

RWTH Aachen University  
Institut für Politische Wissenschaft (IPW)  
Lehrstuhl für Internationale Beziehungen  
Prof. Dr. Ralph Rotte

## **Masterarbeit**

### **Gesellschaft 4.0 –**

### **Die bildungspolitischen Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt**

vorgelegt von:

Nora Jansen (Matrikel-Nr.: 320217)

Tel.-Nr.: +49 162 6554 615

Nora.Jansen@RWTH-Aachen.de

**Aachen, 15.10.2018**

# Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	II
1. EINLEITUNG .....	1
2. FORSCHUNGSSTAND .....	4
3. HINTERGRÜNDE & BEGRIFFSKLÄRUNG .....	6
3.1. DER WEG ZUR INDUSTRIE 4.0 .....	6
3.2. WAS IST INDUSTRIE 4.0 ? .....	9
3.3. SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN DER INDUSTRIE 4.0 .....	10
3.3.1. Das Internet der Dinge .....	10
3.3.2. Künstliche Intelligenz (KI) .....	10
4. ARBEITSWELT 4.0.....	12
4.1. STUDIEN ZUR ARBEITSWELT 4.0 .....	13
4.1.1. Studie: The Future of Employment .....	13
4.1.2. IAB-Forschungsbericht .....	18
4.1.3. Vergleich der Studien .....	21
4.2. WIRKUNGSBEREICH DER ARBEITSWELT 4.0 .....	23
4.3. BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE DER DIGITALISIERUNG.....	26
4.3.1. ‚Neue‘ Jobs vs. ‚alte‘ Jobs .....	26
4.3.2. Anforderungen an die zukünftige Arbeitswelt (PIAAC Studie) .....	28
4.3.3. Automatisierungswahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit dem vorherrschenden Qualifikationsstand .....	32
5. GESELLSCHAFT 4.0.....	36
5.1. BILDUNG.....	36
5.1.1. Schulsystem .....	38
5.1.2. Hochschulsystem .....	44
5.1.1. Die digitale Bildungsrevolution.....	47
5.2. POLITIK .....	48
5.2.1. Erforderliche Infrastrukturförderungen (Breitbandausbau).....	50
5.2.2. Länderbeispiele.....	50
5.2.2.1. Politische Maßnahmen in Estland.....	50
5.2.2.2. Politische Maßnahmen in Schweden .....	53
5.2.2.3. Politische Maßnahmen in den Niederlanden .....	54
5.2.3. Alternative politische Modelle .....	56
5.2.3.1. Das bedingungslose Grundeinkommen .....	58
5.2.3.2. Verkürzte Arbeitszeiten & die Dauer des Arbeitstages.....	60
6. FAZIT .....	63
7. LITERATUR.....	66

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Industrie 1.0 bis 4.0 (Botthof und Hartmann, 2015: 4).....	9
Abbildung 2: Die Verteilung der beruflichen Beschäftigungen bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit (Frey und Osborne, 2017: 37).....	16
Abbildung 3: Substituierbarkeit nach Anforderungsniveau (Dengler und Matthes, 2015: 13).....	20
Abbildung 4: Substituierbarkeit nach Berufssegmenten (Dengler und Matthes, 2015: 14). .....	21
Abbildung 5: Substituierbarkeitspotentiale in Produktionsberufen (Dengler und Matthes, 2015: 16).....	22
Abbildung 6: Tätigkeitsprofile von Deutschland und den USA im Vergleich (Bonin et al., 2015b: 12).....	32
Abbildung 7: Automatisierungswahrscheinlichkeit und Bildung (Bonin et al., 2015a: 16). 34	

## 1. Einleitung

Im gesellschaftlichen Diskurs werden die Begriffe *Industrie 4.0* oder *Arbeitswelt 4.0* immer häufiger verwendet. Nicht zuletzt wird in diesem Zusammenhang deutlich, dass die Arbeitswelt durch die Digitalisierung große Auswirkungen erfährt und die Digitalisierung auch zukünftig einen immer größeren Einfluss nehmen wird. Zweifelsfrei wirkt sich die Digitalisierung nicht nur auf den Dienstleistungssektor, sondern auch beispielsweise auf Modernisierungsstrategien von Produktionen aus. Von Umbrüchen betroffen sind Beschäftigungsverhältnisse, Arbeitsweisen sowie Aus- und Weiterbildungsstrategien in sämtlichen Branchen (vgl. Möller, 2016: 49).

Auch wenn technologischer Wandel kein neues Phänomen ist, hat sich die Schnelligkeit und Verbreitung der Entwicklung von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) innerhalb der letzten Jahre rasant verändert. Die immer weiter voranschreitende Digitalisierung der Produktions- und Arbeitswelt, in der neue Technologien eingesetzt werden, ermöglichen eine interaktive Vernetzung zwischen Produkt, Maschine und Arbeitskraft (vgl. Wolter et al., 2016: 9).

Die Veränderungen sind entgegen den Erwartungen vieler nicht nur in technischen und computerintensiven Berufen zu erwarten, sondern betreffen sämtliche Bereiche der Arbeitswelt (vgl. Daniel et al., 2016: 2). Dabei wird nicht nur die alltägliche Arbeit von Beschäftigten verändert, sondern auch die Biographien verändern sich stetig. Die Arbeitswelt 4.0 erfordert neue Kompetenzen, weshalb sich Arbeitnehmer und Arbeitgeber laufend weiterbilden müssen, um den Anforderungen der neuen Arbeitswelt gerecht zu werden. Industrie 4.0 ist demnach nicht nur als technologische Innovation, sondern als gesellschaftliche Aufgabe zu verstehen, die Wissen um Akteure und Argumente in der Debatte voraussetzt (vgl. Matuschek, 2016: 6).

Die sogenannte vierte industrielle Revolution bringt sowohl Chancen als auch Risiken mit sich. Zum einen werden die großen Potentiale der Industrie 4.0 hervorgehoben, zum anderen wird auch auf mögliche negative Arbeitsmarkteffekte und auf aufkommende soziale Herausforderungen hingewiesen. Dies betrifft beispielsweise den Verlust von Arbeitsplätzen oder gar die Entgrenzung der Erwerbsarbeit, da durch den technischen Fortschritt Arbeitsprozesse durch maschinelle Programme automatisiert werden (vgl. Möller, 2016: 6).

Neben den erwarteten negativen Folgen existieren auch positive Erwartungen an die Industrie 4.0. Hierzu zählt vor allem die Hoffnung auf „[...] ökonomisches Wachstum, Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit, gute und kreative Arbeit, Ressourceneffizienz, Vereinbarkeit von Arbeit und Leben und altersgerechte Arbeitsplätze“ (Pfeiffer und Suphan, 2015: 4). Die strukturellen Veränderungen, die mit der Digitalisierung der Wirtschaft und der Gesellschaft einhergehen, sind in vielfacher Hinsicht mit dem Bildungssystem verbunden.

Nach einer weit verbreiteten Schätzung werden circa 65 Prozent der Kinder, die heute in die Grundschule gehen, zukünftig in Berufen beschäftigt sein, die es bislang noch nicht gibt (vgl. World Economic Forum, 2016: 3). Aus diesem Grund wird es als notwendig erachtet, dass die Schüler auf notwendige Qualifikationsanforderungen vorbereitet werden und sich das Schulsystem dahingehend grundlegend verändert. Als besonders wichtig wird erachtet, dass IT-Kenntnisse und soziale Kompetenzen bereits im frühen Kindesalter vermittelt werden. Zu sozialen Kompetenzen, die in einer Arbeitswelt 4.0 benötigt werden, zählen beispielsweise Teamfähigkeit und Kreativität, die besser in den Unterricht integriert werden müssen.

Es wird als besonders wichtig erachtet, dass sich Bildungseinrichtungen wie Schulen und Hochschulen auf die digitale Arbeitswelt von Morgen vorbereiten und sich auch hinsichtlich des Lernens und Lehrens auf die veränderten technischen Möglichkeiten einlassen. Denn „[...] insgesamt sind Bildung und Qualifizierung für den weiteren Wachstumspfad [der Wirtschaft in der BRD] von allergrößter Bedeutung“ (Demary und Klös, 2017: 174). Um den möglichen Effekten zu begegnen, die durch die Automatisierung beziehungsweise Robotisierung zu erwarten sind, wird in Expertenkreisen bereits von der Einführung der verkürzten Arbeitszeit und des bedingungslosen Grundeinkommens gesprochen.

Im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit wird zunächst beschrieben, welche arbeitstechnischen und gesellschaftlichen Veränderungen die vorhergegangenen industriellen Revolutionen bewirkt haben. Im Anschluss daran wird erläutert, welche Schlüsselfaktoren dazu geführt haben, dass sich die vierte industrielle Revolution von den vorherigen unterscheidet und schließlich mit dem Begriff „Arbeitswelt 4.0“ betitelt werden kann.

Da die Digitalisierung und Arbeitswelt 4.0 im gesellschaftlichen Diskurs tendenziell eng mit negativen zukünftigen Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt verknüpft ist, wird im nächsten Schritt auf der Basis von Literatur untersucht, welche Prognosen als wahrscheinlich erachtet werden. Dabei dient als Grundlage eine Studie, die die Automatisierbarkeit von Berufen in den Vereinigten Staaten betrachtet. Diese wird im nächsten Schritt auf Deutschland übertragen. Es wird auch ein Überblick darüber gegeben, welche Branchen beziehungsweise Berufe als besonders durch die Digitalisierung gefährdet angesehen werden.

Da digitale Kompetenzen und das Thema *Lebenslanges Lernen* ein wichtiger Bestandteil der Arbeitswelt 4.0 sind, wird im Anschluss ein Überblick über den Kompetenzstand der deutschen Bevölkerung gegeben. In diesem Zusammenhang wird eine Studie vorgestellt, aus der, ausgehend vom aktuellen Stand der Grundkompetenzen, Rückschlüsse gezogen werden können, welche Personengruppen in Zukunft besonders gefördert werden müssen, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden. Durch diese Prognose lassen sich Handlungsfelder für die Politik ableiten, die neben dem Arbeitsmarkt auch vor allem auf das Bildungssystem abzielen.

Die Handlungsfelder beziehen sich auf die Notwendigkeit der Umstrukturierung des Bildungssektors, wozu sowohl die Umstrukturierung des Schulsystems als auch die Umstrukturierung des Hochschulsystems zählen, welche im weiteren Verlauf beschrieben werden. Anhand von Länderbeispielen wird aufgezeigt, welche Maßnahmen bereits von anderen Ländern ergriffen wurden, um den Anforderungen der Digitalisierung zu begegnen.

Abschließend werden in der vorliegenden Arbeit zukünftige politische Konzepte betrachtet, um den möglichen Konsequenzen der Digitalisierung zu begegnen. Dazu wird zum einen die Möglichkeit der Einführung eines bedingungslosen Grundeinkommens zur Relativierung potentieller negativer Auswirkungen betrachtet. Zum anderen wird die *Verkürzung der Arbeitszeit*, die in Folge der Automatisierung beziehungsweise Robotisierung bereits in naher Zukunft erwartet wird, beschrieben.

## 2. Forschungsstand

Bereits seit einigen Dekaden ist die Debatte um die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt Bestandteil von Diskussionen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft und dabei insbesondere auch im wissenschaftlichen Kontext. Bei Betrachtung der technologischen Neuerungen geht es grundlegend um die Vernetzung der digitalen und der physischen Welt sowie um das Thema maschinelles Lernen (vgl. Grass und Weber, 2016: 7). Diese betreffen Maschinen, Produkte, Informations- und Kommunikationssysteme sowie Menschen, die damit umgehen (vgl. ebd.). Die Entwicklung schreitet in der Form voran, dass auch über Betriebsgrenzen hinaus die gesamte Wertschöpfungskette digital gesteuert wird oder gar sich selbst steuern kann (vgl. ebd.).

Die Veränderungen, die durch die Digitalisierung entstehen, erscheinen unumkehrbar (vgl. Kersten et al., 2018). Dabei bezieht sich die Fachliteratur zum einen auf die aufkommenden Risiken in Bezug auf die Arbeitsplatzsicherheit und auf die sich verändernden Anforderungen der Qualifikationen von Arbeitskräften. Da sich die Berufsbilder in der Arbeitswelt 4.0 immer weiter verändern, wird auch lebenslanges Lernen und Weiterbildung ein fester Bestandteil des Berufsalltags werden (vgl. McKinsey&Company, 2018). Dieses Thema wurde erstmalig durch die OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development, deutsch: *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*) in den 1970er Jahren mit dem Begriff *recurrent education* betitelt. Dieses Konzept sollte dazu dienen, die Schwächen von Weiterbildungen zu beheben, wenn beispielsweise Fortbildungen kaum inhaltlich aufeinander aufbauen und sich der Bezug zum Berufsalltag der Teilnehmer nicht erschließen lässt (vgl. ebd.).

Andere Experten gehen hingegen von großen Beschäftigungs- und Innovationsgewinnen aus und sehen Vorteile im Hinblick auf die Entlastung bei physisch belastender oder monotoner Arbeit (vgl. Weber, 2016). Des Weiteren prognostizieren Experten in Bezug auf den Einsatz von Robotern, dass kurzfristig mit Freisetzungseffekten zu rechnen sei, während andere erwarten, dass Freisetzungseffekte auf lange Sicht durch neu entstehende Aufgaben und Arbeitsplätze kompensiert werden (vgl. Hirsch-Kreinsen et al., 2015: 5).

Inhaltlich handeln die meisten Debatten von den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt (Absenger et al., 2016), weshalb zu diesem Thema bereits eine Vielzahl an Studien veröffentlicht wurden. Die Vorreiter auf diesem Gebiet waren die Wissenschaftler Frey und Osborne, die im Jahre 2013 die potentielle Automatisierbarkeit von verschiedenen Berufen in den USA und die daraus resultierenden Folgen für den Arbeitsmarkt untersucht haben (Frey und Osborne, 2013). Daraufhin wurden auch in Deutschland diverse Studien durchgeführt, welche die Substituierbarkeit von Berufen untersucht haben (Dengler und Matthes, 2015, Bonin et al., 2015b).

Um Aufschluss über den aktuellen Kompetenzstand von Schülern und Erwachsenen zu erhalten und Handlungsempfehlungen formulieren zu können, wurden bereits politische Studien durchgeführt (Rammstedt et al., 2012). Außerdem werden auch Konzepte und Strategiepapiere entworfen, die auf die neuen erforderlichen Kompetenzen für die Arbeitswelt 4.0 sowie den notwendigen Wandel in diversen Bildungseinrichtungen abzielen (Kultusministerkonferenz, 2016a).

### **3. Hintergründe & Begriffsklärung**

Zur Einordnung der Begriffe Arbeitswelt 4.0 und Industrie 4.0 ist eine Betrachtung der drei vorangegangenen (Industrie-)Revolutionen erforderlich (vgl. Bauernhansl, 2017). Diese Phasen des technologischen Fortschritts und des demographischen Wandels haben in der Vergangenheit zu immer mehr Wohlstand, Produktivität und neuen Arbeitsplätzen geführt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese Übergänge nicht von Risiken oder Schwierigkeiten gekennzeichnet waren.

Schon immer war die menschliche Geschichte von technologischen (Weiter-)Entwicklungen geprägt. Angefangen mit der Erfindung von verschiedenen Steinwerkzeugen, der Erfindung des Rads, bis es dazu kam, dass der Mensch Fertigkeiten entwickelte, Metalle zu verarbeiten, um somit die Qualität und Haltbarkeit von Werkzeugen zu verbessern (vgl. Andelfinger und Hänisch, 2014: 1). Diese Erfindungen entwickelten sich über einen langen Zeitraum und wurden in ihren Grundzügen im Laufe der Jahre wenig verändert. Seit der Industrialisierung beschleunigen sich jedoch die Prozesse exponentiell, wobei sich beispielsweise durch die Arbeit in Fabriken und den Zuzug in die Städte das Leben der Menschen stark verändert und beschleunigt hat (vgl. ebd).

#### **3.1. Der Weg zur Industrie 4.0**

Ende des 18. Jahrhunderts wurde mit der Einführung der Wasser- und Dampfkraft der Umbruch weg von einer Agrar- hin zu einer Industriegesellschaft eingeleitet. Die vormals handwerklich ausgeübten Tätigkeiten konnten mit Hilfe von mechanischer Energie deutlich beschleunigt werden. Außerdem wurden mit der Einführung und der Verbreitung der Dampfmaschine und der Eisenbahn sämtliche logistische Probleme gelöst. Mit diesen technischen Veränderungen ging gleichzeitig immer ein gesellschaftlicher Wandel einher. Das bürgerliche Zeitalter samt der parlamentarischen Demokratie, dem Rechtsstaat, der Gewaltenteilung, der Lohnarbeit etc. beginnt sich zu formieren, womit das Ende von Adel und Kirche eingeleitet wurde (vgl. Bauernhansl, 2017).

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die zweite industrielle Revolution eingeleitet und mit ihr der Beginn der Hochindustrialisierung. Die Elektrifizierung der Produkte und die Ablösung von Kohle durch Erdöl als dominierende Energiequelle führten zu einem Ausbau der Massenproduktion und einem Produktivitätsschub. Als Folge

daraus bildete sich das Modell des Wohlfahrtsstaates heraus, da sich neue soziale Probleme für die organisierten Arbeiterschaften ergaben, welche die Grundlage für die Einführung der ersten Sozialversicherung darstellten (vgl. Bauernhansl, 2017f.). Mit der dritten industriellen Revolution, die zeitlich den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zugeordnet werden kann, begann die sogenannte digitale Revolution. Microchips, Computer, Mobiltelefone sowie das Internet führten zu Automatisierung und Digitalisierung und ermöglichten grenzenlose Kommunikation (vgl. Eberl, 2018: 8). Ursprünglich plante der Erfinder des Internets, Tim Berners-Lee, ein plattformübergreifendes Kommunikations- und Informationsnetzwerk für Wissenschaftler einzuführen, damit diese ihre Informationen leichter austauschen können. Anfangs war also der Zugriff auf das *World Wide Web* nur für eine begrenzte Personengruppe möglich, was sich jedoch durch das Erkennen des Potentials schnell änderte (vgl. Andelfinger und Hänisch, 2014: 2). Weltweit nutzen heute nach Untersuchungen bereits 3,26 Milliarden (2016) Menschen das Internet, während Prognosen voraussagen, dass die Anzahl der Internetnutzer im Jahr 2021 weltweit auf 4,14 Milliarden ansteigen wird.<sup>1</sup> Allein in Deutschland hat sich die Nutzermenge von anfangs 4,1 Millionen Menschen im Jahr 1997 zu 62,4 Millionen Menschen im Jahr 2017 entwickelt.<sup>2</sup>

Durch die Verbreitung des Computers wurde der Umbruch von der Industrie- zu einer Informationsgesellschaft eingeleitet. Durch den Einsatz von Informationstechnologien werden Produktionen immer weiter automatisiert, wodurch es zu einem starken Anstieg von Dienstleistungen kommt, da weite Teile der Organisation und Steuerung von den gesamten Wertschöpfungsketten von Maschinen, Prozessen und globalen Lieferverflechtungen computergestützt durchgeführt werden (vgl. Roth, 2016: 5). Zudem öffnen sich als Resultat der Europäisierung und der Globalisierung die nationalen Märkte.

---

<sup>1</sup> Statista GmbH, Anzahl der Internetnutzer weltweit in den Jahren 2013 bis 2016 sowie eine Prognose bis 2021, 2017. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/369356/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-internetnutzer-weltweit/> (Stand: 10.10.2018).

<sup>2</sup> Statista GmbH, Anzahl der Internetnutzer in Deutschland in den Jahren 1997 bis 2018, 2018. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36146/umfrage/anzahl-der-internetnutzer-in-deutschland-seit-1997/> (Stand: 10.10.2018).

Die vierte industrielle Revolution zu Beginn des 21. Jahrhunderts kann als eine Weiterführung beziehungsweise konsequente Umsetzung der vorhergegangenen Ideen und Technologien bezeichnet werden. Anders als bei den vorhergegangenen industriellen Revolutionen „[...] war der Kern des Menschseins in Reichweite der Maschinen: unsere Intelligenz“ (Eberl, 2018: 8). Nachweislich wurden beispielsweise allein in den vergangenen fünf Jahren auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz mehr Fortschritte gemacht als in den letzten 50 Jahren (Stand: 2018).

Es gibt bereits einige Bereiche, welche bisher dem Menschen vorbehalten waren, die bereits durch Maschinen dominiert werden. Durch die Digitalisierung hat sich ein weiterer, grundlegender Wandel der Produktionsweisen ergeben. Neben einem fundamentalen Umdenken der Produktionsanlagen wird es außerdem zu weiteren Umbrüchen in der Arbeitswelt kommen. Durch die wachsende Vernetzung und die Kooperation zwischen Mensch und Maschine werden neue Produkte und Dienstleistungen geschaffen.

„Der industrielle Sektor, das produzierende Gewerbe, der Maschinen- und Anlagenbau vollzieht einen dramatischen Wandel aufgrund einer beschleunigt zunehmenden Digitalisierung von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen und der Vernetzung der physikalischen Welt mit der Welt des Internet; seit Jahren mit „*Internet der Dinge*“ überschrieben“ (Botthof und Hartmann, 2015: v).

Zudem geht mit dieser neuen Entwicklung ein kultureller und gesellschaftlicher Wandel einher. Bislang ist noch offen, welche Auswirkungen diese Entwicklung auf die Organisation von Arbeit und soziale Sicherheit haben wird und welche politischen und gesellschaftlichen Änderungen diesbezüglich zu erwarten sind (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Sozialen, 2015: 35). Sicher ist jedoch bereits heute, dass die neuen Arbeitsumgebungen auch in Hinsicht auf die Schulausbildung einige Änderungen vorsehen.

