku.edu.cn/courses/organization/autumn2013/paper/Moore's%20Law/Moore's%20law%20past,%20present%20and%20future.pdf>
- Scherz, E. (2016). Kürzer arbeiten - leichter leben! In N. Bergmann & C. Sorger (Hrsg.), *Sozialpolitik in Diskussion* (Bd. 18, S. 67-70). Wien: Arbeiterkammer.
- Seba, T. (2016). *Clean Disruption*. Vortrag auf dem „Green Business Summit“ in Kopenhagen. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <http://gronfond.dk/wp-content/uploads/2016/09/Tony-Seba-part-1.pdf>

- Simonite, T. (2016). *Google's new service translates languages almost as well as humans can*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <https://www.technologyreview.com/s/602480/googles-new-service-translates-languages-almost-as-well-as-humans-can/>
- Schumpeter, J.A. (1975). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Harper. (Original veröffentlicht 1942).
- Schwarz, A. (2001). Maschinensturm. Protest und Widerstand gegen technische Neuerungen am Anfang der Industrialisierung (Book Review). *Historische Zeitschrift*, 273(3), 787-788.
- Smith, R. (2016). *NVIDIA Announces "NVIDIA Titan X" Video Card: \$1200, Available August 2nd*. Zugriff am 16. September 2016 unter <http://www.anandtech.com/show/10510/nvidia-announces-nvidia-titan-x-video-card-1200-available-august-2nd>
- Smith, R. (2016b). *Analyzing Sony's PlayStation 4 Pro Hardware Reveal: What Lies Beneath*. Zugriff am 16. September 2016 unter <http://www.anandtech.com/show/10663/analyzing-sonys-playstation-4-pro-announcement>
- Spehr, M. (2000). *Maschinensturm. Protest und Widerstand gegen technische Neuerungen am Anfang der Industrialisierung*. Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Stauffer, D. (1991). Mega-, Giga- und Tera-Flops. Physik mit Supercomputern. *Physik in unserer Zeit*, 22(4), 175-179.
- Statista. *Anzahl registrierter Kraftfahrzeuge weltweit in den Jahren 2005 bis 2014*. Zugriff am 23. Mai 2016 unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/244999/umfrage/weltweiter-pkw-und-nutzfahrzeugbestand/>
- Statista. *Beschäftigte in der deutschen Automobilindustrie in den Jahren 2005 bis 2015*. Zugriff am 23. Mai 2016 unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/30703/umfrage/beschaefigtetenzahl-in-der-automobilindustrie/>

Statistik Austria. *Arbeitslose*. Zugriff am 29. November 2016 unter

[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/arbeitsmarkt/arbeitslose\\_arbeitssuchende/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/arbeitsmarkt/arbeitslose_arbeitssuchende/index.html)

Statistik Austria. *Beschäftigung und Arbeitsmarkt*. Zugriff am 29. November 2016 unter

[https://www.statistik.at/web\\_de/services/stat\\_uebersichten/beschaeftigung\\_und\\_arbeitsmarkt/index.html](https://www.statistik.at/web_de/services/stat_uebersichten/beschaeftigung_und_arbeitsmarkt/index.html)

Statistik Austria. *Betriebliche Weiterbildung*. Zugriff am 19. Jänner 2017 unter

[http://www.statistik.at/web\\_de/presse/068979.html](http://www.statistik.at/web_de/presse/068979.html)

Statistik Austria. *Personen nutzen Mobiltelefon, Laptop, Netbook oder Tablet für den Internetzugang unterwegs 2015*. Zugriff am 07. August 2016 unter

[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/informationsgesellschaft/ikt-einsatz\\_in\\_haushalten/022210.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/informationsgesellschaft/ikt-einsatz_in_haushalten/022210.html)

Statistik Austria. *Produktivitätsindex*. Zugriff am 07. November 2016 unter

[https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wirtschaft/produktion\\_und\\_bauwesen/konjunkturdaten/produktivitaetsindex/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/produktion_und_bauwesen/konjunkturdaten/produktivitaetsindex/index.html)

Statistik Austria. *Unfälle mit Personenschaden*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter

[http://www.statistik-austria.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/verkehr/strasse/unfaelle\\_mit\\_personenschaden/index.html](http://www.statistik-austria.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/unfaelle_mit_personenschaden/index.html)

Statistik Austria. *Verdienststrukturerhebung*. Zugriff am 07. November 2016 unter

[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/soziales/personen-einkommen/verdienststruktur/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/personen-einkommen/verdienststruktur/index.html)

Stegemann, B. (2011). *Von 1886 bis 1910 - Als die Autos laufen lernten*. Zugriff am 23. Mai

2016 unter <http://www.auto-motor-und-sport.de/news/125-jahre-auto-von-1886-bis-1910-als-die-autos-laufen-lernten-3402616.html>

Straßmann, B. (2009). *Auto geht auch anders*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter