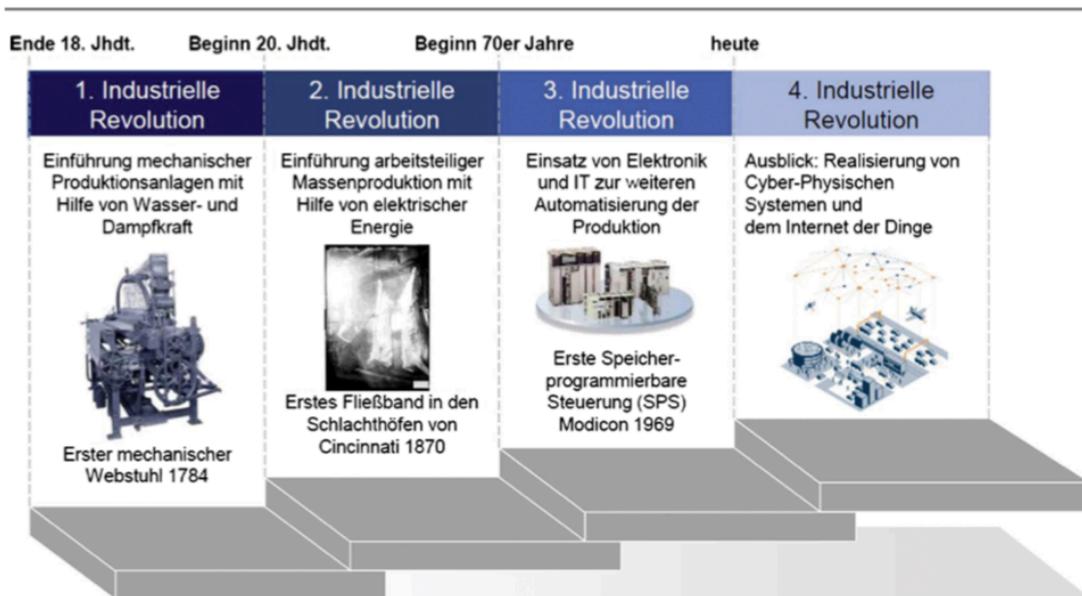


Abbildung 1: Industrie 1.0 bis 4.0 (Botthof und Hartmann, 2015: 4).

### 3.2. Was ist Industrie 4.0 ?

Unter dem Schlagwort Industrie 4.0 wird die sogenannte *vierte industrielle Revolution* beschrieben (vgl. Pfrommer et al., 2014: 1). Zwar geht aus der Literatur keine einheitliche Definition hervor, aber dennoch stimmen einige Beschreibungen inhaltlich überein. So beschreibt der Begriff Industrie 4.0 „[...] Modernisierungsstrategien, die Umbrüche in der Produktionsweise, der gesellschaftlichen und beruflichen Arbeitsteilung sowie der Arbeitsverhältnisse gestalten wollen“ (Matuschek, 2016: 5). Des Weiteren wird darunter auch eine „[...] hochautomatisierte, vernetzte und smarte Produktion verstanden, deren Grundlage Digitalisierung, Robotik, Sensorik sowie cyberphysische Systeme und Big Data ist“ (Dengler und Matthes, 2015: 6). Auch der 3-D-Druck als neue Produktionstechnik revolutioniert klassische Geschäftsmodelle, verändert ganze Branchen und bringt neue Produktions- und Logistikketten, Produkte sowie Dienstleistungen hervor (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Sozialen, 2015: 14).

Neben dieser Hochleistungs-Informationstechnologie, die erstmals eine umfassende Vernetzung und Speicherkapazität möglich macht, ist vor allem die Revolutionierung der interpersonellen Kommunikation durch das Internet einer der bedeutendsten Entwicklungen. Das Internet ist zu einem *Internet der Dinge*

herangewachsen, in dem über 50 Milliarden Geräte durch die Zuweisung von IP-Adressen digital ansprechbar und vernetzbar geworden sind (vgl. Möller, 2016: 6).

### **3.3. Schlüsseltechnologien der Industrie 4.0**

Im folgenden Abschnitt werden Techniken rund um Industrie 4.0 beschrieben, die für das Verständnis von Industrie 4.0 sowie Arbeitswelt 4.0 und die damit einhergehenden neuen Geschäftsmodelle erforderlich sind (vgl. Kaufmann, 2015: 5).

#### **3.3.1. Das Internet der Dinge**

Im Mittelpunkt der Industrie 4.0 stehen

„[...] intelligente Objekte, Geräte, Maschinen und Anlagen (z.B. Produktionsmaschinen, Windräder, Nutzfahrzeuge, Werkstücke etc.), sogenannte cyber-physische Systeme. Durch die eindeutige Identität, entsprechende Sensorik, Steuerungen und Software werden diese „intelligent“ und sind die Basis für vielfältige Anwendungsmöglichkeiten“ (Kaufmann, 2015: 6).

Die Geräte, die Daten erzeugen und diese an weitere Maschinen oder andere IT-Systeme weitergeben, ergeben zusammen das *Internet der Dinge*. Sie sind an das Internet angeschlossen, wodurch es möglich ist, diese zu überwachen und zu steuern. Aus diesem Grund kann das *Internet der Dinge* als eine globale Netzinfrastruktur beschrieben werden, an die Maschinen und Geräte angeschlossen und dadurch vernetzt werden (vgl. Kaufmann, 2015: 6).

Das *Internet der Dinge* beschreibt grundsätzlich die Entwicklung des Internets in die Richtung, dass sämtliche Produkte, Geräte und Dienste mit dem Internet verbunden werden und durch diese Vernetzung intelligenter miteinander und mit anderen Systemen oder Menschen arbeiten können. Beispielhaft dafür stehen klassische Geräte, die als solche bereits bekannt und verbreitet sind, durch die Entwicklung des *Internets der Dinge* aber an eben dieses angebunden werden. So kann beispielsweise ein Kühlschrank (eine Technologie, die seit dem Jahr 1884 existiert und weitverbreitet ist), der an das Internet angebunden ist und automatisch durch Sensorik den Inhalt analysiert, fehlende Produkte wie beispielsweise Milch autonom über Plattformen eines Internetversandhandels nachbestellen.

#### **3.3.2. Künstliche Intelligenz (KI)**

Im Jahr 1956 wurde der Begriff *Künstliche Intelligenz* (KI) erstmalig von dem US-Wissenschaftler und Pionier der Künstlichen Intelligenz, John McCarthy verwendet.

McCarthy veranstaltete in New Hampshire (USA) eine Konferenz zu diesem Thema, an der viele Wissenschaftlicher teilnahmen (vgl. McCorduck, 2009: 111). Die Veranstaltung hatte den Zweck, erstmalig über Computer zu diskutieren, die Aufgaben erledigen sollten, die über die reine Rechenleistung hinaus gingen, wie beispielsweise das Schachspielen oder die Übersetzung von kontextbezogenen Texten (vgl. Konrad, 1998: 1).

Bis heute geht aus der Literatur zwar keine allgemeingültige Definition für den Begriff Künstliche Intelligenz hervor, jedoch stimmt eine Vielzahl von Beschreibungen des Begriffs inhaltlich überein. Eine Definition von McCarthy lautet beispielsweise folgendermaßen:

„It is the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs. It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable“ (McCarthy, 1998: 2).

Eine vergleichsweise einfache Definition liefert die Informatikerin Elaine Rich: „Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better“ (Rich, 1985: 117). Dieser Definition nach ist Künstliche Intelligenz keine Eigenschaft, sondern ein Forschungs- und Teilgebiet der Informatik. Sowohl aus diesen Definitionen, als auch aus den Fortschritten der Technik in den letzten Jahren, wird erwartet, dass Computer immer komplexere Aufgaben übernehmen werden und somit die althergebrachten Auffassungen von Mensch und Gesellschaft ins Wanken gebracht werden (vgl. Rifkin, 2004: 82).

Im Folgenden wird KI als automatisiertes, intelligentes, maschinelles Lernen von Software betrachtet. In der Industrie wird eine mögliche zukünftige Wertschöpfung aus KI-basierten Technologien viele Anwendungsgebiete betreffen. Im Zusammenhang mit der Industrie 4.0 werden KI-basierte Technologien insbesondere Auswirkungen auf die Arbeitswelt haben.

#### 4. Arbeitswelt 4.0

Die in den letzten Jahren immer fortschreitenden Entwicklungen der Industrie verändern im hohen Maße die Arbeitswelt, weshalb im gesellschaftlichen Diskurs seit einiger Zeit der Begriff *Arbeitswelt 4.0* verwendet wird. Einerseits kann beispielsweise der Einsatz von sogenannten *soft robotics* zu einer Verbesserung der Arbeitsbedingungen führen, andererseits ist der Arbeitsmarkt deutlich schnelllebig und geht somit mit mehr Unsicherheit für einzelne Arbeitskräfte einher (vgl. Möller, 2016: 49).

Öffentliche politische Debatten handeln von der Zukunft menschlicher Arbeit, die von einem digitalen Strukturwandel gekennzeichnet ist. Grund dafür ist die wachsende Fähigkeit moderner, künstlicher Systeme, die immer mehr und komplexere Tätigkeiten zu übernehmen, wodurch menschliche Arbeit fortgehend entfallen kann (vgl. Lenz, 2018: 5). Während bei den vorhergegangenen industriellen Revolutionen der Einsatz von Automatisierungstechnologien vor allem auf repetitive Tätigkeiten sowie auf vorab definierte manuelle Arbeitsschritte beschränkt war, werden durch die Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie Computer Tätigkeiten übernehmen, die kognitive Fähigkeiten beanspruchten. Durch die Entwicklungen der letzten Jahre im Bereich der Robotik und der Künstlichen Intelligenz, wird es zunehmend ermöglicht, sowohl manuelle als auch kognitive, nicht-repetitive Tätigkeiten zu automatisieren (vgl. Lenz, 2018: 5).

Bislang sind die Auswirkungen auf Beschäftigung und Arbeitsmarkt durch die immer stärker werdende Integration digitaler Technologien noch nicht vollständig abzuschätzen. Klar ist jedoch schon heute, dass sich Arbeitsplätze und der Arbeitsmarkt der Zukunft in den nächsten Jahren einer radikalen Änderung unterziehen werden (vgl. Denger et al., 2012ff.). Bereits heute verändert *Künstliche Intelligenz* viele Unternehmen, indem Software und Maschinen bereits ohne menschliche Tätigkeiten betrieben werden (vgl. Böhle et al., 2017).

Die möglichen Folgen der sich immer weiter automatisierenden und digitalisierenden Arbeitswelt sind ein großer Bestandteil vieler öffentlicher Diskussionen. Eine Frage, die am häufigsten gestellt wird ist, wie sich die Auswirkungen der zunehmenden Digitalisierung und der damit einhergehenden Automatisierung in Deutschland zeigen werden, und ob grundsätzlich mit Beschäftigungsverlusten oder Zuwächsen

gerechnet werden kann. Besonders populär ist die Auffassung, dass die weitere wirtschaftliche Verbreitung von digitaler Technologie zu erheblichen Produktivitätsfortschritten führen wird und als Folge der Verlust von unzähligen Arbeitsplätzen zu erwarten ist (vgl. Absenger et al., 2016: 5). Diesbezüglich werden im Folgenden die wesentlichen Studien zum Thema angeführt und bei der Vorstellung der Ergebnisse die Auswirkungen und Effekte für die Arbeitswelt 4.0 diskutiert.

## **4.1. Studien zur Arbeitswelt 4.0**

### **4.1.1. Studie: The Future of Employment**

Einen besonderen Stellenwert im wissenschaftlichen Kontext wird der im Jahre 2013 veröffentlichten Studie des Ökonomen Carl Frey und des Ingenieurs Michael Osborne „*The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?*“ (Frey und Osborne, 2013) zugeschrieben. Die Studie beschreibt die Automatisierbarkeit von Berufen in den Vereinigten Staaten von Amerika. Frey und Osborne haben auf der methodischen Grundlage von Experteninterviews und durch eine Analyse diverser beruflicher Tätigkeitsstrukturen die potentielle Automatisierbarkeit von verschiedenen Berufen in den USA und die daraus resultierenden Folgen untersucht. Unter anderem besagt ein Resultat der Studie, dass etwa die Hälfte aller Beschäftigten derzeit in Berufen arbeiten, die mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 70 Prozent in naher Zukunft durch Computer beziehungsweise durch auf Algorithmen basierte Maschinen automatisiert werden.

#### ***Vorgehen der Studie***

In ihrer Untersuchung gehen die Wissenschaftler Frey und Osborne folgendermaßen vor: Im ersten Schritt begründen sie, weshalb neue Technologien zu Beschäftigungsverlusten und Arbeitslosigkeit führen können. Im zweiten Schritt charakterisieren sie die Tätigkeiten, die durch eine mögliche Automatisierung bedroht beziehungsweise weniger bedroht sind. Im letzten Schritt schätzen Frey und Osborne schließlich auf Basis von Experteneinschätzungen die Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen in den Vereinigten Staaten.

Ihre Untersuchungen haben sie basierend auf amerikanischen Arbeitsmarktdaten, den sogenannten „O\*Net“-Daten des US-amerikanischen Arbeitsministeriums aus dem Jahr 2010 durchgeführt. Diesen Datenbeständen können Informationen zu 903

Berufen samt ausführlichen Tätigkeitsbereichen entnommen werden. Zur Klassifizierung der Berufe haben die Wissenschaftler die Standard Occupational Classification (SOC) verwendet. Wenn nun mehrere O\*Net-Berufe einem SOC-Beruf gegenüberstehen, so bilden diese den Durchschnitt der jeweiligen Tätigkeitswerte, so dass Frey und Osborne für jeden SOC-Beruf einen Wert erhalten haben (vgl. Bonin et al., 2015b: 5).

Auf Basis dieser Daten wurde dann von Robotik-Experten abgeschätzt, inwiefern die ausgewählten Berufe nach dem heutigen Technikstand automatisierbar (1), oder nicht automatisierbar (0) sind. Dabei wurden nur diejenigen Berufe klassifiziert, bei denen die Meinung der Experten bezüglich der Automatisierbarkeit eindeutig unstrittig war, was auf insgesamt 70 der 702 Berufe zutreffend war. Im nächsten Schritt wurde dann die subjektive Einteilung der 70 Berufe erneut mit Hilfe der O\*Net-Daten auf die verbleibenden 632 Berufe übertragen. Sie sind zu dem Ergebnis gekommen, dass in den USA derzeit 47 Prozent der Beschäftigten in Berufen arbeiten, die mit einer verhältnismäßig großen Wahrscheinlichkeit in den nächsten 10 bis 20 Jahren automatisiert werden können (vgl. Frey und Osborne, 2013: 1). Unterschieden haben die Forscher zwischen folgenden drei Risikogruppen: Die erste Gruppe beschreibt eine niedrige Automatisierungswahrscheinlichkeit (weniger als 30 Prozent). Die mittlere Gruppe beschreibt eine mittlere Wahrscheinlichkeit (zwischen 30 – 70 Prozent), während die letzte Gruppe eine hohe Risikorate beschreibt (höher als 70 Prozent).

### **Ergebnis**

Es wird davon ausgegangen, dass der Prozess der Automatisierung in zwei Wellen ablaufen wird. In der ersten Welle, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren zu erwarten ist, werden zunächst Berufe, die eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit aufweisen, automatisiert. Dazu zählen beispielsweise Routinetätigkeiten wie Wahrnehmungs- und Manipulationstätigkeiten. Zwischen der ersten und der zweiten Welle, wird es vermutlich eine Zeitspanne geben, in der zunächst die technischen Engpässe (*engineering bottlenecks*) überwunden werden müssen, sodass dann, in der zweiten Welle auch die Berufe mit einer niedrigen Automatisierungswahrscheinlichkeit durch Computer automatisiert werden können. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Verfasser der Studie das technologische Automatisierungspotential mit

dem Risiko der tatsächlichen Automatisierung gleichsetzen und nicht zwischen Wahrscheinlichkeit und Risiko unterscheiden.

Des Weiteren teilen die Autoren kreativ-intelligente Tätigkeiten als Berufe mit geringer Automatisierungswahrscheinlichkeit ein, „[...] da die Produktion von (auch wirtschaftsbezogenen) Konzepten und Ideen, künstlerischen Artefakten oder wissenschaftlichen Erkenntnissen sich durch Wandel auszeichnet und prinzipiell kulturabhängig ist“ (Matuschek, 2016: 24). Außerdem klassifizieren die Wissenschaftler auch Berufe, die auf sozialer Intelligenz basieren, wie zum Beispiel Pflegeberufe, auf Grund ihrer emotionalen Bandbreite als kaum automatisierbar.

In der Studie wird weiterhin festgestellt, dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit eines Berufes mit dem Lohn- und Ausbildungsniveau sinkt. Das bedeutet, dass die Automatisierung vorwiegend Beschäftigte mit einem niedrigen Bildungsabschluss sowie grundsätzlich mit höherer Wahrscheinlichkeit Geringverdiener treffen wird (vgl. Bonin et al., 2015b: 5f.). Als besonders durch die Automatisierung gefährdet werden beispielsweise folgende Berufe beziehungsweise Branchen erachtet, die der Abbildung 2: *Die Verteilung der beruflichen Beschäftigungen bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit* zu entnehmen sind: ‘*Transportation and Material Moving*’ (braune Darstellung), ‘*Production*’ (gelbe Darstellung) und ‘*Installation, Maintenance, and Repair*’ (lila Darstellung) sowie auch ‘*Office and Administration Support*’ (hell-orange Darstellung) und ‘*Sales and Related*’ (rote Darstellung). Der in der Darstellung grün unterlegte Bereich ‘*Education, Legal, Community Service, Arts, and Media*’ weist laut der Studie eher geringe beschäftigungspolitische Effekte durch die Automatisierung auf (vgl. Frey und Osborne, 2017: 37).

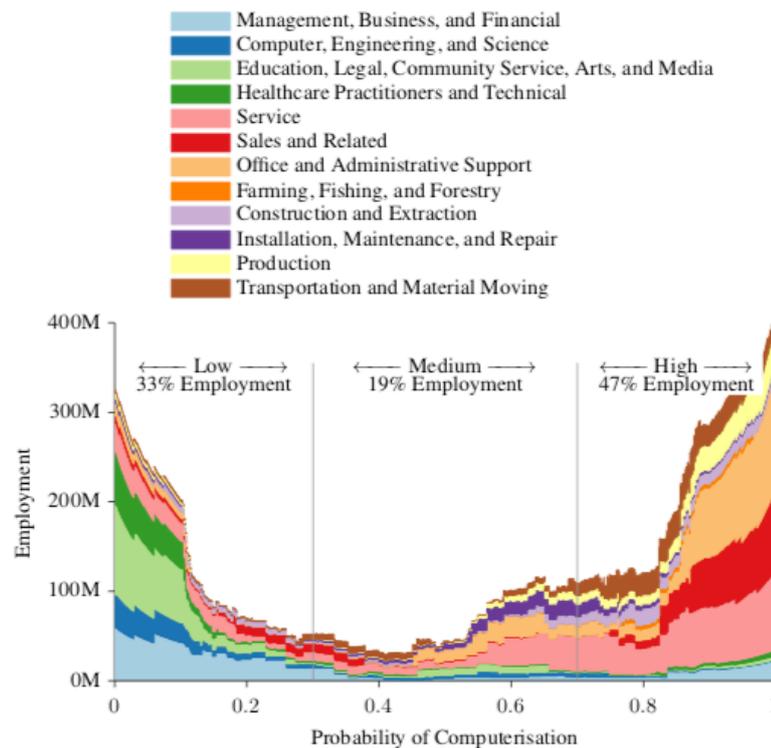


Abbildung 3: Die Verteilung der beruflichen Beschäftigungen bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit (Frey und Osborne, 2017: 37).

### **Kritik an der Studie**

Auch wenn die Studie von Frey und Osborne größtenteils Zuspruch fand, gibt es auch einige Kritikpunkte bezüglich ihrer Vorgehensweise bei den Untersuchungen, die im Folgenden dargestellt werden. Die Wissenschaftler haben ihre Ergebnisse anhand einer Befragung von technikaffinen Experten durchgeführt. Diese sogenannte *'Experten-Delphi-Methode'* ist zwar grundsätzlich anerkannt, um qualitative Aussagen, die zukünftige Entwicklungen betreffen, abzuleiten, jedoch nicht um quantitative Prognosen zu stellen, da die Vorhersagen auf dem subjektiven Urteil weniger Personen beruhen. Außerdem muss beachtet werden, dass die Auswahl der Experten vorwiegend aus einem Fachgebiet getroffen wird und somit auch ein eingeschränkter Blickwinkel gegeben ist. Oftmals tendiert die *'Experten-Delphi-Methode'* dazu,

„[...] die ökonomischen Folgen der technologischen Möglichkeiten zu überschätzen, denn bei rein technischen Erwägungen fallen Aspekte der ökonomischen Effizienz, der gesellschaftlichen Akzeptanz und der rechtlichen Grundlagen schnell unter den Tisch“ (Hammermann und Stettes, 2015: 78f.).

Außerdem wird auch der methodische Ansatz der Studie kritisiert. Frey und Osborne untersuchen lediglich bereits existierende Berufe, die von den Experten aus subjektiver Sicht als von der Automatisierung gefährdet eingeschätzt wurden. In ihren Untersuchungen beziehen sie jedoch nicht die Möglichkeit ein, dass sich Tätigkeitsprofile innerhalb der Beschäftigungen verändern können, was folglich bedeuten könnte, dass diese Berufe auch tatsächlich im gesamten Umfang gefährdet sind.

Ein weiterer Kritikpunkt besagt, dass die Schnelligkeit des Eintretens des technischen Fortschritts überschätzt wird. Außerdem beziehen sich die ermittelten Ergebnisse nur auf das technische Automatisierungsmaterial, was nicht mit den möglichen Beschäftigungseffekten gleichgesetzt werden darf, da Maschinen nicht zwangsläufig Arbeitsplätze ersetzen müssen, sondern beispielsweise auch zu einer positiven Veränderung beitragen können (vgl. Bonin et al., 2015b: ii).

Des Weiteren müssen auch die rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen betrachtet werden, welche beispielsweise die Implementierung von gewissen Automatisierungsprozessen hinauszögern können. Durch den erforderlichen technologischen Wandel kommt es jedoch zu Herausforderungen, die zum Beispiel die Qualifizierung der Beschäftigten betrifft. Die Arbeiter müssen in die Lage versetzt werden, komplexere und schwer automatisierbare Aufgaben neu zu übernehmen. Von Seiten der Politik ist es aus diesem Grund unumgänglich, den Bereich Weiterbildung und Umschulung, die Förderung der betrieblichen Fortbildungen und das Konzept des lebenslangen Lernens zu etablieren (vgl. Bonin et al., 2015b: 25).

Schließlich zeigt auch der Blick auf die Geschichte, dass technischer Fortschritt nicht gleichzeitig mit Massenarbeitslosigkeit einhergeht. Ein Grund dafür ist zum Beispiel, dass zwar einzelne Arbeitsplätze durch technischen Fortschritt verloren gehen können, aber gleichzeitig an anderen Stellen neue Beschäftigungsverhältnisse entstehen. In der Bilanz hat technischer Fortschritt das Beschäftigungsverhältnis bei allen technischen Innovationen beziehungsweise industriellen Revolutionen angehoben und nicht gesenkt.

Als Beispiel dafür kann in diesem Zusammenhang die Studie *'Robots at Work'* (Graetz und Michaels, 2015) der beiden Ökonomen Georg Graetz und Guy Michaels herangezogen werden. In dieser Studie betrachteten die Ökonomen die

Verbreitung von Robotern in 17 Ländern im Zeitraum von 1993 bis 2007. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass sich der Einsatz von Robotern um circa 150 Prozent erhöht hat, die gesamte Beschäftigung, die anhand der Anzahl von Arbeitsstunden gemessen wurde, jedoch fast unverändert geblieben ist (vgl. Graetz und Michaels, 2015: 3). Mit dieser Studie bewiesen die beiden Ökonomen, dass durch den Einsatz technischer Lösungen nicht der Einsatz von menschlichen Arbeitskräften abnimmt, sondern durchaus nebeneinander bestehen kann.

Es gibt jedoch auch andere Untersuchungen, die als Ergebnis festhalten, dass weder der technologische Fortschritt, noch die Digitalisierung menschliche Arbeit vollkommen ersetzen wird, sondern wie auch in den anderen industriellen Revolutionen, die nicht mehr zeitgemäßen Arbeitsformen durch neue ersetzt werden.

Wie Frey und Osborne herausgefunden haben, werden die Effekte vor allem berufsspezifische Folgen haben. Um die Auswirkungen der Digitalisierung auf den deutschen Arbeitsmarkt abschätzen zu können, wurden die Ergebnisse der Studie in verschiedenen Studien auf den deutschen Arbeitsmarkt übertragen, die im Folgenden beispielhaft beschrieben werden.

### ***Übertragung der Studie auf Deutschland***

#### **4.1.2. IAB-Forschungsbericht**

Die Studie des Instituts für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB) hat in ihrem Bericht *'Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland'* (Dengler und Matthes, 2015) untersucht, wie stark Berufe, die heute noch von Beschäftigten ausgeübt werden, potentiell von Computern ersetzt werden können. Die Daten wurden mit Hilfe von Berufsdaten aus der Expertendatenbank BERUFENET<sup>3</sup> der Bundesagentur für Arbeit ermittelt. Mit diesem Vorgehen war es möglich, sowohl spezifische Merkmale des Arbeitsmarktes als auch des deutschen Bildungssystems zu berücksichtigen (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 4).

---

<sup>3</sup> BERUFENET ist eine Datenbank für Ausbildungs- und Tätigkeitsbeschreibungen der Bundesagentur für Arbeit. Die Datenbank ist lizenzfrei verfügbar und stellt Informationen zu sämtlichen in Deutschland ausgeübten Berufen zur Verfügung. Verfügbar unter: <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null> (Stand: 10.10.2018).

### ***Vorgehen der Studie***

Im Gegensatz zu Frey und Osborne, die in ihrer Untersuchung die Berufe nach der zukünftigen Automatisierbarkeit unterschieden haben, gehen die Experten Dengler und Matthes in der IAB-Studie nicht davon aus, dass Berufe vollumfänglich durch Computer beziehungsweise computergesteuerte Maschinen ersetzt werden können, sondern nur einzelne Tätigkeiten der Berufe. Deshalb wurde in dem Forschungsbericht für einzelne Berufe der Anteil der Tätigkeiten ermittelt, der bereits gegenwärtig über Substituierbarkeitspotenziale verfügt. Zu beachten ist jedoch, dass eine eins zu eins Übertragung der amerikanischen Ergebnisse auf Deutschland problematisch ist, da Unterschiede zwischen den Ländern in Hinblick auf das Bildungssystem und den Arbeitsmarkt bestehen, woraus auch eine andere Automatisierungswahrscheinlichkeit der Berufe resultiert (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 7).

Der theoretische Ausgangspunkt der Untersuchungen bezüglich der Substituierbarkeit von Berufen ist der sogenannte '*Task-Based-Approach*', der die gestiegene Lohn- und Beschäftigungsungleichheit durch die veränderte berufliche Tätigkeiten (*tasks*) erklärt (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 7). Die *Tasks* beschreiben Aufgaben, die in einer gewissen beruflichen Tätigkeit erledigt werden. Vergleicht man demnach Routine-Tätigkeiten und Nicht-Routine-Tätigkeiten, werden erstere zunehmend durch programmierbare Maschinen ersetzt. Dadurch ist die Lohn- und Beschäftigungsentwicklung bei den Mittelqualifizierten, die meist Routine-Tätigkeiten ausüben, hinter den Hoch- und Niedrigqualifizierten zurückgeblieben (vgl. ebd.). Wenn in diesem Zusammenhang Deutschland betrachtet wird, wird erkennbar, dass eine Polarisierung der Beschäftigung seit den 90er Jahren zu beobachten ist. Eine Polarisierung der Löhne durch veränderte *Tasks* konnte jedoch bislang noch nicht nachgewiesen werden (vgl. Antonczyk et al., 2009: 2).

### ***Ergebnis der Studie***

Dengler und Matthes kommen zu dem Ergebnis, dass die Digitalisierung Berufe in unterschiedlichem Ausmaß betrifft, jedoch in nahezu allen Berufen Tätigkeiten ausgeübt werden, die (noch) nicht von Computern übernommen werden können. Etwa 15 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland sind nach der Untersuchung in einem Beruf beschäftigt, der einem hohen

Substituierbarkeitspotenzial ausgesetzt ist. Das bedeutet, dass sie in einem Beruf beschäftigt sind, bei dem schon heute mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten durch Computer ersetzt werden können (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 7).

Bei Betrachtung des zuvor gewichteten, durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenzials der einzelnen Berufe wird deutlich, dass sowohl Helferberufe als auch Fachkraftberufe einem Substituierbarkeitspotenzial von etwa 45 Prozent ausgesetzt sind. Das Substituierbarkeitspotenzial von Berufen auf Spezialistenniveau, die beispielsweise eine Meister- oder Techniker Ausbildung oder auch einen weiterführenden Fachhochschul- oder Bachelorabschluss voraussetzen, liegt bei etwa 30 Prozent. Bei Berufen, die ein Expertenniveau erfordern, beispielsweise durch ein abgeschlossenes Hochschulstudium, liegt das Substituierbarkeitspotenzial nur bei circa 19 Prozent (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 13).

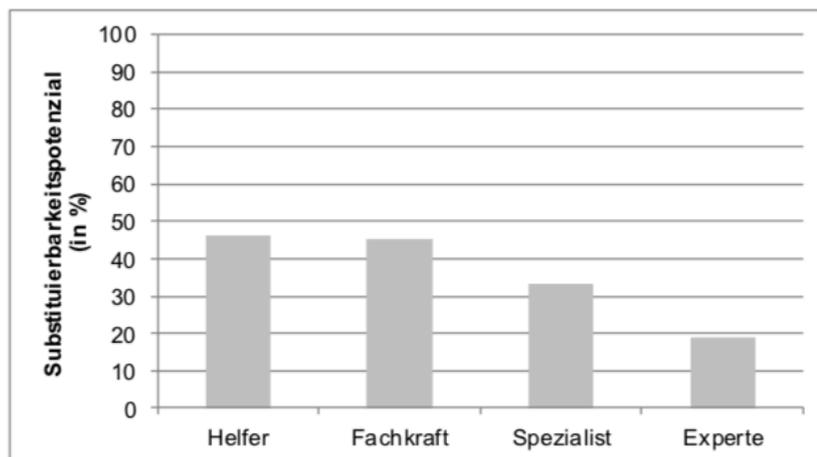


Abbildung 3: Substituierbarkeit nach Anforderungsniveau (Dengler und Matthes, 2015: 13).

Bei Betrachtung der Analysen wird außerdem ersichtlich, dass sich die Substituierbarkeitspotenziale deutlich zwischen den beruflichen Teilarbeitsmärkten unterscheiden. Um jedoch trotzdem ein breites Spektrum abzubilden, haben die Experten die Substituierbarkeitspotenziale in Abhängigkeit der Berufssegmente dargestellt.

Der Statistik zufolge ist das Substituierbarkeitspotenzial bei 'Fertigungsberufen' mit einem Wert von etwa 70 Prozent und an zweiter Stelle 'Fertigungstechnische Berufe' mit etwa 65 Prozent am höchsten, während es in sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen am niedrigsten ist. Auch die Berufssegmente wie beispielsweise 'Sicherheitsberufe' oder 'Reinigungsberufe' besitzen ein geringes

Substituierbarkeitspotenzial, da nur wenige Tätigkeiten in diesen Berufen ersetzbar sind, auch wenn es bereits zum Beispiel staubsaugende Roboter gibt. Die Berufssegmente 'Land-, Forst,- und Gartenbauberufe', 'Verkehrs- und Logistikberufe' sowie 'Handelsberufe' liegen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von etwas weniger als 40 Prozent im Mittelfeld.

Des Weiteren fällt auf, dass es in beinahe allen Berufssegmenten einzelne Berufe gibt, die bislang nicht von Computern ersetzt werden können. Ein Beispiel dafür ist der Beruf des Altenpflegers in dem Berufssegment 'Medizinische und nicht-medizinische Gesundheitsberufe', das ein Substituierbarkeitspotenzial von 0 Prozent aufweist und somit bislang als unersetzbar eingestuft wird. Das maximale Substituierbarkeitspotenzial liegt in 6 von 14 Berufssegmenten bei 100 Prozent. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass es mindestens einen einzelnen Beruf gibt, der bereits heute gänzlich von Computern zu ersetzen wäre (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 15).

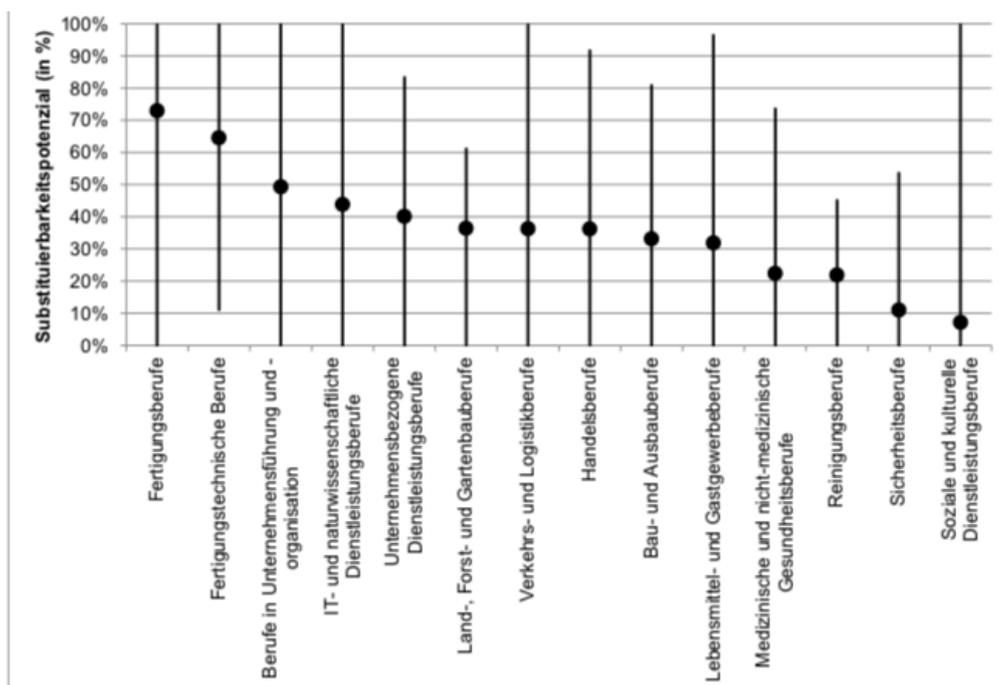


Abbildung 4: Substituierbarkeit nach Berufssegmenten (Dengler und Matthes, 2015: 14).

#### 4.1.3. Vergleich der Studien

Ein gemeinsames Ergebnis von den Untersuchungen von Frey und Osborne einerseits und Dengler und Matthes andererseits ist folgendes Muster: „[...] je höher das Anforderungsniveau des Berufes, umso niedriger ist das

Substituierbarkeitspotenzial“ (Dengler und Matthes, 2015: 15). Es gibt jedoch auch Ausnahmen, die der Abbildung „Substituierbarkeitspotentiale in Produktionsberufen“ zu entnehmen ist. In dieser Abbildung werden Produktionsberufe einzeln dargestellt und je nach Bereich von ‘Helfer’ über ‘Fachkraft’ und ‘Spezialist’ bis hin zu ‘Experte’ unterschieden. Bei den Produktionsberufen ‘Land-, Forst- und Gartenbauberufe’, ‘Fertigungsberufe’ und den ‘Fertigungstechnischen Berufen’ sinkt das Substituierbarkeitspotenzial bei steigendem Anforderungsniveau. Bei Betrachtung der ‘Bau- und Ausbauberufe’ fällt folgendes Ergebnis besonders auf: Das Substituierbarkeitspotenzial liegt hier bei den „Helfern“ bei etwa 20 Prozent und ist somit niedriger als das von Experten, das bei ca. 23 Prozent liegt. Ein möglicher Grund dafür könnte in den ständig verbesserten technologischen Möglichkeiten liegen, die beispielsweise bei der Planung und Berechnung von Bauwerken eingesetzt werden (vgl. Dengler und Matthes, 2015: 16).

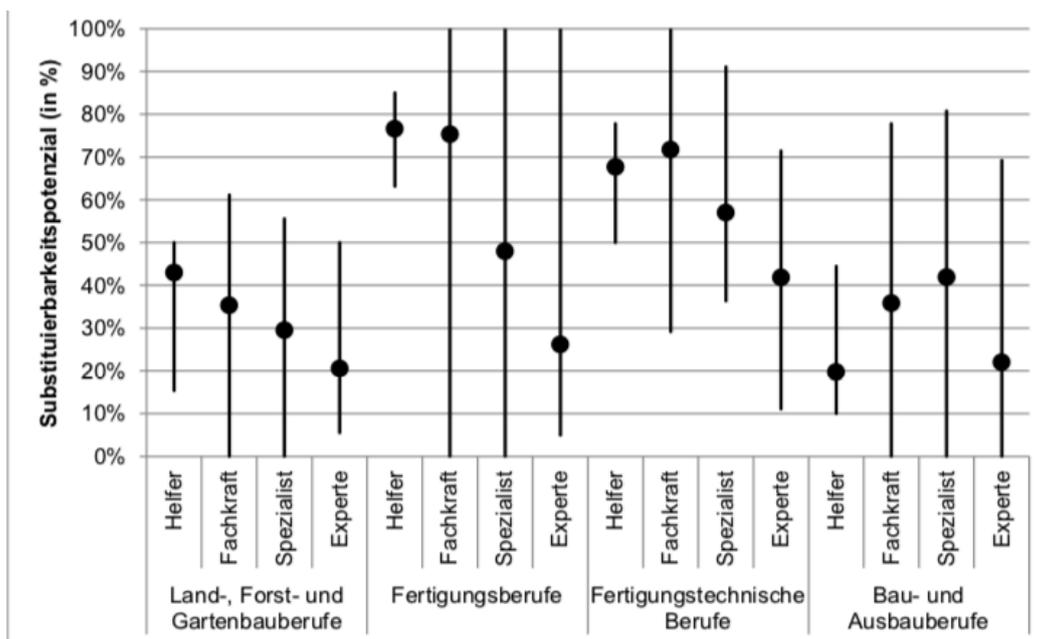


Abbildung 5: Substituierbarkeitspotentiale in Produktionsberufen (Dengler und Matthes, 2015: 16).

Aufgrund der enormen Relevanz wurde die Studie neben Deutschland und vielen weiteren europäischen Ländern, auch auf Europa insgesamt übertragen.

### **Übertragung der Studie auf Europa**

So findet die Studie ‘*The computerisation of European jobs - who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment*’ (Bowles,

2014) von Jeremy Bowles von der London School of Economics aus dem Jahre 2014 große Beachtung. Die Studie umfasst eine Analyse über den europäischen Beschäftigungsmarkt. Als Ergebnis dieser Analyse wird festgehalten, dass in der Europäischen Union im Durchschnitt etwa 54 Prozent der Arbeitsplätze in den nächsten zwanzig Jahren gefährdet sind. Grund für die prognostizierten Arbeitsplatzverluste sind laut den Untersuchungen der technische Fortschritt auf dem Gebiet der mobilen Roboter sowie die lernenden Maschinen und die Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz, so dass viele Berufe, vor allem mit mittlerem Qualifikations- und Einkommensniveau sowie im Niedriglohnsektor überflüssig gemacht werden. Andere Studien prognostizieren neben Arbeitsplatzverlusten auch Chancen, die mit der Arbeitswelt 4.0 einhergehen. Im Folgenden wird der gesamte Wirkungsbereich der Arbeitsfeld 4.0 beschrieben.

#### **4.2. Wirkungsbereich der Arbeitswelt 4.0**

Sowohl Chancen als auch Risiken der Industrie 4.0 in Bezug auf mögliche Strukturveränderungen in der Wirtschafts- und Arbeitswelt werden in der Öffentlichkeit bereits seit einiger Zeit diskutiert (vgl. Möller, 2016: 4). Durch die Digitalisierung werden Instrumente zur Verfügung gestellt, welche die menschliche Arbeit in unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen produktiver und effizienter gestalten. Bislang profitieren vor allem besonders qualifizierte Arbeitskräfte, da mehr Informationen und leistungsfähigere Instrumente zur Verfügung stehen (vgl. Vogler-Ludwig et al., 2016: 73). Zu beachten ist, dass eine Verringerung der Arbeitslast nicht zwangsläufig mit der Gefahr des Arbeitsplatzverlustes einhergeht (vgl. Lenz, 2018: 7). Durch den Wegfall von Teiltätigkeiten kann das freigewordene Potential dazu genutzt werden, schwer automatisierbare Tätigkeiten auszuführen, wodurch gleichzeitig Qualitätsstandards gesteigert werden können. Auch können durch den Einsatz digitaler Technologien menschliche Fehler reduziert werden (vgl. ebd.).

#### ***Profiteure und Chancen***

Die Digitalisierung wird zukünftig alle Lebensbereiche durch Informations- und Kommunikationstechnologien beeinflussen. Dadurch werden Chancen für Wachstum, Wohlstand und Lebensqualität eröffnet. Bei Betrachtung der digitalen Wirtschaft fällt insbesondere auf, dass diese bereits heute ein bedeutender ökonomischer Faktor ist. Durch den technologischen Wandel werden Wertschöpfungsprozesse

zunehmend automatisiert und digitalisiert (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2017: 18).

Frühere Phasen der Digitalisierung sind vor allem dadurch gekennzeichnet, dass sie auf einzelne Arbeits- oder Produktionsprozesse und somit auf einzelne Stufen der Wertschöpfungskette ausgerichtet waren. Durch die digitale Transformation der Wirtschaft werden diese einzelnen digitalen Stufen miteinander vernetzt, was den Austausch von Informationen zwischen den Wertschöpfungsketten und dadurch Effizienzgewinne ermöglicht (vgl. ebd.). Zu den größten Profiteuren der Digitalisierung der Arbeitswelt in Deutschland gehört zweifelsfrei die Informations- und Kommunikationstechnikbranche. Sie liegt mit einem Umsatz von 221 Milliarden Euro auf dem fünften Platz hinter den Vereinigten Staaten, China, Japan und Großbritannien.

Vor allem Berufe, die eine Spezialisierung oder Expertenwissen voraussetzen, sind einem geringen Automatisierungs-Risiko ausgesetzt. So unterliegen beispielsweise Führungskräfte und Akademiker in wissenschaftlichen und kreativen Berufen der geringsten Wahrscheinlichkeit der Automatisierung, in Zahlen sind dies lediglich 11 beziehungsweise 12 Prozent (vgl. Brzeski und Burk, 2015: 3). Bei den Berufsgruppen der Mediziner, Chemiker, Physiker sowie Informatiker sind die Zahlen vergleichsweise sehr niedrig. Bei diesen Berufen handelt es sich größtenteils um Berufe, die im Hochlohnsektor angesiedelt sind und hochkomplexe, anspruchsvolle Aufgaben in den Gebieten Wissen, Führung und Steuerung voraussetzen. In diesen Bereichen entstehen auch zukünftig immer weitere Berufsbilder, die es zu besetzen gilt (vgl. Schlick, 2015: 14). Weiterhin sind Tätigkeiten, bei denen eine komplexe Wahrnehmung und Handhabung gefordert wird sowie auf kreativer und sozialer Intelligenz beruhende Tätigkeiten wenig gefährdet, durch die Entwicklungen der Digitalisierung ersetzt zu werden (vgl. Möller, 2016: 13).

Auch wenn man andere Expertenmeinungen betrachtet, so wird deutlich, dass die Kompetenzanforderungen tendenziell eher weiter ansteigen werden und das sich zukünftig ein Höherqualifizierungsgrad durchsetzen wird (vgl. Hammermann und Stettes, 2016). Vor allem Berufstätige, die bereit sind, sich ihr Leben lang fortzubilden, sich stetig verändern zu können und zu wollen, haben besonders gute Chancen, weiterhin auf dem Arbeitsmarkt gefragt zu sein. Im Gegensatz zu den

beschriebenen Chancen und Profiteuren werden im folgenden Abschnitt potentielle Verlierer und Gefahren der Digitalisierung beschrieben.

### ***Verlierer und Gefahren***

Mit Blick auf die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Studien, sind größtenteils Beschäftigte mit einem niedrigen Bildungsabschluss sowie Geringverdiener von potentiell negativen Auswirkungen der Digitalisierung bzgl. des Arbeitsmarktes betroffen. Um potentiellen negativen Entwicklung entgegenzusteuern, stellt ein Ansatz die Anpassung der Fähigkeiten und Kompetenzen potentieller Betroffenen dar um somit den Anteil der potentiellen *Verlierer* zu verringern (vgl. Lenz, 2018: 20).

Experten gehen davon aus, dass sich die *Verlierer* vor allem in der Mittelschicht befinden und mit einer Polarisierung des Arbeitsmarktes zu rechnen ist. Das könnte bedeuten, dass sich „Traumjobs“ auf der einen Seite und „lausige Jobs“ auf der anderen Seite gegenüberstehen (vgl. Möller, 2016: 13). Die Gründe für diese Entwicklung sehen einige Experten in der Computerisierung, während andere wiederum die Globalisierung als treibende Kraft dafür sehen. Damit ist gemeint, dass sich die Tätigkeiten verlagern lassen und so mit einer Reduzierung von Arbeitsplätzen zu rechnen ist (vgl. Blinder, 2009).

Durch Entwicklungen, die auf Künstlicher Intelligenz basieren, ist es jedoch schwer abzuschätzen, in welchem Ausmaß und in welcher Geschwindigkeit sich der Arbeitsmarkt wandeln wird. Experten beschreiben die Entwicklung Künstlicher Intelligenz bereits als größte Herausforderung für den Arbeitsmarkt (vgl. ebd.).