<http://www.zeit.de/2009/39/T-IAA>

- Tálos, E. (2016). 1975: 40-Stunden-Woche in Österreich. In N. Bergmann & C. Sorger (Hrsg.), *Sozialpolitik in Diskussion* (Bd. 18, S. 7-18). Wien: Arbeiterkammer.
- Tesla. *Full Self-Driving Hardware*. Zugriff am 30. Oktober 2016 unter <https://www.tesla.com/blog/all-tesla-cars-being-produced-now-have-full-self-driving-hardware>
- The Economist. (2012). *The gap widens, again*. Zugriff am 04. Juni 2016 unter <http://www.economist.com/node/21549944>
- The Economist. (2015). *The end of Moore's law*. Zugriff am 10. August 2016 unter <http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2015/04/economist-explains-17>
- Thrun, S. (2010). *What we're driving at*. Zugriff am 02. Oktober 2016 unter <https://googleblog.blogspot.co.at/2010/10/what-were-driving-at.html>
- Turing, A. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460.
- Urban, T. (2015). *The AI revolution. The road to superintelligence*. Zugriff am 24. Oktober 2016 unter <http://waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-1.html>
- US Bureau of Labor Statistics. *Beschäftigungsquote von 1948 - 2015*. Zugriff am 30. Mai 2016 unter <http://data.bls.gov/timeseries/LNS11300000>
- Wagenbreth, O., Düntzsch, H. & Gieseler, A. (2002). *Die Geschichte der Dampfmaschine. Historische Entwicklung, Industriegeschichte, Technische Denkmale*. Münster: Aschendorff.
- Waldrop, M. (2016). *The chips are down for Moore's law*. Zugriff am 07. August 2016 unter <http://www.nature.com/news/the-chips-are-down-for-moore-s-law-1.19338>
- Werner, G. (2007). *Einkommen für alle. Der dm-Chef über die Machbarkeit des bedingungslosen Grundeinkommens*. Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Werner, G. (2010). *1000 Euro für jeden. Freiheit, Gleichheit, Grundeinkommen*. Berlin: Ullstein.

- Wettengl, S. (2011). *Von der Pferdekutsche zum Automobil*. Zugriff am 23. Mai 2016 unter <http://wettengl.info/Blog/?p=507>
- Wilkins, A. (2016). *VW-Digitalchef rechnet mit starkem Schub durch autonome Autos*. Zugriff am 02. Oktober 2016 unter <http://www.heise.de/newsticker/meldung/VW-Digitalchef-rechnet-mit-starkem-Schub-durch-autonome-Autos-3259399.html>
- Wirtschaftsblatt. (2016). *Unsere Zukunft wird elektrisch und völlig vernetzt sein*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <http://wirtschaftsblatt.at/home/life/timeout/motor/5093610/Unsere-Zukunft-wird-elektrisch-und-vollig-vernetzt-sein>
- Wirtschaftskammer Österreich. *Wirtschaftsfaktor Automobil*. Zugriff am 23. Mai 2016 unter <http://www.fahrzeugindustrie.at/zahlen-fakten/wirtschaftsfaktor-automobil/>
- World Economic Forum. (2016). *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Zugriff am 12. Dezember 2016 unter <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>
- Wu, Y., Schuster, M., Chen, Z., Le, Qu., Norouzi, M., Machery, W., ... Dean, J. (2016) *Google's neural machine translation system: Bridging the gap between human and machine translation*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <https://arxiv.org/pdf/1609.08144v1.pdf>
- Yang, S. (2016). *Smallest. Transistor. Ever*. Zugriff am 30. Oktober 2016 unter <https://newscenter.lbl.gov/2016/10/06/smallest-transistor-1-nm-gate/>
- Zastrow, M. (2016). *'I'm in shock!' How an AI beat the world's best human at Go*. Zugriff am 26. Oktober 2016 unter <https://www.newscientist.com/article/2079871-im-in-shock-how-an-ai-beat-the-worlds-best-human-at-go/>
- Zeit Online. (2016). *VW will eigene Batteriefabrik bauen*. Zugriff am 03. Oktober 2016 unter <http://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2016-05/elektromobilitaet-volkswagen-salzgitter-elektroautos-investition-batteriefabrik>

## Abstract

Die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung prägen zunehmend unsere Arbeitswelt. Manche Autoren sehen zwischen dieser Entwicklung und der steigenden Arbeitslosigkeit einen kausalen Zusammenhang. Sie halten sogar den Sozialstaat für gefährdet, wenn man diese Entwicklung nicht ernst nimmt und rechtzeitig mit entsprechenden wirtschaftspolitischen Maßnahmen gegensteuert. Diese Arbeit beleuchtet bezüglich dieser Thematik die unterschiedlichen Standpunkte von verschiedenen Studien und Autoren. Es werden auch einige dieser neuen Technologien näher vorgestellt, wo erwartet wird, dass sich diese potenziell negativ auf die Beschäftigung auswirken. Abschließend werden einige wirtschaftspolitische Handlungsspielräume aufgezeigt, um die Auswirkungen der Technologisierung der Arbeitsplätze zu minimieren. Ziel dieser Arbeit ist, den Diskurs über diese Thematik weiter anzuregen.