Eine Gefahr bei der Beurteilung der Entwicklung des Arbeitsmarktes auf Basis der Literatur liegt jedoch darin, dass Studien zu diesem Thema häufig eine einseitige Arbeitsmarkt Betrachtung vornehmen. Häufig wird nur die Anzahl der Arbeitsplätze, die durch den technologischen Wandel wegfallen betrachtet, während oftmals unerwähnt bleibt, dass neue Technologien auch zu mehr Beschäftigung in neuen Geschäftsfeldern und neuen Berufsbildern führen können. Vor allem durch die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz sind qualifizierte Arbeitskräfte für die Entwicklung, Implementierung und Betreuung der Technologien erforderlich (vgl. Lenz, 2018: 7).

### **4.3. Beschäftigungseffekte der Digitalisierung**

Wie bereits in den zuvor beschriebenen Studien angemerkt wird, geht der Großteil der Experten davon aus, dass die voranschreitende Automatisierung und die Verbreitung der digitalen Technologien zu einem erheblichen Produktivitätsfortschritt führen wird und infolge dessen Arbeitsplätze wegfallen (vgl. Absenger et al., 2016: 5). Wolter et al. haben in ihren Untersuchungen jedoch andere Werte ermittelt, welche darauf hindeuten, dass aus gesamtwirtschaftlicher Sicht die Beschäftigungseffekte entgegen der Erwartungen Vieler geringer ausfallen. Sie haben mittels Simulationen mit dem ökonomischen Modell G-INFORGE eine gesamtwirtschaftliche Wirkungsabschätzung für den Arbeitsmarkt und die deutsche Wirtschaft bis zum Jahr 2030 vorgenommen. Als Ergebnis wurde ermittelt, dass der Übergang zu einer Industrie 4.0 den anhaltenden Strukturwandel hin zu den Dienstleistungsbereichen beschleunigen wird und die Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften zulasten von Personen mit Berufsabschluss und Routinetätigkeiten zunimmt (vgl. Absenger et al., 2016f.). Im folgenden Abschnitt werden ebendiese ‚neuen‘ Beschäftigungsarten mit ‚alten‘ Jobs verglichen.

#### **4.3.1. ‚Neue‘ Jobs vs. ‚alte‘ Jobs**

Durch die Digitalisierung werden einige Branchen grundlegend verändert. Neue Geschäftsmodelle entstehen und lösen die alten ab. Die Art, wie Produktions- und Dienstleistungen erbracht werden, ändert sich stetig. Durch die drei großen Trends Globalisierung, demographische Entwicklung und Digitalisierung werden Veränderungsprozesse eingeleitet womit neue Herausforderungen und Chancen einhergehen. Durch das Programm ‚Zukunft der Arbeit‘, das von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung und dem Bundesministerium für Arbeit und Soziales initiiert wurde, sollen Gestaltungsmöglichkeiten erarbeitet werden, die für die Zukunft der Arbeit von Bedeutung sein sollen. Durch vernetzte Systeme werden Produkte und Dienstleistungen sicherer gestaltet, Geld eingespart und gleichzeitig leistungsfähiger gemacht. Durch den Einsatz dieser Systeme kann die kognitive und physische Leistungsfähigkeit der Beschäftigten verbessert werden (vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2014: 15). Unternehmen legen in Zukunft vor allem ihren Schwerpunkt auf selbstbestimmte und flexible Arbeitszeiten, die nicht von Raum und Zeit beschränkt sind, sodass auch eine verbesserte

Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben angestrebt wird (vgl. Schneider et al., 2002: 13f.).

Inwiefern digitale Geschäftsmodelle entwickelt und in Unternehmen umgesetzt werden, hängt sowohl von der digitalen Infrastruktur, als auch von Entscheidungen des Managements ab. Die Digitalisierung wird nicht nur von Unternehmen vorangetrieben, sondern auch im hohen Maße von der Politik, da sie regulatorische Rahmenbedingungen, wie beispielsweise Datenschutzgesetze, vorgibt.

In einigen Unternehmen hat die Umstrukturierung innerhalb der Logistiknetzwerke bereits begonnen. Durch Automatisierungsprozesse sind Unternehmen dazu in der Lage, Geld einzusparen. Bei der Betrachtung der Kosten von automatisierter und manueller Arbeit fällt auf, dass Kosten durch Digitalisierungsprozesse seit dem Jahr 1990 um bis zu 50 Prozent gesunken sind. Ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz von datengesteuerter Logistik ist der Konzern Volkswagen, der mithilfe neuer Technologien die jährlichen Vertriebskosten um bis zu 30 Prozent senken konnte. Anhand von Beispielen wie diesen lässt sich die Zukunftsprognose aufstellen, dass durch den Einsatz von selbstlernenden Maschinen die Bedarfsvorhersage verbessert wird und somit gleichzeitig Gewinne gesteigert werden können. Zudem ist es durch die neuen Technologien möglich, autonom fahrende Transporter einzusetzen, wodurch ebenfalls Effizienz gesteigert und Kosten eingespart werden können. Ein weiteres Beispiel für eine Effizienzsteigerung durch innovative Technologien stellt der Einsatz von autonomen Drohnen in der Logistik-Branche dar. So entsteht durch den Transport von Paketen beispielsweise ein Zeitersparnis während der Auslieferung (vgl. Handelsblatt und GE at Work, 2015: 7).

Vor allem sogenannte Start-Up-Unternehmen, deren Geschäftsmodelle ganze Branchen verändern und teilweise sogar gänzlich überflüssig machen, nutzen Chancen der Digitalisierung. Als bekannte Beispiele kann man in diesem Zusammenhang *Netflix* oder *Spotify* nennen, welche die herkömmlichen Geschäftsmodelle der Film- und Musikindustrie verändert haben. Den Schätzungen von Cisco-Verwaltungspräsident John Chambers zufolge werden bereits in den nächsten zehn Jahren die heute bekannten Top-Unternehmen verschwunden sein, da diese Unternehmen die Dynamik der neuen Technologien unterschätzen, zu langsam reagieren und an ihren alten Geschäftsmodellen festhalten (vgl. Matzler et al., 2016: 13f.).

Eine weitere Herausforderung stellt die notwendige ständige Qualifizierung von Arbeitskräften dar. In diesem Zusammenhang wird meist von dem Konzept des lebenslangen Lernens gesprochen, um permanent neuen technischen Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt gewachsen zu sein. Neue Arbeitsumfelder werden durch die Digitalisierung zunehmend geprägt, indem sich stetig neue Berufsbilder entwickeln, neue Aufgaben entstehen und sich Tätigkeitsprofile verändern. Unter diesen Gesichtspunkten nehmen Qualifizierung und Kompetenzentwicklung eine immer wichtiger werdende Rolle ein und sind ein Schlüsselfaktor für den Zugang zum Arbeitsmarkt.

#### **4.3.2. Anforderungen an die zukünftige Arbeitswelt (PIAAC Studie)**

Wie im ersten Teil der vorliegenden Arbeit dargelegt wurde, wird sich die Arbeitswelt in den nächsten Jahren stark verändern. Durch die Digitalisierung und die damit einhergehende Automatisierung von Arbeitsprozessen ist das Stichwort *Lebenslanges Lernen* für Mitarbeiter immer wichtiger. Um einen Überblick über den derzeitigen Kompetenzstand der deutschen Bevölkerung zu geben, wird im Folgenden die im Jahr 2008 vorgestellte Studie *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (PIAAC) beschrieben (vgl. Rammstedt et al., 2012).

Sie wurde von den *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (OECD)<sup>4</sup> - Mitgliedsstaaten initiiert und hat das Ziel, die Kompetenzen von Erwachsenen, die für eine erfolgreiche Teilhabe an der heutigen Gesellschaft von zentraler Bedeutung sind, im internationalen Vergleich zu untersuchen und somit ein umfassendes Bild des Humankapitals der teilnehmenden Länder zu liefern. Neben dem internationalen Vergleich von Grundkompetenzen Erwachsener wird außerdem beleuchtet, inwieweit die Kompetenzen Auswirkungen auf die gesellschaftliche und insbesondere die wirtschaftliche Teilhabe haben. Die ermittelten Ergebnisse bieten Aufschluss darüber, „[...] inwieweit Schul-, Aus-, und Weiterbildungssysteme in der Lage sind, diese Schlüsselkompetenzen zu vermitteln und so die Menschen in der jeweiligen Gesellschaft erfolgreich auf eine aktive gesellschaftliche Teilhabe vorzubereiten“ (Rammstedt et al., 2012: 3).

---

<sup>4</sup> OECD: Organisation for Economic Cooperation and Development.

## **Vorgehen**

Befragt wurden pro Teilnehmerland etwa 5.000 zufällig ausgewählte Erwachsene im Alter zwischen 16 und 65 Jahren. Die einzelnen Erhebungen fanden jeweils in einem Zeitfenster von 1,5 bis 2 Stunden statt, in der die Teilnehmer zunächst interviewt wurden und in Folge dessen eine Kompetenzmessung stattgefunden hat, welche die Teilnehmer selbstständig am Computer oder in Papierform bearbeiten mussten. Des Weiteren werden auch in einigen Ländern, Deutschland eingeschlossen, die Kompetenzen im höheren Alter untersucht, was von besonderer Bedeutung bezüglich der Verschiebung des Rentenantrittsalters in Deutschland ist und den nötigen Kompetenzerhalt liefert (vgl. Rammstedt et al., 2012: 3).

Die Planung und die Entwicklung des Designs von der ersten PIAAC Runde auf internationaler Ebene begann bereits im Jahr 2008. Ziel ist es, die Studie in regelmäßigen Abständen zu wiederholen. Die aktuelle Studie startete im Jahr 2012, jedoch ist schon eine wiederholte Erhebungswelle in einem 10-Jahres-Turnus geplant. Die Durchführung der Erhebungen verlief in mehreren Zyklen, wobei der erste Zyklus insgesamt aus 3 Runden bestand. Im Jahr 2010 wurden in der ersten Runde zunächst die Erhebungsinstrumente und das Design in einer Feldstudie in allen 24 teilnehmenden Ländern getestet. Die zweite Runde des ersten Zyklus fand im Zeitraum von 2012 bis 2016 statt und es nahmen weitere 9 Länder teil. In einer dritten Runde des ersten Zyklus, der von 2016 bis 2019 angesetzt ist, nehmen schließlich nochmals weitere 6 Länder teil. Der zweite Zyklus ist für 2021 geplant. Für das nationale Projektmanagement in Deutschland wurde in der Laufzeit von Februar 2009 bis Juni 2014 das GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften beauftragt.

Es werden grundlegende Kompetenzen, wie zum Beispiel Lesekompetenz, alltagsmathematische Kompetenz sowie technologiebasiertes Problemlösen untersucht, die unverzichtbar für alltägliche Anforderungen des digitalisierten Berufsalltags sind. Neben dem Kompetenz-Test wurden die Erwachsenen auch zu ihren Tätigkeiten am Arbeitsplatz befragt. Laut der Studie erfordert die zukünftige Arbeitswelt besser ausgebildete Arbeitskräfte, weshalb eine Erhebung des derzeitigen Kompetenzstandes noch einmal von besonderer Bedeutung ist.

Einerseits geht es dabei um die Erlangung von höheren Qualifikationen, damit Arbeitskräfte aus dem technologischen Wandel Vorteile ziehen können, andererseits

geht es um die Notwendigkeit von sozialen und personalen Fähigkeiten, die sogenannten *Soft Skills*, wie zum Beispiel Problemlösungskompetenz, Kommunikationsstärke und Kreativität. Neben der allgemeinen Kompetenzmessung wird außerdem erfasst, inwieweit Erwachsene ihre Kompetenzen im privaten sowie beruflichen Alltag tatsächlich einsetzen. Des Weiteren bietet die PIAAC-Studie weitere Anhaltspunkte, die aufzeigen inwiefern die Schul- und Ausbildungssysteme der einzelnen Länder fähig sind, die benötigten Kompetenzen zu einer erfolgreichen Teilnahme an dem gesellschaftlichen Leben zu fördern, woraus im nächsten Schritt wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet werden, die mögliche politische Interventionen und gesellschaftliche Veränderungen schaffen sollen (vgl. Rammstedt et al., 2012: 2).

Ein weiterer positiver Effekt der PIAAC-Studie ist, dass das international standardisierte Design den politischen Entscheidungsträgern der teilnehmenden Länder ermöglicht, die Ergebnisse zu vergleichen. Dadurch können die Teilnehmerländer voneinander lernen und Maßnahmen entwickeln, welche die Kompetenzen von Erwachsenen fördern. Zudem kann anhand dieser Ergebnisse diskutiert werden, welche Rolle Bildungsinstitutionen und Weiterbildungsaktivitäten sowie das Lernen am Arbeitsplatz spielen (vgl. Rammstedt et al., 2012: 3).

### ***Ergebnisse der PIAAC Studie in Bezug auf Deutschland***

In Bezug auf die Lesekompetenz erzielen die Erwachsenen in Deutschland im Durchschnitt 270 Punkte, was numerisch nur knapp, aber statistisch signifikant unter dem OECD-Durchschnitt von 273 liegt. Der niedrigste Wert ist in Italien mit 250 Punkten festgestellt worden, während der höchste Wert in Japan mit 296 Punkten liegt. Zu beachten ist, dass sich der geringe Abstand von Deutschland zum OECD-Durchschnitt in der Altersgruppe der 16 bis 24-Jährigen verringert, woraus man die Vermutung ableiten kann, dass vor allem die älteren Altersgruppen geringere Lesekompetenzen aufweisen, als die jüngeren Altersgruppen (vgl. Rammstedt et al., 2012: 8f.).

In Hinblick auf die alltagsmathematischen Kompetenzen erreicht Deutschland den Wert von 272 Punkten, was leicht, aber statistisch signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 269 liegt. Der hohe Anteil der Personen, die im oberen Kompetenzbereich liegen, ist hierfür ausschlaggebend. Wenn man den Wert des unteren

Leistungsbereiches betrachtet, fällt auf, dass die Werte vergleichbar mit dem OECD-Durchschnitt sind. Japan, Finnland und die Niederlande weisen die höchsten Werte in der alltagsmathematischen Kompetenz auf, während wie auch ähnlich bei der Lesekompetenz, Spanien und Italien die wenigsten Punkte erreichen.

In Hinblick auf die Ergebnisse in Bezug auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz wird zunächst darauf hingewiesen, dass es allen Teilnehmerländern freistand, ob sie diese Daten für ihr Land erheben oder nicht. Frankreich, Italien, Spanien und Zypern haben an diesen Messungen nicht teilgenommen. Eine weitere Voraussetzung für die Erhebung war, dass die Kompetenzdomäne ausschließlich computerbasiert erhoben wurde, weshalb auch nur die Personen teilnehmen konnten, die über hinreichende Computerkenntnisse verfügen und die Erhebung nicht aus anderen Gründen verweigert haben. Bei Betrachtung der Werte aus Deutschland fällt auf, dass diese nahe an den Durchschnittswerten der OECD-Länder liegen. Insgesamt verfügen 45 Prozent der deutschen Bevölkerung über geringe technologiebasierte Problemlösekompetenzen. 29 Prozent der Deutschen verfügen über mittlere und nur 7 Prozent über hohe technologiebasierte Problemlösekompetenzen. Schweden, Finnland und die Niederlande erzielten insgesamt die besten Ergebnisse, während Irland und Polen die am wenigsten ausgeprägten Kompetenzen im internationalen Vergleich aufzeigen (vgl. Rammstedt et al., 2012f.). Das Ergebnis zeigt, dass Deutschland durchschnittliche Kompetenzen aufweist.

### ***Unterschiede der Grundkompetenzen in der Bevölkerung***

Insgesamt kann beobachtet werden, dass sich in allen Ländern die deutlichsten Unterschiede in den Grundkompetenzen in Abhängigkeit zum Bildungsniveau zeigen. Auf Deutschland bezogen ist beispielsweise die Lesekompetenz von Personen, die über einen Hauptschulabschluss oder weniger verfügen, im Schnitt circa 75 Punkte niedriger als bei Personen mit einem Hochschulabschluss. Außerdem zeigt sich, dass jede zusätzliche Aus- oder Weiterbildung zu dem vorhandenen Schulabschluss, wie beispielsweise ein weiterer Schulbesuch, eine Ausbildung oder ein Studium, auch mit deutlich höheren Kompetenzen einhergeht.

Die Wissenschaftler Prof. Dr. Holger Bonin, Dr. Terry Gregory und Dr. Ulrich Zierhahn haben die Ergebnisse der Untersuchungen bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit der Berufe in den Vereinigten Staaten mit Hilfe des PIAAC-

Datensatzes und einem ökonomischen Modell direkt auf die jeweiligen Berufe in Deutschland übertragen.

### 4.3.3. Automatisierungswahrscheinlichkeit in Zusammenhang mit dem vorherrschenden Qualifikationsstand

#### Vorgehen

Die Wissenschaftler haben in ihrem Ansatz die Ergebnisse von Frey und Osborne direkt auf die jeweiligen Berufe in Deutschland übertragen und zunächst festgestellt, dass unter dieser Betrachtung auch in Deutschland derzeit 42 Prozent der Beschäftigten in Berufen mit hoher Automatisierungswahrscheinlichkeit arbeiten (vgl. Bonin et al., 2015b: i).

In einem zweiten Schritt, bei dem die Wissenschaftler von der Feststellung ausgegangen sind, dass nicht Berufe sondern Tätigkeiten durch Computer ersetzt werden, haben die Wissenschaftler Beschäftigungseffekte ermittelt, die sich aus einem tätigkeitsbasierten Ansatz ergeben.

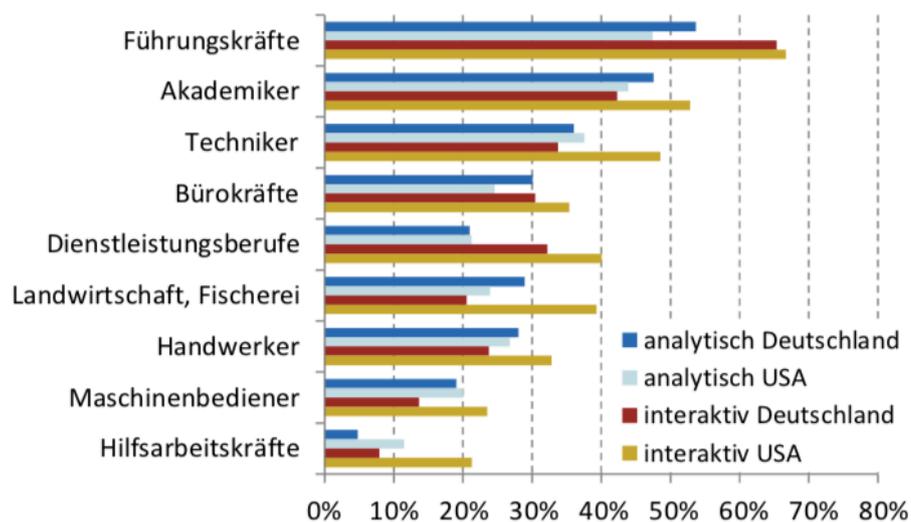


Abbildung 6: Tätigkeitsprofile von Deutschland und den USA im Vergleich (Bonin et al., 2015b: 12).

#### Ergebnisse

Der Annahme folgend, dass der Einfluss von Technologien auf die Automatisierungswahrscheinlichkeit von Tätigkeiten in Deutschland und den Vereinigten Staaten der gleiche ist, ist der Anteil der Arbeitsplätze mit hoher Automatisierbarkeit in

Deutschland höher. Dies kann auf die Unterschiede zwischen den Tätigkeitsstrukturen der einzelnen Länder zurückgeführt werden, da es in den USA einzelne Tätigkeiten gibt, die häufiger als in Deutschland ausgeführt werden und auch mit einer geringeren Automatisierungswahrscheinlichkeit einhergehen. Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit Fortbildung und Management stehen, wie beispielsweise Personen unterrichten oder die Aktivitäten anderer planen sind damit eingeschlossen.

Außerdem ist anzumerken, dass sich die Automatisierungswahrscheinlichkeit deutlich zwischen den Einkommens- und Qualifikationsgruppen unterscheidet. „Während etwa Beschäftigte mit Elementar- oder Primarbildung in Deutschland eine Automatisierungswahrscheinlichkeit von 80 Prozent aufweisen, liegt der Wert für Beschäftigte mit Promotion bei lediglich 18 Prozent“ (Bonin et al., 2015b: 16).

Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die Wahrscheinlichkeit der Automatisierung umso geringer ausfällt, je höher das Bildungsniveau der Beschäftigten ist. Wenn außerdem den Faktor des Einkommens betrachtet wird, so wird deutlich, dass sowohl in Deutschland als auch in den Vereinigten Staaten die Beschäftigten mit dem geringsten Einkommen der größten Automatisierungswahrscheinlichkeit gegenüber stehen, wo hingegen bei Beschäftigten mit einem hohen Einkommen die Wahrscheinlichkeit der Automatisierung lediglich bei etwa 20 Prozent liegt (vgl. Bonin et al., 2015b: 16).

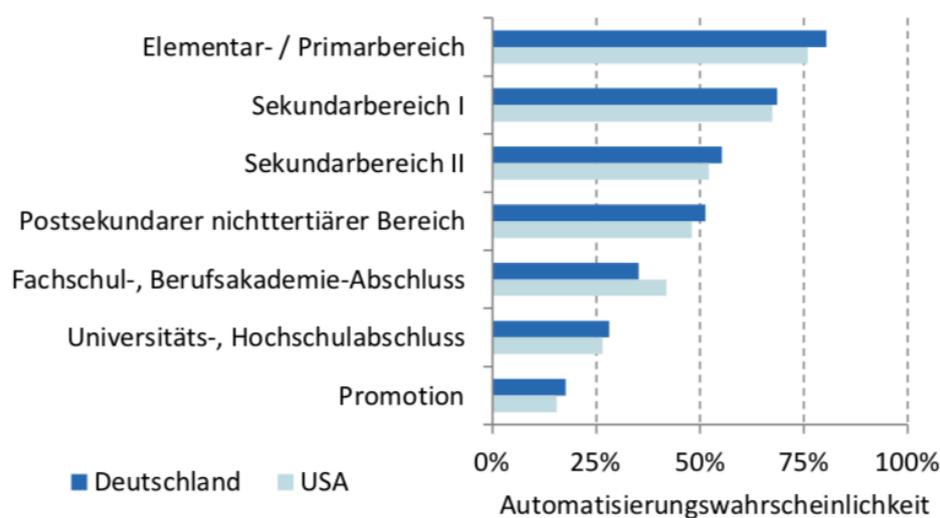


Abbildung 7: Automatisierungswahrscheinlichkeit und Bildung (Bonin et al., 2015a: 16).

Anzumerken ist, dass innerhalb eines Berufes nicht alle Tätigkeiten gleichermaßen automatisierbar sind. In manchen Berufen können Maschinen bestimmte Tätigkeiten übernehmen, andere Tätigkeiten hingegen nicht. Daraus folgt, dass das Automatisierungspotential innerhalb von Berufen von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz unterschiedlich ausfällt (vgl. Arnold et al., 2016: 2).

Laut den Berechnungen von Frey und Osborne arbeiten in Deutschland 42 Prozent der Beschäftigten in Berufen, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren automatisiert werden können. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Gregory, Bonin und Ziehrhan einen arbeitsplatzbasierten Ansatz gewählt haben, bei dem der Fokus auf Tätigkeiten und nicht auf ganzen Berufen liegt, während Frey und Osborne einen berufsbierten Ansatz gewählt haben, fällt das Ergebnis anders aus. In diesem Fall sind es nach den Berechnungen lediglich 12 Prozent der Beschäftigten, die von der Automatisierung unmittelbar betroffen sind. Dieses Ergebnis ist dadurch zu erklären, dass in vielen Berufen auch Tätigkeiten anfallen, die beispielsweise sozial-interaktive Kompetenzen erfordern und daher nur schwer zu automatisieren sind.

Bei der Übertragung der Studie von Frey und Osborne auf Deutschland ist weiterhin zu beachten, dass sich im Allgemeinen der amerikanische Arbeitsmarkt vom deutschen Arbeitsmarkt unterscheidet. In den USA werden vergleichsweise mehr Arbeiten in Führungskräftepositionen ausgeübt. Des Weiteren ist das in Deutschland anerkannte duale Ausbildungssystem und die darauf aufbauenden Weiterqualifizierungsmöglichkeiten, wie beispielsweise ein Meister- oder Technikerabschluss, in den Vereinigten Staaten weniger populär.

Wie auch schon in den zuvor beschriebenen Studien ermittelt wurde, kann zusammengefasst werden, dass bei allen Untersuchungen bezüglich der Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen beachtet werden muss, dass die steigende Automatisierungswahrscheinlichkeit von Berufen nicht gleichzeitig mit dem Verlust von Arbeitsplätzen einhergeht. Oftmals verändern neue Technologien Arbeitsplätze, ohne sie jedoch vollständig zu verdrängen. Wahrscheinlich ist jedoch, dass sich in vielen Bereichen die Aufgabenspektren der Mitarbeiter ändern und Arbeitskräfte in neue, eventuell komplexere Aufgabengebiete einarbeitet werden müssen und dadurch auch die Qualifikationsanforderungen steigen.

Die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchungen geben Aufschlüsse darüber, in welchen Berufen die Automatisierungswahrscheinlichkeit besonders hoch ist. Durch die Untersuchungen bezüglich des aktuellen Standes der Grundkompetenzen können Rückschlüsse gezogen werden, welche Personengruppen zukünftig besondere Förderung benötigen, um den Anforderungen der Arbeitswelt 4.0 gerecht zu werden. Aus diesen Ergebnissen lassen sich auch Handlungsfelder für die Politik ableiten, damit auch die Gesellschaft von Morgen über die Kompetenzen verfügt und die Arbeitswelt 4.0 aktiv mitgestalten kann.

## 5. Gesellschaft 4.0

Durch die Digitalisierung werden sowohl Wirtschaft als auch Gesellschaft transformiert. Mit dieser Transformation ergeben sich Potentiale, die es zu nutzen gilt, damit Deutschland weiterhin im internationalen Vergleich wettbewerbsfähig bleibt und sich weiterentwickeln kann. Laut Expertenmeinungen hat sich die Debatte um das Themenfeld Industrie beziehungsweise Arbeitswelt 4.0 zu einer landläufigen Rede von der digitalisierten Arbeitswelt oder sogar der digitalen Gesellschaft entwickelt (vgl. Matuschek, 2016: 12).

Ein Ansatz mit besonderer Relevanz ist, dass der Anteil der potentiellen *Verlierer* der Digitalisierung minimiert wird und Hilfestellungen angeboten werden, um ihre Fähigkeiten und Kompetenzen den Tätigkeiten, die sich verändern, anzupassen. Daher sollte von Seiten der Politik maßgeblich das Ziel angestrebt werden, die individuellen Fähigkeiten zu fördern und das Stichwort 'Lebenslanges Lernen' in den Fokus der öffentlichen Debatten zu richten.

Neben den politischen Maßnahmen, die den Arbeitsmarkt betreffen, sollte vor allem die Bildungspolitik ihren Fokus auf die Vermittlung von grundlegenden Fertigkeiten legen (vgl. Lenz, 2018: 20). Die Arbeitswelt 4.0 benötigt vor allem gut ausgebildete Mitarbeiter, die über hinreichende soziale, wie auch digitale Kompetenzen verfügen. Vor allem die so genannten MINT-Qualifikationen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) gewinnen immer mehr an Bedeutung (vgl. Schlick, 2015: 15). Auf Grund des schnellen Wandels von Anforderungsprofilen sowie Anwendungsgebieten in der Arbeitswelt 4.0 werden Kompetenzen benötigt, die es ermöglichen, sich auf neue Rahmenbedingungen einzustellen (vgl. McKinsey&Company, 2018). Ein Grundstein für eine erfolgreiche Gesellschaft 4.0 ist Bildung, die auf die Teilhabe an einer digitalisierten Arbeitswelt vorbereitet. In diesem Zusammenhang ist auch ein Mentalitätswechsel unerlässlich. Vor allem sollte man sich „[...] zumindest von der Vorstellung, dass man das Kapitel Bildung mit einem Abschluss ganz zu Beginn des Erwerbslebens für ein für alle Mal hinter sich bringen kann“ (Lenz, 2018: 21) verabschieden.

### 5.1. Bildung

„Ausgelöst durch die Digitalisierung und durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien ist auch vor allem das Bildungssystem einem paradigmatischen

Wandel unterworfen, und damit einhergehend sind neue Ansprüche an Lehren und Lernen verknüpft“ (Atteneder und Maier-Rabler, 2016: 40).

Bislang ist es nicht möglich abzuschätzen, inwieweit und vor allem wie schnell die Digitalisierung die jeweiligen Bereiche verändern wird. Dass es jedoch zu Veränderungen kommen wird, steht außer Frage. Bildung, die auf eine erfolgreiche Teilhabe einer demokratischen Gesellschaft vorbereiten soll, muss zum einen gesellschaftliche und technologische Entwicklungen aufgreifen und auch gleichzeitig sich selber als Teil dieser Entwicklung begreifen (vgl. Atteneder und Maier-Rabler, 2016: 40).

Durch den digitalen Wandel ist es unerlässlich, dass sich auch der Bildungsbereich auf die zukünftig benötigten Qualifikationen und Anforderungsprofile ausrichtet (vgl. Zukunftsrat der Bayrischen Wirtschaft, 2017: 80). Die Digitalisierung ermöglicht vielfältige Möglichkeiten im Hinblick auf innovative Lehr- und Lernprozesse, die gleichzeitig auch die benötigten Kompetenzen fördern. Denn die Arbeitswelt 4.0 stellt neue Anforderungen die Abstraktions-, Komplexitäts- und Problemlösungskompetenzen der zukünftigen Mitarbeiter. Von diesen wird ein erhöhtes Maß an Selbstständigkeit, Kommunikationsfähigkeit und Selbstorganisation sowie Kompetenzen in der Informations- und Kommunikationstechnologie vorausgesetzt (vgl. Schlick, 2015: 15).

Für das Gelingen der Implementierung von digitaler Bildung in Form von technologischen Lösungen ist es wichtig, dass diese in ein Gesamtkonzept eingebettet werden, das sowohl pädagogisch als auch didaktisch sinnvoll ist. Ebenso muss auch das Lehrpersonal über Wissen über die technischen Mittel verfügen, damit der Einsatz digitaler Medien im Unterricht gelingen kann. Die Aspekte

„[...] Inhalt, Methodik, Didaktik, Curricula, Technik, Recht, Personal, usw. sowie die zielgerichtete Gestaltung von Lehr- und Lernumgebungen inklusive Optimierung architektonischer Rahmenbedingungen, wie z. B. Gruppenräume, Lerninseln oder Lernfabriken – orientiert an unterschiedlichen räumlichen Lernsituationen“ (Zukunftsrat der Bayrischen Wirtschaft, 2017: 82).

sollten alle bei der Gestaltung eines Gesamtkonzeptes gleich gewichtet werden. Von besonderer Relevanz wird erachtet, dass die Schüler dazu befähigt werden, kompetent mit Medien umzugehen und diese sinnvoll zu nutzen, da digitale Medien als Unterrichtsmedien immer mehr an Bedeutung gewinnen. Des Weiteren ist die Integration auch über die Unterrichtsentwicklung hinaus eine Aufgabe, die gemeinschaftlich von Politik, Bildungsinstitutionen und Schulträgern angegangen werden

muss. Schule muss sich der Herausforderung stellen, die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für eine funktionierende Integration von digitalen Medien in den Unterricht zu schaffen (vgl. Schaumburg, 2015: 4). In diesem Zusammenhang ist es unerlässlich, dass die Schüler auch bezüglich der Gefahren der Digitalisierung geschult werden.

### ***Gefahren der Digitalisierung***

Die Digitalisierung und die elektronische Vernetzung kann als ein technologischer Wandel gesehen werden, der mit weitreichenden gesellschaftlichen Chancen, aber auch Risiken einhergeht (vgl. Lindner, 2007). Neben den zu vermittelnden benötigten Kompetenzen für eine zukünftige Arbeitswelt ist in Vorbereitung auf eine fortschreitende Digitalisierung auch notwendig, dass die Schüler auch den Risiken digitaler Medien angemessen begegnen. Die deutschen Schulen stehen vor der Herausforderung, die Schüler einerseits zu einem selbstbestimmten und kritischen Umgang mit Medien zu befähigen und andererseits auch zu einem kreativen und produktiven (vgl. Schaumburg, 2015: 2). Es ist zudem wichtig, dass sich die Schüler bei der Nutzung von digitalen Medien darüber im Klaren sind, dass eine Vielzahl ihrer Daten erfasst und ausgewertet und somit „[...]Menschen zu Objekten von Algorithmen und Wahrscheinlichkeiten gemacht“ (Dräger und Müller-Eiselt, 2015: 9) werden.

Neben den beschriebenen Risiken geht der Einsatz von digitalen Medien jedoch auch mit einer Vielzahl von Chancen und neuen Möglichkeiten des Lernens einher, weshalb es wichtig ist, dass digitale Medien innerhalb der Schule eingesetzt und integriert werden, sodass neue Kompetenzen sowie auch verschiedene Formen der Wissensvermittlung stattfinden können. Studien, die sowohl national als auch international durchgeführt wurden, sind jedoch zu dem Ergebnis gekommen, dass digitale Medien an Schulen in Deutschland als Lehr- und Lernmittel bislang wenig integriert sind. Dementsprechend niedrig wird auch das Vorhandensein der digitalen Kompetenzen eingeschätzt.

#### **5.1.1. Schulsystem**

Zur Analyse des Kompetenzstandes deutscher Schüler, hat die *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA) mit ihrer Studie „*International Computer and Information Literacy Study*“ (ICILS) aus dem Jahr 2013,

die vorhandenen computer- und informationsbezogenen Kompetenzen und die vorhandenen Rahmenbedingungen von Schülern aus der achten Jahrgangsstufe untersucht. Mit diesen Kompetenzen sind solche gemeint, die einer Person erlauben,

„[...] Computer und neue Technologien zum Recherchieren, Gestalten und Kommunizieren von Informationen zu nutzen und diese zu bewerten, um am Leben im häuslichen Umfeld, in der Schule, am Arbeitsplatz und in der Gesellschaft erfolgreich teilzuhaben“ (Bos et al., 2014: 10).

Die Untersuchung, an der 2.225 Schüler teilnahmen, wurde an 142 Schulen bundesweit durchgeführt. Neben Deutschland nahmen zusätzlich weltweit 21 weitere Länder teil.

Als Ergebnis im Hinblick auf die computer- und informationsbezogenen Kompetenzen konnte festgehalten werden, dass sich Deutschland im Vergleich zu anderen EU-Staaten im Mittelfeld befindet und im internationalen Vergleich signifikant über dem Mittelfeld liegt. Hinsichtlich der Kompetenzstufenverteilung konnte festgehalten werden, dass fast die Hälfte aller Schüler Leistungen erzielt hat, die einer mittleren Kompetenzstufe zugeordnet werden können. Das bedeutet, dass sie unter Anleitung dazu in der Lage sind, Dokumente zu bearbeiten und einfachere Informationsprodukte zu erstellen. Die andere Hälfte verfügt mehrheitlich lediglich über rudimentäre Fertigkeiten im kompetenten Umgang mit neuen Technologien (vgl. Bos et al., 2014: 16).

Die Analyse der IT-Ausstattung von Schulen in Deutschland ergab unter anderem ein Schüler-Computer-Verhältnis von 11,5 zu 1. Dieses Verhältnis ist im internationalen Vergleich im Mittelfeld aufzufinden. Es wurde zudem ermittelt, dass nur circa 6,6 Prozent der Schüler in Deutschland eine Schule besuchen, in der Tablet-Computer für Unterrichtszwecke zur Verfügung stehen. Im Vergleich zum EU-Durchschnitt, der einen Wert von 15,1 ausweist, ist der Anteil vergleichsweise gering. Im außereuropäischen internationalen Vergleich weist beispielsweise Australien einen Wert von 63,6 Prozent auf. Auch hinsichtlich der zur Verfügung gestellten Mittel, wie beispielsweise Whiteboards, ist der Wert in Deutschland mit etwa 5,5 Whiteboards pro Schule im Vergleich zu Dänemark mit 20 und den Niederlanden mit 25,5 Whiteboards pro Schule gering (vgl. Bos et al., 2014: 18).

Der internationale Vergleich zeigt die Notwendigkeit, Schulen in Deutschland besser auszustatten um computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülern zu steigern und damit wettbewerbsfähig zu sein.

Auch der Anteil der Lehrer, die an Fortbildungen zur Nutzung digitaler Medien im Unterricht teilgenommen haben, liegt etwa 20 Prozent unter dem internationalen Durchschnitt.

Als Ergebnis der international vergleichenden Schulleistungsstudie kann für den Bereich der computer- und informationsbezogenen Kompetenzen festgehalten werden, dass es dem deutschen Bildungssystem bislang nicht gelungen ist, wichtige Schlüsselkompetenz systematisch zu fördern. Bei Betrachtung der Platzierung der deutschen Schüler bezüglich der derzeitigen Kompetenzstände wird deutlich, dass sich diese zwar im Mittelfeld befinden, dies aber vor allem dadurch zustande kommt, dass die Bildungssysteme in Thailand und der Türkei nur sehr geringe Kompetenzniveaus aufzeigen. Festgehalten werden kann außerdem, „[...] dass die weit verbreitete Annahme, Kinder und Jugendliche würden durch das Aufwachsen in einer von neuen Technologien geprägten Welt automatisch zu kompetenten Nutzerinnen und Nutzern, nicht zutrifft“ (Bos et al., 2014: 28). Aus diesem Grund ist es unumgänglich, dass sich das Bildungssystem in Deutschland dahingehend weiterentwickeln muss.

Aufgrund der wachsenden Anzahl von technologischen Veränderungen und der neuen Herausforderungen des digitalen Wandels im Bildungsbereich, hat die Kultusministerkonferenz (KMK) eine Gesamtstrategie entworfen, die unterschiedliche Handlungsfelder für Länder, Bund, Kommunen sowie die Schulträger und Schulen formuliert. Mit der Strategie „*Bildung in der digitalen Welt*“ wird ein Handlungsrahmen vorgelegt, um die digitale Transformation des Schulbereiches voranzutreiben.

Den Ländern kommt demnach die Aufgabe zu, in den jeweiligen Bildungsplänen für die verschiedenen Unterrichtsfächer die in Zukunft notwendigen Medienkompetenzen als Kompetenzrahmen für die Bildung zu verankern. Zudem wurde in dieser Strategie das Ziel festgelegt, dass sich das Lehrpersonal weiterbildet, um die digitalen Technologien im Unterricht anzuwenden und beispielsweise digitale Lernplattformen und eine digitale Schulverwaltungssoftware zu verbinden.

## **Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“**

Durch die Verabschiedung der Strategie *‘Bildung in der digitalen Welt’* haben sich die Länder darauf verständigt,

„[...] die aktuellen bildungspolitischen Leitlinien zu ergänzen und durch Veränderung bei der inhaltlichen und formalen Gestaltung von Lernprozessen die Stärkung der Selbstständigkeit zu fördern und individuelle Potentiale innerhalb einer inklusiven Bildung auch durch Nutzung digitaler Lernumgebungen besser zur Entfaltung bringen zu können“  
(Kultusministerkonferenz, 2016a: 9).

Die Integration von digitalen Lehr- und Lernprozessen in das bestehende Bildungssystem erweist sich als äußerst komplex, da in verschiedenen Handlungsfeldern gleichzeitig Maßnahmen geplant, aufeinander abgestimmt und schließlich umgesetzt werden müssen. Folgende Handlungsfelder werden in der Strategie beschrieben:

Das erste Handlungsfeld umfasst Bildungspläne und Unterrichtsentwicklungen sowie curriculare Entwicklungen. Für den Bereich der Schule gilt, dass „[...] Lehren und Lernen in der digitalen Welt dem Primat des Pädagogischen – also dem Bildungs- und Erziehungsauftrag – folgen muss“ (Kultusministerkonferenz, 2016a: 9). Dies bedeutet, dass durch die Berücksichtigung der Digitalisierung die bildungspolitischen Leitlinien zu ergänzen sind und darauf geachtet werden sollte, dass bei der aktiven Veränderung der formalen und inhaltlichen Gestaltung von Lernprozessen und durch die Nutzung digitaler Lernumgebungen vor allem Kompetenzen wie Selbstständigkeit und individuelle Potenziale gefördert werden sollten. Dies ist vor allem für die berufliche Bildung von Bedeutung, da die Digitalisierung große Auswirkungen auf Arbeits-, Produktions- und Geschäftsabläufe hat. Daher ist es wichtig, dass digitale Prozesse und deren Auswirkungen verstanden werden, was beispielsweise arbeitsorganisatorische und kommunikative Aspekte bei global vernetzten Produktions-, Lieferungs- und Dienstleistungsketten betrifft (vgl. ebd).

Des Weiteren steigt – wie bereits beschrieben – auch die Relevanz des Umgangs mit Medien. Die Kultusministerkonferenz fordert daher, dass alle Schüler bereits mit der Nutzung von Medien in der Primarstufe beginnen sollten. Dadurch werden frühzeitig Kompetenzen entwickelt, die eine kritische Reflexion bezüglich des Umgangs mit Medien in einer digitalisierten Welt ermöglicht. Über welche Kenntnisse, Kompetenzen und Fähigkeiten die Schüler außerdem verfügen sollten, damit sie angemessen auf das Leben in der zukünftigen Gesellschaft vorbereitet werden und fähig

sind, am kulturellen, gesellschaftlichen, politischen und beruflichen Leben teil zu haben, müssen von Seiten der Politik noch konkretisiert und präzisiert werden.

Ein weiteres wichtiges Handlungsfeld ist die Infrastruktur und die Ausstattung. Die Kultusministerkonferenz hat als Ziel bis 2021 festgelegt, dass alle Schüler auf eine digitale Lernumgebung und einen Zugang zum Internet zugreifen können. Dazu zählen beispielsweise der Breitbandausbau und der Ausbau von Netzwerken innerhalb von Schulen. In Bezug auf digitale Lernplattformen müssen zunächst auch rechtliche Fragen geklärt werden, die zum Beispiel den Datenschutz und Urheberrechte betreffen. Wichtig ist, dass auch die Lehrer auf diese Schritte vorbereitet und qualifiziert werden, damit die Medien sinnvoll in den Unterricht integriert werden können.

Folgende Ziele wurden bezüglich der Lehrerqualifizierung formuliert: Erstens soll das Lehrpersonal in ihre Lehr- und Bildungspläne Kompetenzen einbeziehen,

„[...] die für eine aktive, selbstbestimmte Teilhabe in einer digitalisierten Welt erforderlich sind. Dies soll integrativer Teil der Fachcurricula aller Fächer sein und kann daher keinem isolierten Lernbereich zugeordnet werden, da das Erwerben der notwendigen Kompetenzen für ein Leben in einer digitalisierten Welt weit über notwendige informatische Grundkenntnisse hinaus geht (vgl. Kultusministerkonferenz, 2016a: 11f.).

Zweitens erfordert eine sinnvolle Einbindung digitaler Lernumgebungen eine neue Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse. Dadurch wird einerseits das Lernen verändert und andererseits wird die Möglichkeit gegeben, den Unterricht auf verschiedene Arten zu gestalten. Durch den Umgang mit digitalen Medien werden die traditionellen Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen ergänzt und auch verändert. Durch die ständige Verfügbarkeit der digitalen Bildungsmaterialien bekommen die Schüler die Möglichkeit, ihre persönlichen Lernziele und Lernwege eigenständig zu planen und zu gestalten, wodurch wiederum grundlegende Kompetenzen entwickelt werden, die auch für das lebenslange Lernen von hoher Wichtigkeit sind. Außerdem werden durch die digitale Lernumgebung Kompetenzen gefördert, die den Schülern helfen, sich in Teams zu organisieren und gemeinsam Lösungen zu finden.

Mittlerweile gibt es eine stetig wachsende Zahl konkurrierender webbasierter Bildungsangebote. Die lizenzfreie Nutzung der ‘*Open Educational Resources*’ (OER) ermöglicht es, die Medien eigenständig zu bearbeiten und weiterzuverarbeiten. Die Veränderungen sollen nicht nur die Bildungsmanagement-Systeme verändern,

sondern auch die Verwaltung in den jeweiligen Bildungseinrichtungen, um beispielsweise elektronische Schülerakten zu ermöglichen.

Außerdem verändert sich das Tätigkeitsspektrum von Lehrern durch die Digitalisierung rasant, wodurch sich neue Möglichkeiten und Chancen ergeben. Die Tätigkeiten, wie beispielsweise den Unterricht zu gestalten und die Leistungsfähigkeit von Schülern zu diagnostizieren und zu beurteilen, können beispielsweise durch den Einsatz von E-Learning-Tools ergänzt werden und die Lehrer somit entlastet werden. Derartige Anwendungen werden bereits in amerikanischen Schulen erfolgreich genutzt. Des Weiteren werden heute bereits Online-Plattformen angeboten, die Hilfe bei der Erstellung von Online-Unterrichtskursen bieten. Dazu zählt beispielsweise das Programm *Versal* (vgl. McKinsey&Company, 2018).

Die benötigten Kompetenzen sollten den Lehrkräften bereits während des Studiums in den Bildungswissenschaften sowie in ihrem jeweiligen Fachunterricht während der gesamten Phasen der Lehrerbildung vermittelt werden. So werden sie in die Lage versetzt, die neuen Medien professionell und didaktisch sinnvoll zu nutzen zudem fortwährend deren Effizienz und Qualität zu reflektieren, zu evaluieren und schließlich weiter zu entwickeln (vgl. Kultusministerkonferenz, 2016b: 46).

Um diese Forderung schnell umzusetzen, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung im selben Jahr die Strategie *'Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft'* erarbeitet und somit ein umfassendes Förderprogramm vorgeschlagen. Der *Digital Pakt Schule* soll der Umsetzung der Vorhaben von Bund und Länder dienen. Der Pakt soll voraussichtlich Ende 2018 in Kraft treten. Zuvor muss noch das Grundgesetz dahingehend geändert werden, dass der Bund allen Ländern und Kommunen Finanzhilfen für die Bildungsinfrastruktur gewähren kann.

Mit Hilfe des *Digital Pakt Schule* sollen Schüler die Möglichkeit erhalten, ihre Kompetenzen soweit auszubauen, dass sie auf die Arbeitswelt 4.0 vorbereitet sind und gute Chancen auf dem Arbeitsmarkt haben. Das Gesamtziel ist, dass Demokratie und Wohlstand im 21. Jahrhundert weiter erhalten bleiben. Schulen müssen aus diesem Grund auf schnelles Internet zugreifen können und über die neuen digitalen Medien verfügen, um die neuen digitalen Kompetenzen zu vermitteln.

Bund und Länder haben sich in ihrer Zusammenarbeit so verständigt, dass der Bund finanzielle Mittel in Höhe von fünf Milliarden Euro in einem Zeitraum von fünf Jahren

zum Aufbau digitaler Bildungsinfrastrukturen bereit stellt und die Länder die pädagogischen Konzepte entwickeln und sich um die Qualifizierung der Lehrer bemühen. Gemeinsam mit dem Kommunen werden dann der Betrieb und die Wartung sichergestellt. Doch nicht nur die Schullandschaft muss sich aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung verändern, sondern auch die Hochschulen, um im internationalen Vergleich weiterhin standhalten zu können.

„Wenn wir die Fähigkeit zur Gewinnung von Ideen, dem Erkennen von Mustern in einem weit gesteckten Rahmen und komplexe Formen der Kommunikation, das heißt, kognitive Bereiche, die noch nicht automatisierbar sind (Brynjolfsson & McAfee 2014), gewinnen bzw. erhalten wollen, müssen wir unsere Bildungssysteme einschließlich der Universitäten verändern“ (Zink, 2015: 231).

### **5.1.2. Hochschulsystem**

Nicht nur die Schulen, sondern auch die Hochschulen müssen sich einem Wandel unterziehen, um den Anforderungen einer digitalisierten Welt gerecht zu werden und die Studierenden auf die Arbeitswelt 4.0 vorzubereiten und weiterhin im internationalen Vergleich wettbewerbsfähig zu bleiben. Das bereits vorgestellte Strategiepapier der Kultusministerkonferenz bezieht zu diesem Zweck auch auf die notwendigen Veränderungen in der Hochschulbildung.

Laut der Kultusministerkonferenz kommt den Hochschulen beim Voranschreiten der Digitalisierung eine doppelte Rolle zu. Zum einem sind Hochschulen Orte, an denen Technik und Innovationen erforscht und entwickelt werden. Zum anderen sind es Orte, an denen Wissen, in diesem Fall um digitale Prozesse und deren Konsequenzen vermittelt werden. Außerdem bietet die Hochschule neue innovative Formen der Wissensvermittlung an, sodass die Hochschulen als „[...] Orte zur Entwicklung, Erprobung und Anwendung in Formen und Methoden der digitalen Lehre sowie zur Erforschung der individuellen und gesellschaftlichen Folgen der Digitalisierung“ (Kultusministerkonferenz, 2016a: 10) gesehen werden können. Durch die Nutzung von digitalen Medien in den Universitäten werden das Lehren und das Lernen orts- und zeitunabhängiger. Wichtig ist außerdem, dass Bildung in der digitalen Welt auch immer eine fortbeständige Weiterbildung und lebenslanges Lernen bedeutet.

Die Kultusministerkonferenz Strategie hat in Bezug auf Hochschulen das Ziel,

„[...] Anforderungen und Handlungsbedarfe bei der Wahrnehmungen der akademischen Aufgaben zu definieren, um die Chancen und Möglichkeiten der Digitalisierung herauszuarbeiten und Wege der Weiterentwicklung aufzuzeigen“ (Kultusministerkonferenz, 2016b: 44).

Dabei geht es nicht darum, Präsenzhochschulen in Online-Universitäten umzubauen, sondern die Vorteile, die die Digitalisierung mit sich bringt gewinnbringend zu nutzen.

In Bezug auf die Ausbildung von Lehrkräften an der Universität muss auch einiges verändert werden, sodass die zukünftigen Dozenten befähigt werden, digitale Medien sinnvoll in die Lehre zu integrieren. Wie die Studie *'International Computer and Information Literacy'* ebenfalls ergab, nutzt nur ein geringer Teil der Dozenten in Deutschland digitale Medien und bildet sich in dieser Hinsicht auch vergleichsweise weniger fort, sodass Deutschland in diesem Punkt im internationalen Vergleich weit zurück liegt. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass die Vermittlung von digitalen Kompetenzen ein bedeutender Bestandteil der Lehrerbildung wird. Dabei können auch beispielsweise andere Bildungsanbieter unterstützen, wie beispielsweise Unternehmen oder städtische Bildungseinrichtungen (vgl. McKinsey&Company, 2018).

In der Ausbildung, Fortbildung und Weiterbildung von Lehrern müssen außerdem entsprechende Schwerpunkte gesetzt werden, die auch gleichzeitig die Unterrichtsforschung und die Entwicklung neuer fächerbezogener und fächerübergreifender didaktischer Modelle beinhaltet (vgl. Kultusministerkonferenz, 2016b: 52).

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Digitalisierung den Lebens- und Arbeitsbereich aller Menschen maßgeblich verändern wird. Auch die Lern- und Lehrprozesse in allen Bildungseinrichtungen sind von dieser Entwicklung betroffen, und müssen gesamtgesellschaftlich angegangen werden. Es ist wichtig, dass die nächste Generation auf die sich verändernde Arbeitswelt von Morgen vorbereitet wird und sich der gesamte Bildungsweg nach diesen neuen Kompetenzen ausrichtet.

Die bisherige traditionelle Ausbildung in „fachlichen Silos“ ist heutzutage nicht mehr förderlich, weshalb es wichtig ist, dass sich die Unterrichtsformen verändern und digitale Kompetenzen auch fächerübergreifend vermittelt werden. Es ist notwendig, dass sich das Schulsystem weg von Frontalunterricht, hin zu einer freien und eigenständigen Lernatmosphäre verändert. In dieser neuen Lernumgebung sollte es den Schülern freigestellt sein, wann und in welchem Maß sie die Lerninhalte eigenständig behandeln. Denn

„[...] wenn es richtig ist, dass die Gründer von Google, Amazon, Wikipedia sowie viele prominente Innovatoren in den USA eine Montessori-Ausbildung mit betont selbstständigem Lernen und der praktischen Beschäftigung mit einer Vielfalt von Materialien genossen haben (Brynjolfsson & McAfee 2014), dann sollte uns das bezüglich unserer Ausbildungssysteme nachdenklich machen“ (Zink, 2015: 231).

Auch diese prominenten Beispiele bestärken, welchen positiven Einfluss die Kompetenzentwicklung auf das selbstständige Lernen haben kann. Ebenso werden durch die Digitalisierung Möglichkeiten eröffnet, Bildung einer breiten Masse zugänglich machen und somit gleichzeitig eine Antwort auf die Herausforderungen der Arbeitswelt 4.0 geben. Als Beispiel für eine Chance, die durch die Digitalisierung eröffnet wird, wird im Folgenden das Experiment von den Professoren Sebastian Thrun und Peter Norvig beschrieben.

### ***Chancen der Digitalisierung: Beispiel in Bezug auf das Hochschulsystem***

Ein beachtlicher Fortschritt, der in der Lehre erzielt wurde, zeigt das Beispiel der beiden Professoren Sebastian Thrun und Peter Norvig, die an der Stanford Universität lehrten. Sie boten im Jahr 2011 erstmalig den Kurs 'Einführung in die künstliche Intelligenz' kostenlos und für jeden im Internet zugänglich an. Dies war eine gänzlich neue Art, das Wissen an die Studierenden weiterzugeben. Denn nicht nur die Studierenden, die nach dem strengen Auswahlverfahren der Stanford University ausgewählt wurden und im Jahr Studiengebühren von bis zu 55.000 Dollar zahlen, konnten an der Vorlesung teilnehmen, sondern Teilnehmer aus der ganzen Welt. Was mit diesem Experiment angefangen hat, wurde später von dem damaligen Stanford Präsidenten John L. Hennessy als „[...] the Coming Tsunami in Educational Technology“<sup>5</sup> betitelt. Der Kurs hat sich so schnell verbreitet, dass die Plattform letztendlich auf Grund von Überlastung vorzeitig geschlossen werden musste, da sich mehr als 160.000 Menschen aus 190 Ländern eingeschrieben haben.

Das Experiment ging über 3 Monate, in denen die Zuhörer aus der ganzen Welt dieselben Vorlesungen und Übungsaufgaben wie die Stanford Studierenden erhielten und schließlich auch online die gleichen Prüfungen abhielten, dessen Korrekturen der Computer übernahm. Für Fragen und Diskussionen wurden außerdem

---

<sup>5</sup> Rosenberger 2012, John L. Hennessy on 'the Coming Tsunami in Educational Technology'. Verfügbar unter: <https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/153706-john-l-hennessy-on-the-coming-tsunami-in-educational-technology/fulltext> (Stand: 10.10.2018).

zusätzliche Foren zur Verfügung gestellt. Schließlich haben insgesamt 23.000 Studierende die Abschlussprüfung bestanden und das Zertifikat erhalten. Diese Kapazitäten hätten innerhalb der Universität nicht zur Verfügung gestellt werden können. Ein weiteres Ergebnis des Experiments zeigte, dass 248 Studierende das bestmögliche Ergebnis erzielten und von denen jedoch kein Studierender den Kurs persönlich in Stanford besuchte. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Digitalisierung auch neue Chancen eröffnet, Bildung für jeden zugänglich zu machen (vgl. Dräger und Müller-Eiselt, 2015: 15ff.).

Sebastian Thrun gründete daraufhin gemeinsam mit Mike Sokolsky und David Stavens die Lern- und Weiterbildungsplattform 'Udacity' mit dem Ziel der „Demokratisierung von weiterführender Bildung“<sup>6</sup>. Das heißt, dass bei 'Udacity' der Fokus auf Wissenschaftsfächer in Kombination mit beruflicher Weiterbildung und den benötigten Kompetenzen im Berufsleben liegt. Wichtige andere Aspekte sind außerdem die geringen Kosten sowie die allgemeine Zugänglichkeit. Anfangs umfasste das Kursangebot vor allem die Bereiche Informatik und Programmierung. Es wurde jedoch stetig erweitert, sodass heute auch Kurse in den Bereichen Physik, Mathematik, Betriebswirtschaftslehre und Psychologie zur Verfügung stehen. Die Gründer sind der Meinung, dass Bildung als ein menschliches Grundrecht angesehen werden sollte. Des Weiteren stellen sie auch die Entwicklung des immer wichtiger werdenden Konzepts des 'Lebenslangen Lernens' in den Fokus ihrer Plattform und formulieren die in der heutigen Zeit notwendigen Veränderungen wie folgt:

„Bildung ist keine abgeschlossene Sache mehr, sondern eine Angelegenheit, die unser Berufsleben bis zum Schluss begleitet. Lernen sollte weniger aus passivem Zuhören bestehen (keine langen Vorlesungen), sondern mehr aus aktivem Tun. Bildung sollte Menschen in die Lage versetzen, nicht nur die Hochschule, sondern auch im Berufsleben erfolgreich zu sein“<sup>7</sup>

### **5.1.1. Die digitale Bildungsrevolution**

„Ein Schüler erhält täglich einen auf ihn persönlich zugeschnittenen Lehrplan, den ein Rechenzentrum am New Yorker Broadway über Nacht erstellt. Ein Investmentbanker erklärt seiner Cousine in selbstgedrehten Videos die Mathematik und wird im Netz ein Popstar der Bildungsszene. Eine Universität arbeitet mit Software, die für jeden Studierenden die optimalen Fächer ermittelt, inklusive der voraussichtlichen Abschlussnoten. Ein Konzern lässt seine Bewerber in einem virtuellen Restaurant Sushi servieren, weil das Computerspiel ihnen beruflichen Erfolg voraussagt. Das ist die digitale Zukunft des Lernens“ (Dräger und Müller-Eiselt, 2015: 7).

---

<sup>6</sup> UDACITY, verfügbar unter: <https://de.udacity.com/ueber-uns> (Stand: 10.10.2018).

Durch neue Technologien wird sich möglicherweise ein radikaler Wandel ankündigen, sowohl technologisch als auch pädagogisch, der die Gesellschaft von Grund auf verändern wird (vgl. Dräger und Müller-Eiselt, 2015: 7). Manche Experten sehen in den rasanten Entwicklungen des digitalen Lernens viel Potential, Wissen zu demokratisieren und Bildung auf der ganzen Welt für jeden zugänglich zu machen. Andere sehen hingegen die Risiken, die eine Digitalisierung der Schule mit sich bringen könnte. Alle Experten sind sich hingegen einig, dass die digitale Bildungsrevolution nicht mehr aufzuhalten ist. „[...] in Deutschland, dem Land der Reformpädagogik und des Humboldtschen Bildungsideals, war davon allerdings lange wenig zu spüren“ (ebd.).

Wenn man beispielsweise die Nutzung von Computern in Schulen betrachtet, so fällt auf, dass Deutschland im internationalen Vergleich weit zurückliegt. Seit dem Jahr 2016 ist jedoch ein Umdenken sowohl auf öffentlicher Seite, als auch vonseiten der Politik aus bemerkbar. Denn wie bereits beschrieben, haben sich die Bundesregierung, das Kultusministerium und viele andere öffentliche Einrichtungen dem Thema Digitalisierung angenommen und Konzepte entworfen, um den zukünftigen Entwicklungen entgegenzutreten. Das pädagogische Potential digitaler Medien im Unterricht kann von vielen Seiten nutzbar gemacht werden.

Durch digitale Medien wird die Möglichkeit geboten, Lerninhalte multimedial und interaktiv aufzubereiten und miteinander zu vernetzen. Somit beschäftigen sich die Schüler zum einen mehr mit dem Gelernten, zum anderen wird selbstgesteuertes und problemorientiertes Lernen gefördert (vgl. Schaumburg, 2015: 2). Experten sind der Meinung, dass durch die Digitalisierung des Lernens der Einzelne in den Mittelpunkt gerückt wird, sowohl hinsichtlich seiner Talente als auch seiner Probleme.

„Es ist deshalb in doppelter Hinsicht zu fordern, dass Kinder und Jugendliche digitale Kompetenzen erwerben: zum einen, um in der Lage zu sein, die Chancen digitaler Medien für sich zu nutzen, und zum anderen um den Risiken digitaler Medien angemessen begegnen zu können“ (Schaumburg, 2015: 26).

## **5.2. Politik**

Um die Vision einer digitalisierten Schule umzusetzen, ist es vor allem die zentrale Aufgabe der Politik, den digitalen Wandel aktiv zu gestalten und voranzutreiben. Eine Politik, die für die digitale Gesellschaft gemacht werden soll, ist vor allem dazu da, den Menschen Chancen zu geben, um am Leben in angemessenem Maß

teilzuhaben. Zur Politik für eine digitale Gesellschaft gehören verschiedene Schwerpunkte: unter anderem der Ausbau digitaler Infrastrukturen, die Förderung von digitaler Kompetenz der gesamten Bevölkerung sowie der politische Gestaltungswille, um den Anforderungen der Arbeitswelt 4.0 gerecht zu werden (vgl. Bär et al., 2018: 1f.).

In diesem Zusammenhang kommt der Politik die Aufgabe zu, die Gesellschaft auf die sich verändernden Rahmenbedingungen vorzubereiten und sie stetig zu begleiten und zu unterstützen. Durch die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft werden viele strukturelle Veränderungen hervorgerufen, die auch besonders bedeutend für das Bildungssystem sind. Es ist wichtig, dass sich die verschiedenen Bildungseinrichtungen auf die Arbeitswelt 4.0 vorbereiten und sich das Lehren und Lernen dahingehend ändert und sich den neuen technischen Möglichkeiten anpasst. Bildung und Qualifizierung sind für die erfolgreiche Teilhabe an einer digitalisierten Arbeitswelt von allergrößter Bedeutung (vgl. Demary und Klös, 2017: 174).

Da die Umsetzung der Bildungspolitik im Bildungsföderalismus schwerpunktmäßig bei den Ländern liegt, ist es wichtig, dass sich diese gemeinsam eine Strategie überlegen, um den Herausforderungen entgegenzutreten und sie gemeinsam zu bewältigen.

Auch das Thema des lebenslangen Lernens ist und wird auch in Zukunft ein wichtiges Handlungsfeld der Politik sein. Es ist wichtig, dass der Gesellschaft kontinuierlich die Möglichkeit geboten wird, sich weiterzubilden. Ziel ist es, dass die Gesellschaft dazu befähigt wird, mit den Möglichkeiten der Digitalisierung souverän umgehen zu können.

Wie bereits im vorherigen Teil beschrieben, ist das Thema Inhalt einer Vielzahl von regierungsamtlichen Positionspapieren, welche alle diverse Handlungsfelder formulieren. Den Ländern kommt demnach die Aufgabe zu, die Bildungspläne dahingehend zu verändern, dass die digitalen Medienkompetenzen als Bildungsziele formuliert werden. Bund, Länder und Schulträger sind daher gemeinschaftlich dafür verantwortlich, dass alle Schulen über eine leistungsfähige Infrastruktur verfügen. In diesem Zusammenhang unterstützt der bereits erwähnte Digitalpakt zwischen dem Bundesministerium und den Ländern den Ausbau der Ausstattung in den Schulen finanziell.

### **5.2.1. Erforderliche Infrastrukturförderungen (Breitbandausbau)**

Für das Gelingen der fortlaufenden Digitalisierung wird es zwingend notwendig erachtet, dass die Infrastruktur weiterhin ausgebaut wird und sowohl die Wirtschaft als auch die Öffentlichkeit von dem Ausbau profitiert. Denn die neuen Anwendungen erfordern leistungsfähige und umfassende Netze. Dadurch, dass die digitalen Technologien sämtliche Bereiche der Gesellschaft und Wirtschaft betreffen und sich die digitalen Anwendungen fortwährend verbreiten, werden auch die Anforderungen an digitale Infrastrukturen immer größer. Durch die stetig wachsende Anzahl von Echtzeitanwendungen, die Vernetzung im Internet der Dinge und die zunehmende Bedeutung von cyberphysischen Systemen wird ein flächendeckendes, konvergentes Breitbandnetz benötigt (vgl. Bär et al., 2018: 2).

Damit verbunden ist auch der gesellschaftliche Wandel und die damit einhergehenden Chancen und Risiken. Denn durch die Digitalisierung wird die Anbindung an das Netz zu einem existentiellen Bedürfnis und der Erwerb von Digitalkompetenz zur Allgemeinbildung. Aus diesem Grund ist eine flächendeckende Vernetzung, die der Gesellschaft die Teilhabe und digitale Chancengerechtigkeit ermöglicht, eine Verpflichtung, der sich die Politik stellen muss. Der Politik kommt in dieser Hinsicht die Aufgabe zu, diese Entwicklungen zu gestalten, sodass die Gesellschaft, die Arbeitswelt 4.0 und der Bildungssektor hinsichtlich der neuen Entwicklungen gerüstet sind.

Wenn man in diesem Zusammenhang andere Länder betrachtet fällt auf, dass es Länder gibt, die sich bereits vor einigen Jahren den wandelnden Herausforderungen der Digitalisierung gestellt und auf diese reagiert haben. Das wohl bekannteste Länderbeispiel ist Estland, das von vielen Seiten häufig als „Digitalisierungspionier“ (vgl. Buhr et al., 2016: 3) bezeichnet wird.

### **5.2.2. Länderbeispiele**

#### **5.2.2.1. Politische Maßnahmen in Estland**

Estland hat bereits in den neunziger Jahren hohe Beträge in die Technik- und Innovationsförderung investiert, den Telekommunikationssektor ausgebaut sowie die Förderung von IT-Startups vorangetrieben. Außerdem hat das estnische Parlament bereits im Jahr 2001 das Grundrecht aller Bürger auf einen Internetzugang

gesetzlich festgeschrieben und zudem festgelegt, dass die IT-Infrastruktur alle sieben Jahre erneuert wird, sodass stetiger Fortschritt gewährleistet wird (vgl. Buhr et al., 2016: 3). Zurückblickend hat vor allem die Mischung aus einer engen Vernetzung aus IKT-Wirtschaft und Politik sowie das proaktive Agieren der Verwaltung für das Gelingen der digitalen Transformation Estlands eine bedeutende Rolle gespielt (Starmann, 2017).

Als förderlich für das Gelingen der digitalen Transformation wird auch die Tatsache angesehen, dass Estland ein vergleichsweise kleines Land ist und somit die Durchlässigkeit zwischen Wirtschaft und Politik und Verwaltung gegeben und ein enger Austausch zwischen den Sektoren möglich war. Die wichtigen Wirtschaftszweige wurden außerdem von Beginn an in die Digitalisierungsprozesse eingebunden (vgl. Starmann, 2017).

Auch das estnische Bildungssystem nimmt hinsichtlich der Digitalisierung eine Vorbildfunktion ein. Die Koordination der unterschiedlichen digitalen Programme in der Bildungspolitik verantwortet die Non-Profit-Organisation *Information Technology Foundation for Education* (HITSA), die das Ziel hat sicherzustellen, dass Absolventen aller Bildungslevel über umfangreiche IKT-Fähigkeiten verfügen. Die Organisation wurde von der Regierung Estlands, der *University of Tartu*, der *Tallinn University of Technology*, *Eessti Telekom* und der *Estonian Association of Information Technology and Telecommunications* gegründet (vgl. Starmann, 2017).

Im Jahr 1997 wurde das nationale *'Tiger-Leap-Programm'* gestartet (estnisch: „*Tiggrihüppe*“, deutsch: *Tigersprung*), welches das Ziel hatte, das Bildungssystem an die Anforderungen der Informationsgesellschaft anzupassen und im ersten Schritt die Bildungsinstitutionen mit adäquater Hard- und Software auszustatten sowie die Schulen des Landes flächendeckend an das Internet anzubinden (Witte, 2017). Des Weiteren wurden über 10.000 Lehrer qualifiziert und zusätzliche 2.600 Lehrer zu IT-Experten ausgebildet. „Das zuerst die Schulen und damit das Erlernen von digitalen Kompetenzen durch die jüngsten Menschen der Gesellschaft priorisiert wurde, zeigt den langfristigen Charakter der estnischen Digitalisierungspolitik“ (Starmann, 2017).

Das Folgeprogramm aus dem Jahr 2001 *'Tiger Leap Plus'* zielte dann vor allem auf die Förderung und Weiterentwicklung der IKT-Kompetenzen von Schülern und

Lehrern. Mit *'Learning Tiger'* folgte im Jahr 2006 schließlich eine Weiterentwicklung die das Ziel verfolgte, E-Learning im alltäglichen Unterricht zu etablieren. Neben Schulen wurden mit Hilfe der *'Tiger-University-Programme'* auch Hochschulen mit in die Digitalisierungsstrategie einbezogen (Starmann, 2017).

Mittlerweile sind schnelles Internet und der Einsatz von digitalen Medien fester Bestandteil des Schulalltags. Geplant ist, dass bis zum Jahr 2020 die Lehrmaterialien nur noch in digitaler Form vorliegen. Durch das in 2012 gestartete *'Prongee-Tiger-Programm'* haben Kinder schon in der Vorschule die ersten Berührungspunkte mit Tablet-Computern und Animations-Programmen. Des Weiteren lernen Schüler ab der ersten Klasse Web-Apps und mobile Apps zu programmieren und eigenständig Websites zu kreieren.

Durch den Einsatz von digitalen Medien im Unterricht wird außerdem ermöglicht, den Unterricht interessanter zu gestalten und Statistiken und Medien zu nutzen, um somit Einblick in die Entwicklungskurven der gesamten Klasse oder auch über den Entwicklungsstand einzelner Schüler zu erhalten. Außerdem werden durch den Einsatz digitaler Medien logisches und kreatives Denken gefördert und gleichzeitig mathematische Fähigkeiten durch die praktische Anwendung geschult. Das digitale Klassenbuch „Ekool“ ermöglicht, dass Eltern, Schüler und Lehrer miteinander kommunizieren und außerdem Lerninhalte, Hausaufgaben und Fehlstunden eingetragen werden können (vgl. Kersting, 2018: 5).

Kennzeichnend für das Curriculum in Estland ist, dass es acht verschiedene Grundkompetenzen gibt, wozu auch die „digitalen Kompetenzen“ gehören. Inhaltlich wird der Unterricht beispielsweise zum Thema Datenschutz so gestaltet, dass die Schüler auch auf die Gefahren bei der Verwendung von digitalen Medien aufmerksam gemacht werden. Für diese Fächer stehen sogenannte „Bildungstechnologen“ zur Verfügung, die den Lehrern bezüglich technischer Fragen beratend zur Verfügung stehen. In Tallinn und Tartu wird „Bildungstechnologie“ bereits als Studienfach angeboten (vgl. Kersting, 2018: 6). Die Erfolge, die Estland mit dem Einsatz der digitalen Bildung in Schulen erreicht, zeigen sich auch an den Ergebnissen der PISA-Studie, bei denen Estland den ersten Platz belegt.

Auch in Zukunft möchte Estland beim Thema Digitalisierung weiterhin Vorreiter sein. Es ist bereits die Rede von einer Umgebung, in der Schüler gemeinsam an

alltagsnahen Projekten arbeiten und zur Unterstützung viele verschiedene Tools nutzen können und immer ihre eigenen Geräte mitbringen, nach dem Motto „Bring your own device“ (vgl. Reiter, 2017 ).

#### **5.2.2.2. Politische Maßnahmen in Schweden**

Um den zukünftigen Herausforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt gewachsen zu sein, hat auch die schwedische Regierung bereits im Jahr 2000 eine nationale digitale Gesamtstrategie „*ICT for Everyone – A digital Agenda for Sweden*“ geschaffen, um die Chancen der Digitalisierung zu nutzen. Für Schweden ist es unabdingbar, dass die Digitalisierung sämtliche Bereiche der Gesellschaft durchdringt. So wurden beispielsweise neben der nationalen eHealth-Strategie auch die Lehrpläne und Curricula grundsätzlich verändert. Schüler und Lehrer müssen Zugang zu modernen Lernmitteln haben, die für eine zeitgemäße Bildung erforderlich sind. Jeder Schüler soll also im Laufe der Schulzeit lernen, moderne Technologien als Werkzeuge für die Suche nach Informationen und Kommunikation zu nutzen und das digitale Wissen zu erwerben, das in der heutigen Gesellschaft benötigt wird. Besonders großen Wert wird auf die Ausstattung in schwedischen Schulen gelegt. Beinahe 45 Prozent der Gemeindeeinnahmen werden in Bildungseinrichtungen investiert und die Schüler und Lehrer im Umgang mit neuen Medien geschult.

Zwischen 2005 und 2010 hat die Regierung Sondermittel in Höhe von 39 Millionen Euro für die Entwicklung von IKT in der Lehre bereitgestellt, welche zunächst der Nationalen Agentur für Schulverbesserung zugewiesen wurde und später der Nationalagentur für Bildung, u. a. für das Programm Practical and Media Skills (PIM).

Im Jahr 2011 hatten die ersten Schüler der Oberstufe die Möglichkeit, in die reformierte Oberstufe einzutreten. Im Rahmen dieser Reform wurden beispielsweise neue Lehrpläne für alle Fächer und Kurse der Sekundarstufe II entwickelt. Neben den üblichen Fächern wie Geschichte oder Sozialwissenschaften sollten auch Unterrichtsinhalte über die moderne Informationstechnologie, digitale Technologien und der Nutzung von digitalen Medien vermittelt werden.

### 5.2.2.3. Politische Maßnahmen in den Niederlanden

Die Synergieschule in Roermond ist eine Reformschule, die das übliche Schulsystem hinterfragt und eine inklusive Schule ermöglicht, die digitale Medien nutzt, damit Kinder individueller gefördert werden können. Statt klassischer Klassenzimmer existieren lediglich verschiedene Zonen, in denen jeweils zwei Jahrgänge zusammengefasst werden. Die unterschiedlichen Flächen sind so gestaltet, dass es sowohl Gruppentische mit Stühlen als auch Lese- und Spielecken gibt. Die Umgebung ist bunt und spielerisch gestaltet, neben den üblichen Büchern gibt es ein Whiteboard und ein Smart-TV. Zudem arbeitet jeder Schüler mit einem eigenen Tablet-Computer. Dies dient auch dazu, den Schülern einen individuellen Stundenplan zusammenzustellen. So gibt es Schüler, die am Gruppenunterricht teilnehmen, andere sitzen in der Lesecke und wiederum andere arbeiten in Stillarbeitszonen. Dies geschieht alles auf selbstständiger Basis und auf Vertrauensbasis.

Damit die Schüler auf die Anforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt vorbereitet werden, bietet auch die *Steve Jobs School* in Amsterdam, die von Maurice de Hond ins Leben gerufen wurde, ein neues Bildungskonzept an. Ziel dieses Konzeptes ist es, dass die Schüler selbstständig mit digitalen Medien arbeiten und sich eigenständig ihre Lerninhalte einteilen.

Verglichen mit anderen herkömmlichen Schulen, ist das Gebäude der *Steve Jobs School* vergleichsweise bunter und freundlicher gestaltet. Eine weitere Besonderheit ist, dass es neben den Klassenräumen auch noch eine Bibliothek mit Selbstlernraum sowie einen Ruheraum gibt, der mit Sitzsäcken und Sesseln ausgestattet ist. Jeder Schüler besitzt außerdem einen eigenen Tablet-Computer, der im Unterricht eingesetzt werden kann, aber auch von den Lehrern für die Planung des Unterrichts und diverser organisatorischer Aufgaben genutzt werden kann. So wird ermöglicht, dass jeder Schüler einen individuell zugeschnittenen Stundenplan erhält, der alle sechs Wochen gemeinsam mit den Schülern, den Eltern und den Lehrern besprochen wird. Somit wird den Schülern ermöglicht, je nach Motivation an verschiedenen Lerninhalten zu arbeiten. Ziel ist es, dass am Ende des Schuljahres alle Schüler über den gleichen Kenntnisstand verfügen, dieser aber individuell erreicht wurde.

Zudem haben die Kinder die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Unterrichtsformen zu wählen. Die regulären Stunden werden in Form von Workshops gestaltet und parallel dazu gibt es betreute Eigenarbeit, die auch, falls benötigt, von einem Lehrer betreut wird. Hierdurch wird den Schülern selbstbestimmtes Lernen ermöglicht und die Entscheidung überlassen, ob sie bevorzugt alleine im Selbstlernbereich oder in einer Gruppe im Klassenraum arbeiten. Auch den Lehrern wird vergleichsweise mehr Zeit für eine individuelle Betreuung der Schüler eingeräumt (Behrens, 2016).

### ***Resume für Deutschland***

Unter Berücksichtigung der Länderbeispiele fällt insbesondere auf, dass Deutschland bislang vergleichsweise wenig innovativ in Hinblick auf eine Reformierung des Schulsystems ist. Es ist wichtig, dass sich auch das deutsche Schulsystem schnellstmöglich der Digitalisierung stellt und dafür sorgt, dass die Schüler im internationalen Vergleich wettbewerbsfähig bleiben, sodass die deutsche Wirtschaft weiterhin gut aufgestellt ist. Untersuchungen haben ergeben, dass bereits heute schon weit über 100.000 entsprechende Fachkräfte fehlen, was dazu führt, dass digitales Wachstum und digitale Innovation langsamer vorangehen (vgl. Schlick, 2015: 15). Aufgabe der Politik ist es, den Grundstein für die notwendigen Veränderungen zu legen, was bereits durch verabschiedete Strategien versucht wird. Jedoch müssen diese Strategien inhaltlich noch in verschiedene Richtungen angepasst werden.

Bei einer Reformierung des Schulsystems sollte, wie auch die dargelegten Beispiele zeigen, bereits bei der Neugestaltung der Lernumgebung anfangen werden. Die Lernumgebung sollte so gestaltet sein, dass die Kinder zwischen verschiedenen Bereichen wählen können. Zum einen sollte es weiterhin Klassenräume geben, zum anderen aber auch Orte, an denen die Schüler eigenständig an den Lerninhalten arbeiten können. Diese Neugestaltung ermöglicht es, notwendige Freiräume zu schaffen. Den Schülern wird mehr Verantwortung für die Gestaltung ihrer Lerninhalte gegeben, gleichzeitig wird die Selbstständigkeit gefördert. Durch die neue Lernumgebung lernen die Schüler, sich im Team zu organisieren und gemeinschaftlich an Lösungen zu arbeiten. Zudem ist der Zugriff auf Arbeitsmaterialien und Zwischenstände jederzeit dokumentiert und verfügbar (vgl. Kultusministerkonferenz, 2016: 8). Bei der eigenständigen Erarbeitung von Lerninhalten helfen digitale

Lernmedien wie beispielsweise Tablet-Computer. Neben dem Erwerb von Lerninhalten sollte ebenfalls das Ziel sein, auch die Technik hinter den Medien zu verstehen und sich ein Wissen dazu anzueignen, wie diese aufgebaut ist.

### **5.2.3. Alternative politische Modelle**

Nicht nur im wissenschaftlichen Kontext, sondern auch in der Öffentlichkeit sind das Thema Digitalisierung und die damit einhergehenden Veränderungen in der Schule und auf dem Arbeitsmarkt populär. Der öffentlichen Meinung nach ist das Schulsystem in Deutschland veraltet und bereitet die Schüler nicht auf die Anforderungen der Arbeitswelt 4.0 vor.

#### ***Neue Wege durch die Digitalisierung***

In seinem Werk *„Anna, die Schule und der liebe Gott“* (Precht, 2013) und in seinen öffentlichen Auftritten geht Richard David Precht auf die möglichen Veränderungen ein, die im Bildungssystem sowie auf dem Arbeitsmarkt durch die Digitalisierung zu erwarten sind. Seiner Meinung nach ist die Schule in ihrer heutigen Form den zukünftigen Herausforderungen nicht gewachsen. Er erklärt, dass es zu Zeiten der Einführung der Schulpflicht im 18. und 19. Jahrhundert die Aufgabe war, dem Staat und vor allem der Wirtschaft Fachkräfte bereitzustellen, welche vielseitig einsetzbar waren und nicht allzu große Persönlichkeitsmerkmale aufwiesen. Laut Precht wurden damals „[...] treue Staatsdiener, Beamte und Angestellte sowie einschlägig ausgebildete Fachkräfte in überschaubaren Tätigkeitsfeldern“ (Precht, 2013: 19) gebraucht. Die Schüler befanden sich in der damaligen Zeit in einer passiven Rolle, die durchaus gewünscht und sinnvoll war, denn Kreativität wurde damals als unnötig befunden.

Laut Precht ist es die heutige Aufgabe der Schule, die Kinder auf ein erfülltes Sozial- und Berufsleben vorzubereiten sie dahingehend zu ermutigen, ihr Leben aktiv selber zu gestalten. Die Kinder und Heranwachsenden sollen darin bestärkt werden, dass sie ihr Leben lang dauerhaft lernen wollen. Seiner Meinung nach sollte die Bildungspolitik ein System schaffen, „[...] dass allen Menschen eine ganz reale Chance gibt, die Gestaltungsmöglichkeiten in unserer Gesellschaft tatsächlich nutzen zu können“ (vgl. Precht, 2013: 19).

Precht ist der Meinung, dass Deutschland derzeit eine Politik mache, als würde die digitale Revolution noch in weiter Ferne sein. Seiner Meinung nach ist die gegenwärtige vierte digitale Revolution sowie auch alle vorhergegangenen Revolutionen nicht nur eine technische, sondern auch gleichzeitig eine gesellschaftliche Revolution. Dies zeigt er anhand der Veränderungen auf, die durch die erste industrielle Revolution entstanden.

So hat die erste industrielle Revolution nicht nur die Dampfmaschine hervorgebracht, gleichzeitig wurde auch das Ende von Adel und Kirche und somit der Beginn des bürgerlichen Zeitalters eingeläutet, samt parlamentarischer Demokratie, Rechtsstaatlichkeit, Gewaltenteilung etc. Diese gesellschaftlichen Veränderungen waren Folge einer technisch ökonomischen Revolution. Auch bei der zweiten industriellen Revolution, mit der die Elektrifizierung und die Einführung des Fließbandes einhergingen, ist eine neue Gesellschaft entstanden, die Grundlage dafür war, dass die soziale Marktwirtschaft und Mittelschichten entstanden sind. Laut Richard David Precht ist davon auszugehen, dass die vierte industrielle Revolution nicht nur die Wirtschaft und Technik verändern wird, sondern dass sie das Leben, die Politik und die Gestaltung der Gesellschaft.

Richard David Precht sieht die bevorstehenden Veränderungen vor allem im Feld der Arbeit und berichtet von zwei möglichen Szenarien. In dem ersten Szenario geht es um die Steigerung der Produktivität, wie dies beispielsweise bei den ersten beiden industriellen Revolutionen der Fall war. Je höher die Produktivität ist, desto höher ist auch die Beschäftigungsrate. Ziel ist die Vollbeschäftigung, worauf das Handeln der Politik immer noch ausgelegt ist. Richard David Precht hält jedoch ein anderes Szenario für realistischer, für ihn gibt es viele Gründe dafür, dass es zu einer anderen Entwicklung kommen wird, was in den folgenden Abschnitten näher erläutert wird.

Ein Indikator ist zum Beispiel, dass die Arbeiter bei der ersten industriellen Revolution eine 80-Stunden-Woche hatten, während die IG-Metall heute bereits von einer 28-Stunden-Woche spricht. In seinen Ausführungen geht Precht soweit, dass die vierte industrielle Revolution dazu führt, dass alle möglichen menschlichen Fähigkeiten, die nicht algorithmisierbar sind und keine Empathiefähigkeiten voraussetzen, durch Roboter und Künstliche Intelligenz ersetzbar sind. Dies hätte zur Folge,

dass die Arbeitskraft von 10-20 Millionen Menschen in Deutschland nicht mehr benötigt werden würde.

Richard David Precht sieht als Folge dieser Entwicklung zunächst einmal einen Fachkräftemangel in allen Bereichen, die durch die Digitalisierung neue Kompetenzen erfordern. Er ist der Meinung, dass die Menschen mehr Zeit haben werden, um neue Dinge zu erfinden und zu erschaffen. Der Arbeitsmarkt hat sich insoweit verändert, dass Menschen nicht mehr ein Leben lang das Gleiche machen, sondern sich kontinuierlich weiterbilden müssen. Auf lange Sicht sieht Richard David Precht es als unumgänglich an, dass ein neues Bildungssystem entstehen muss, in dem die Kompetenzen im Zentrum der Vermittlung stehen, die seiner Meinung nach in einer digitalisierten Welt notwendig sind, beispielsweise Teamfähigkeit und Kreativität.

Er ist der Meinung, dass kreative Schulen und neue Ausbildungssysteme entstehen müssen. In Hinblick auf das Sozialsystem muss in Zukunft auch gewährleistet sein, dass die Menschen auf Grund der weniger werdenden Arbeitszeit abgesichert werden. Als Lösung für dieses Problem sieht Richard David Precht die Einführung des bedingungslosen Grundeinkommens. Als Finanzierungsmöglichkeit sieht er die Besteuerung von Finanztransaktionen.

### **5.2.3.1. Das bedingungslose Grundeinkommen**

Im Zuge der Digitalisierung der Arbeitswelt stehen in den aktuellen Debatten innerhalb der Industrieländer immer häufiger arbeits- und sozialpolitische Themen. Einerseits wird bereits vom „Ende der Vollbeschäftigungsgesellschaft“ (Vobruba, 2006: 117) gesprochen, während andere das „Ende der Arbeit“ (Rifkin, 2004: 9) prognostizieren. Zwar komme der Erwerbsarbeit immer noch eine wichtige Bedeutung zu, „[...] doch sei der Arbeitsmarkt immer weniger in der Lage, alle Gesellschaftsmitglieder angemessen zu integrieren. Den Menschen gehe allmählich die Arbeit aus“ (Patry, 2010: 1). Experten gehen davon aus, dass es für viele zunehmend schwieriger werden wird, sich nur über Erwerbsarbeit ein existenzsicherndes Einkommen zu generieren, sich durch diese zu verwirklichen und gesellschaftliche Anerkennung zu erfahren (vgl. Patry, 2010: 1).

Auch von öffentlicher Seite wird oftmals von Szenarien gesprochen, die im Zuge von der immer weiteren Entwicklung von Algorithmen, Künstlicher Intelligenz und

Robotik aufkommen. So bezeichnet beispielsweise auch der Tesla-Chef *Elon Musk* Künstliche Intelligenz als größte Bedrohung der Menschheit und sieht die Einführung eines staatlich-finanzierten Bedingungslosen Grundeinkommens als einzige Option, der Massenarbeitslosigkeit entgegen zu steuern. Auch der Microsoft Gründer *Bill Gates* plädiert für eine Robotik-Steuer, um den zukünftigen Einkommensverlusten infolge der zunehmenden Roboter-Einsätze und dadurch ausbleibenden Arbeit zu kompensieren (vgl. Lenz, 2018: 4).

Außerdem wird im Zuge dessen auch von einer „Krise des Sozialstaates“ gesprochen, da die Vereinbarkeit von der aktuellen Sozialpolitik in Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Wertvorstellungen sowie die nachhaltige Finanzierbarkeit des Sozialstaates infrage gestellt wird (vgl. Streckeisen 2003: 184). Aus diesem Grund wird das Bedingungslose Grundeinkommen als sozialpolitischer Reformvorschlag diskutiert. Bei dem Bedingungslosen Grundeinkommen handelt es sich laut Definition um ein „[...] Einkommen, das von einem politischen Gemeinwesen an alle seine Mitglieder individuell ohne Bedürftigkeitsprüfung und ohne Gegenleistung ausgezahlt wird“ (Vanderborght und Van Parijs, 2005: 37).

Von vielen Seiten wird das Bedingungslose Grundeinkommen als

„[...] logische Konsequenz aus den demographischen, technologischen, sozialen und ökonomischen Veränderungen der letzten und der kommenden Jahrzehnte verstanden. Globalisierung und Digitalisierung beschleunigen den Wandel von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik“ (Straubhaar, 2017: 18).

Die möglichen positiven Veränderungen durch die Digitalisierung des Arbeitsmarktes werden auch in vielen öffentlichen Diskussionen beleuchtet. In diesem Zusammenhang wird beispielsweise die historische Chance für eine vollständig neue Arbeitsteilung zwischen Menschen und Automaten erkannt: „[...] nicht mehr „Mensch gegen Maschine“, sondern „Mensch mit Maschine“ (Straubhaar, 2017: 20). Zudem werden neue Horizonte eröffnet, „[...] um mit modernen Konzepten kluge sozialpolitische Antworten auf künftige Herausforderungen durch Roboter, Künstliche Intelligenz und das Internet der Dinge zu finden“ (Straubhaar, 2017: 12f.). So werden vermehrt die Forderungen nach einem Bedingungslosen Grundeinkommen lauter, denn der durch die Arbeitswelt 4.0 einhergehende demographische und strukturelle Wandel sowie die politischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Veränderungen „[...] erfordern einen Sozialstaat, der den Realitäten des 21. Jahrhunderts Rechnung trägt“ (Straubhaar, 2017: 12f.). Neben dem Bedingungslosen

Grundeinkommen werden auch andere arbeitspolitische Maßnahmen, wie beispielsweise verkürzte Arbeitszeiten, diskutiert.

### **5.2.3.2. Verkürzte Arbeitszeiten & die Dauer des Arbeitstages**

Im Jahr 1930 prognostizierte der Ökonom *John Maynard Keynes* bereits, dass die Menschen im Jahr 2030 nur noch 15 Stunden pro Woche arbeiten werden, da es durch die Robotisierung zu einem allgemeinen Anstieg des Wohlstandes kommen werde und somit die Zeit zur freien Verfügung ansteigen werde (vgl. Keynes, 2010: 321). Auch der Philosoph und Soziologie Herbert Marcuse sagte schon vor rund 60 Jahren vorher, dass Wissenschaft und Technik die Menschen von der Arbeitswelt befreien würde:

„[...] je mehr die Arbeit für den Einzelnen zu etwas Äußerlichem wird, desto weniger berührt sie ihn im Bereich des Notwendigen. Von den Erfordernissen der Herrschaft befreit, führt die quantitative Abnahme der Arbeitszeit und Arbeitsenergie zu einer qualitativen Wandlung im menschlichen Dasein: die Freizeit und nicht die Arbeitszeit bestimmt sein Gehalt. Der wachsende Bereich der Freiheit wird wirklich zu einem Bereich des Spiels – des freien Spiels der individuellen Fähigkeiten. So befreit, werden diese Möglichkeiten neue Formen der Realisierung der Weltenentdeckung hervorbringen“ (Marcuse, 1979: 190).

Des Weiteren stellt die Dauer des Arbeitstages an sich einen relevanten Faktor für die Unterdrückung des Lustprinzips durch das Realitätsprinzip dar und stellt heraus, dass die Verkürzung der Arbeitszeit eine erste Vorbedingung für die Freiheit wäre (vgl. ebd.: 133).

Diese Prophezeiung unterstützt auch der japanische Soziologie *Yoneji Masuda*, welcher außerdem die Begriffe *Computopia* oder *automated state* geprägt hat, mit denen er vor allem auf die Schattenseiten der neuen Informationsgesellschaft aufmerksam macht. In dieser *Computopia* orientiert sich die Gesellschaft um, von der fremdbestimmten Arbeit, inklusive des materiellen Wohlstands, hin zu mehr persönlicher Freizeit (vgl. Huber, 2013f. ). Laut Masuda führten die ersten industriellen Revolutionen zu einer Erhöhung der Produktion, während die Informationsrevolution vor allem mehr Freizeit bringen werde und somit den Menschen die Freiheit geben werde zu entscheiden, wie die eigene Zukunft aussehen wird.

Der frühere US-Gewerkschaftsführer William Green beschreibt diese Entwicklung noch deutlicher. Seiner Meinung nach wird die Umstrukturierung der Unternehmen und der damit verbundene technologisch bedingte Personalabbau unumgänglich eine Verlängerung der Freizeit zur Folge haben: „Wir werden mehr freie Zeit zur

Verfügung haben, fragt sich nur ob in Form von Arbeitslosigkeit oder als Freizeit“ (Rifkin, 2004: 180).

Aus wirtschaftshistorischer Sicht ist die Frage, ob mehr Arbeitslosigkeit oder mehr Freizeit zu erwarten ist, bei den ersten industriellen Revolutionen zugunsten letzterer entschieden worden. Dies geschah jedoch erst in Folge von jahrelangen Auseinandersetzungen zwischen den Belegschaften und den Unternehmen. In der ersten industriellen Revolution war es beispielsweise so, dass aus dem hohen Produktivitätszuwachs eine verminderte Wochenarbeitszeit, von 80 hin zu 60 Stunden durchgesetzt wurde. In der zweiten industriellen Revolution, also dem Übergang zur Elektrizität und von Dampfmaschinen zu Öl, wurde dann schließlich eine weitere Zeitverkürzung auf 40 Stunden pro Woche vorgenommen (vgl. Rifkin, 2004: 180).

Aufgrund der rasanten Entwicklungen, die durch die Digitalisierung zum Vorschein kommen, halten es viele Experten für notwendig, in Zukunft die Wochenarbeitszeit weiter zu reduzieren. Wenn es zu einer Reduzierung des Arbeitstages kommt, müssen alternative Möglichkeiten entstehen, um den Tag sinnvoll auszufüllen.

Eine Alternative wäre auch das sogenannte *Sabbatical* oder Sabbatjahr, ein Arbeitsmodell, das durch eine berufliche Auszeit gekennzeichnet ist, die über den üblichen Urlaub von mehreren Wochen hinausgeht und meist die individuellen Interessen der Mitarbeiter in den Mittelpunkt stellt. Ziel des *Sabbaticals* ist, dass sich die Mitarbeiter erholen und neuorientieren sollen. Die Dauer eines *Sabbaticals* kann zwischen 3 Monaten und einem Jahr variieren (vgl. Hillebrecht, 2017: 6). Das Sabbatjahr kann außerdem den Zweck haben, sich beispielsweise auf persönliche beziehungsweise familiäre Angelegenheiten zu konzentrieren, sich eigenständig fortzubilden, anspruchsvolle Aufgaben im sozialen Bereich zu übernehmen oder gar stressbedingten Erkrankungen, wie beispielsweise dem Burnout-Syndrom vorzubeugen (vgl. Hillebrecht, 2017: 6).

Auch die Vorsitzende der SPD-Bundestagsfraktion, Andrea Nahles, ist der Meinung, dass die Arbeitszeitgestaltung ein zentrales Thema ist, wenn über Digitalisierung, technologischen Wandel und die zukünftige Arbeitswelt gesprochen wird (vgl. Nahles, 2016: 45). Denn durch die Digitalisierung erlebt die Arbeitszeitpolitik eine „Renaissance“ (Seifert, 2014), in der es die neuen Technologien wie beispielsweise das Breitbandinternet oder Cloud-Computing ermöglichen, orts- und

zeitunabhängig zu arbeiten. Durch die neuen flexiblen Arbeitszeitmodelle ist es möglich, Beruf und Leben zu vereinbaren und somit selbstbestimmter zu arbeiten. Gerade junge und qualifizierte Arbeitskräfte fordern heute bei ihrem Arbeitgeber familienfreundliche Arbeitszeiten und eine gute Work-Life-Balance (vgl. Nahles, 2016: 38).

## 6. Fazit

Um die Folgen der Digitalisierung in Deutschland abschätzen zu können, werden im ersten Teil der vorliegenden Arbeit diverse Studien vorgestellt. Frey und Osborne gehen aufgrund ihrer Berechnungen davon aus, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren die Hälfte aller Jobs in den USA wegfallen werden (Frey und Osborne, 2017). Studien, die die Ergebnisse der beiden Wissenschaftler auf Deutschland übertragen haben, haben eine ähnlich hohe Automatisierbarkeitswahrscheinlichkeit herausgefunden (Bonin et al., 2015b). Von den Wissenschaftlern Dengler und Matthes (Dengler und Matthes, 2015) wurden diese ermittelten Ergebnisse jedoch angezweifelt. Sie haben die Automatisierungswahrscheinlichkeit beziehungsweise das Substituierbarkeitspotential direkt auf Deutschland übertragen und dabei Daten aus einer Expertendatenbank der Bundesagentur für Arbeit genutzt, welche Daten aus dem deutschen Arbeitsmarkt sowie dem Bildungssystem berücksichtigen. Bei ihren Untersuchungen sind Dengler und Matthes davon ausgegangen, dass sich nur einzelne Tätigkeiten innerhalb der Berufe ersetzen lassen, aber nicht ganze Berufe und sind somit im Vergleich zu den anderen Experten zu einer deutlich geringeren Substituierbarkeitwahrscheinlichkeit gekommen.

Um den Herausforderungen der Digitalisierung schon gegenwärtig zu begegnen und mögliche Verlierer zu vermeiden, ist es bereits jetzt ein vielversprechender Ansatz den Mitarbeitern zu helfen ihre Fähigkeiten und Kompetenzen den sich wandelnden Tätigkeiten anzupassen. Im weiteren Verlauf der Digitalisierung werden Lebenslanges Lernen und Weiterbildung immer mehr an Bedeutung gewinnen. Neben den derzeitigen Arbeitnehmern sind es aber auch vor allem die Arbeitnehmer der Zukunft, von denen eine Reihe von (digitalen) Kompetenzen erwartet werden. Diese Kompetenzen gilt es bereits in der Schule zu erlernen. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, dass sich Politik und Bildung neue Schulsysteme und Lernmethoden erarbeiten. Inhaltlich sollte die Bildungspolitik den Fokus vielmehr auf grundlegende und transferierbare Fertigkeiten legen (vgl. Lenz, 2018: 10).

Bislang ist die Bildungslandschaft vor allem durch eine Vielzahl an Einzelinitiativen geprägt. Die deutschen Schulen liegen bei der Umsetzung von Maßnahmen zur digitalen Bildung hinter Vorreitern wie beispielsweise Estland oder Schweden deutlich zurück. Im internationalen Vergleich schließen deutsche Schüler bei

verschiedenen Kompetenzen ebenfalls nur mittelmäßig ab. Wenn man dazu auch noch die IT-Ausstattung deutscher Schulen sowie die IT-Kompetenzen der Lehrkräfte betrachtet, so befinden sich diese nach den vorliegenden Ergebnissen im Mittelfeld. Aus diesem Grunde wird es als notwendig erachtet, Lehrende zu befähigen, die benötigten digitalen Kompetenzen zu vermitteln und gleichzeitig auf didaktische Konzepte zurückgreifen können, um die Potenziale in vollem Umfang auszuschöpfen. Bund und Länder müssen dafür sorgen, dass auf die förderlichen Rahmenbedingungen zugegriffen werden kann. Beispielsweise sollte dafür gesorgt werden, dass ein nutzerfreundlicher und transparenter Rechtsrahmen besteht und die Schulen über angemessene Infrastruktur sowie die notwendigen technische Ausstattungen verfügen.

Ein Problem der derzeitigen Strategien ist jedoch, dass diese vor allem auf den Ausbau der technischen Ausstattungen in den Schulen abzielen. Es fehlt jedoch an innovativen Lernkonzepten, die bereits die Kinder im frühen Alter dazu befähigen, die Hintergründe der neuen digitalen Welt zu verstehen. Es ist wichtig, dass neben den Kompetenzen, mit digitalen Medien umgehen zu können, auch der technische Aspekt dahinter gelehrt wird, wie beispielsweise die Fähigkeit zu programmieren. Zudem ist das Schulsystem in seiner derzeitigen Form nicht mehr zeitgemäß und müsste, wie es bereits Richard David Precht vorgeschlagen hat, von Grund auf erneuert werden, sodass es in die heutige Zeit passt. Es bräuchte eine 'Bildungsrevolution', die es ermöglicht, die Kinder auf ihr späteres Berufsleben vorzubereiten. Denn die neuen Arbeitswelten verlangen vor allem Kompetenzen wie Kreativität, Teamfähigkeit und Problemlösekompetenz.

Da in Zukunft viele neue Berufsfelder entstehen, die häufig an den Schnittstellen der verschiedenen Disziplinen entstehen, vor allem an der Schnittstelle zur Informatik, gewinnen interdisziplinäre Kompetenzen eine immer größere Bedeutung. Zudem wird es auch immer wichtiger die Fähigkeit zu besitzen, sich Wissen aus Feldern anzueignen, in denen man nicht ausgebildet wurde (vgl. McKinsey&Company, 2018).

Neben den vielen Veränderungen und neuen Anforderungen, die mit der Digitalisierung einhergehen und die das Verständnis der Arbeitswelt neu definieren, kann in der Neugestaltung der Arbeitswelt auch eine Art Chance gesehen werden, sie in

Einklang mit den gesellschaftlichen Werten und Idealen zu bringen. Denn es sollte nicht nur der Aspekt der Entgrenzung von Arbeit und Freizeit gesehen werden, sondern auch der möglichen Chancen. So wird die verkürzte Arbeitszeit, die bereits im Jahr 1933 von Keynes (Keynes, 1933) prognostiziert wurde und der Begriff *Work-Life-Balance* wahrscheinlich immer populärer werden. Durch neue Arbeitszeitmodelle wird auch eine freiere und selbstbestimmtere Gesellschaft ermöglicht. In diesem Zusammenhang ist es unumgänglich, dass neue alternative Konzepte wie das Bedingungslose Grundeinkommen in den Fokus der politischen Debatten gerückt werden, sodass die Gesellschaft weiterhin abgesichert ist.

Die Politik aber auch die Gesellschaft muss sich jetzt in der Verantwortung sehen, die Voraussetzungen dafür zu schaffen, die Chancen der Digitalisierung für sich zu nutzen und aktiv mit zu gestalten.

## 7. Literatur

- ABSENGER, N., AHLERS, E., HERZOG-STEIN, A., LOTT, Y., MASCHKE, M. & SCHIETINGER, M. 2016. Digitalisierung der Arbeitswelt!? : Mitbestimmungsreport.
- ANDELFINGER, V. P. & HÄNISCH, T. 2014. Internet der dinge: technik, trends und geschäftsmodelle, Springer-Verlag.
- ANTONCZYK, D., FITZENBERGER, B. & LEUSCHNER, U. 2009. Can a task-based approach explain the recent changes in the German wage structure? Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, 229, 214-238.
- ARNOLD, D., ARNTZ, M., GREGORY, T., STEFFES, S. & ZIERAHN, U. 2016. Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt. ZEW policy brief.
- ATTENEDER, H. & MAIER-RABLER, U. 2016. Politische Bildung 2.0–die „digitale Bildungsrevolution“ am Beispiel „Polipedia. at“. GW Unterricht, 142, 40-48.
- BÄR, C., GRÄDLER, T. & MAYR, R. 2018. Digitalisierung im Spannungsfeld von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Recht, Springer.
- BAUERNHANSL, T. 2017. Die vierte industrielle Revolution–Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. Handbuch Industrie 4.0 Bd. 4. Springer.
- BEHRENS, J. 2016. Besuch in der Praxis: Steve Jobs School Amsterdam. Verfügbar unter: <https://www.digitalisierung-bildung.de/2016/02/19/besuch-der-praxis-steve-jobs-school-amsterdam/> [Zugriff am 01.10.2018].
- BLINDER, A. S. 2009. How many US jobs might be offshorable? World Economics, 10, 41.
- BÖHLE, F., HIRSCH-KREINSEN, H., MILKAU, B. & ROSE, H. 2017. Tätigkeit und Arbeitsprozess. Arbeit als Subjektivierendes Handeln. Springer.

BONIN, H., GREGORY, T. & ZIERAHN, U. 2015a. Endbericht. Kurzexpertise Nr. 57. Übertragung der Studie von Frey/Osborne 2013 auf Deutschland. Zugriff am, 19, 2016.

BONIN, H., GREGORY, T. & ZIERAHN, U. 2015b. Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW Kurzexpertise.

BOS, W., EICKELMANN, B., GERICK, J., GOLDHAMMER, F., SCHAUMBURG, H., SCHWIPPERT, K., SENKBEIL, M., SCHULZ-ZANDER, R. & WENDT, H. 2014. ICILS 2013. Computer-und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der, 8.

BOTTHOF, A. & HARTMANN, E. A. 2015. Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer.

BOWLES, J. 2014. The computerisation of European jobs—who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment. Bruegel blog, 17.

BRZESKI, C. & BURK, I. 2015. Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. INGDiBa Economic Research.

BUHR, D., FRANKENBERGER, R. & LUDEWIG, A. 2016. Auf dem Weg zu Wohlfahrt 4.0—Digitalisierung in Estland. Friedrich-Ebert-Stiftung, Referat Westeuropa/Nordamerika (Politik für Europa# 2017plus), Berlin.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ARBEIT UND SOZIALEN. 2015. Arbeiten 4.0. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Verfügbar unter: <https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/A872-gruenbuch-arbeiten-vier-null.html> [Zugriff am 01.10.2018].

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. 2014. Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4-0.html> [Zugriff am 01.10.2018].

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE. 2017. Monitoring-Report | Kompakt Wirtschaft DIGITAL 2017. Verfügbar unter:

[https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=18](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2017.pdf?__blob=publicationFile&v=18) [Zugriff am 01.10.2018].

DANIEL, A., SEBASTIAN, B., SABINE, S. & DANA, M. 2016. Digitalisierung am Arbeitsplatz (Forschungsbericht No. 468). Berlin: Institut für Arbeitsmarkt-und Berufsforschung, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

DEMARY, V. & KLÖS, H.-P. 2017. Digitalisierung: Kompetenzen für digitale Arbeit. Perspektive 2035, 169.

DENGER, A., STOCKER, A. & SCHMEJA, M. 2012. Future Workplace. Eine Untersuchung soziotechnischer Einflüsse auf den Arbeitsplatz der Zukunft. Aachen.

DENGLER, K. & MATTHES, B. 2015. Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht.

DRÄGER, J. & MÜLLER-EISELT, R. 2015. Die digitale Bildungsrevolution. Der radikale Wandel des Lernens und wie wir ihn gestalten können.

EBERL, U. 2018. Was ist Künstliche Intelligenz - Was kann sie leisten? Aus Politik und Zeitgeschichte, 68, 8-14.

FREY, C. B. & OSBORNE, M. 2013. The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation.

FREY, C. B. & OSBORNE, M. A. 2017. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Technological forecasting and social change, 114, 254-280.

GRAETZ, G. & MICHAELS, G. 2015. Robots at work.

GRASS, K. & WEBER, E. 2016. EU 4.0-Die Debatte zu Digitalisierung und Arbeitsmarkt in Europa. IAB-Discussion Paper.

- HAMMERMANN, A. & STETTES, O. 2015. Beschäftigungseffekte der Digitalisierung: Erste Eindrücke aus dem IW-Personalpanel. IW-Trends–Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung, 42, 77-94.
- HAMMERMANN, A. & STETTES, O. 2016. Qualifikationsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung. IW policy paper.
- HANDELSBLATT UND GE AT WORK. 2015. Dossier: Die Zukunft der Arbeit in der Industrie 4.0 Verfügbar unter:  
[https://www.handelsblatt.com/downloads/11809138/4/dossier\\_industrie40.pdf?ticket=ST-488657-TnyfYvXVE6YrAHll2pnz-ap4](https://www.handelsblatt.com/downloads/11809138/4/dossier_industrie40.pdf?ticket=ST-488657-TnyfYvXVE6YrAHll2pnz-ap4) [Zugriff am 01.10.2018].
- HILLEBRECHT, S. 2017. Sabbaticals für die Personalentwicklung: Arbeitshilfen für Arbeitnehmer und Personalabteilung, Springer-Verlag.
- HIRSCH-KREINSEN, H., WEYER, J. & WILKESMANN, M. 2015. Digitalisierung von Arbeit: Folgen, Grenzen und Perspektiven.
- HUBER, J. 2013. Technikbilder: Weltanschauliche Weichenstellungen der Technologie-und Umweltpolitik, Springer-Verlag.
- KAUFMANN, T. 2015. Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit, Springer-Verlag.
- KERSTEN, W., VON SEE, B. & INDORF, M. 2018. Digitalisierung als Wegbereiter für effizientere Wertschöpfungsnetzwerke. Marktorientiertes Produkt-und Produktionsmanagement in digitalen Umwelten. Springer.
- KERSTING, C. 2018. Digitales Estland - Ein Hightech-Staat auf dem Prüfstand. Verfügbar unter: <https://www.swr.de/-/id=21726818/property=download/nid=660374/16ddacd/swr2-wissen-20180626.pdf> [Zugriff am 01.10.2018].
- KEYNES, J. M. 1933. Economic possibilities for our grandchildren (1930). Essays in persuasion, 358-73.

- KEYNES, J. M. 2010. Economic possibilities for our grandchildren. Essays in persuasion. Springer.
- KONRAD, E. 1998. Zur Geschichte der Künstlichen Intelligenz in der Bundesrepublik Deutschland. Sozialgeschichte der Informatik. Springer.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ 2016a. Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz. Berlin: KMK, 16, 53
- KULTUSMINISTERKONFERENZ 2016b. Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz. Berlin: KMK, 16, 2017.
- LENZ, F. 2018. Digitalisierung und Beschäftigung: Ein Ende ohne Arbeit oder Arbeit ohne Ende? : Argumente zu Marktwirtschaft und Politik.
- LINDNER, R. 2007. Politischer Wandel durch digitale Netzwerkkommunikation. Strategische Anwendung neuer Kommunikationstechnologien durch kanadische Parteien und Interessengruppen. Wiesbaden.
- MATUSCHEK, I. 2016. Industrie 4.0, Arbeit 4.0–Gesellschaft 4.0. Eine Literaturstudie, Studien, 2, 2016.
- MATZLER, K., BAILOM, F., VON DEN EICHEN, S. F. & ANSCHÖBER, M. 2016. Digital Disruption. Wie Sie Ihr Unternehmen auf das digitale Zeitalter vorbereiten. München: Vahlen.
- MCCARTHY, J. 1998. What is artificial intelligence?
- MCCORDUCK, P. 2009. Machines who think: A personal inquiry into the history and prospects of artificial intelligence, AK Peters/CRC Press.
- MCKINSEY&COMPANY 2018. Skill Shift - Automation and the Future of the Workforce. McKinsey Global Institute.
- MÖLLER, J. 2016. Verheißung oder Bedrohung? die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution. Den Arbeitsmarkt verstehen, um ihn zu gestalten. Springer.

- NAHLES, A. 2016. Arbeiten 4.0–Perspektiven einer neuen Arbeitszeitpolitik. Den Arbeitsmarkt verstehen, um ihn zu gestalten. Springer.
- PATRY, E. 2010. Das bedingungslose Grundeinkommen in der Schweiz: eine republikanische Perspektive, Haupt Verlag AG.
- PFEIFFER, S. & SUPHAN, A. 2015. Der Mensch kann Industrie 4.0. Kurzfassung. Hohenheim.
- PFROMMER, J., SCHLEIPEN, M., USLÄNDER, T., EPPLE, U., HEIDEL, R., URBAS, L., SAUER, O. & BEYERER, J. 2014. Begrifflichkeiten um Industrie 4.0–Ordnung im Sprachwirrwarr. Ergebnisse des Fachausschusses 7.21 „Industrie 4.0.
- PRECHT, R. D. 2013. Anna, die Schule und der liebe Gott: Der Verrat des Bildungssystems an unseren Kindern, Goldmann Verlag.
- RAMMSTEDT, B., ACKERMANN, D., HELMSCHROTT, S., KLAUKIEN, A., MAEHLER, D. B., MARTIN, S., MASSING, N. & ZABAL, A. 2012. PIAAC 2012: Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick. Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich. Ergebnisse von PIAAC, 11-20.
- REITER, A. 2017 Digitalisierung und Bildung – Strategien weltweit TEIL 11: IN ESTLAND. Verfügbar unter: <https://www.forumbd.de/dialog/digitalisierung-und-bildung-strategien-weltweit-teil-10/> [Zugriff am 01.10.2018].
- RICH, E. 1985. Artificial intelligence and the humanities. Computers and the Humanities, 19, 117-122.
- RIFKIN, J. 2004. Das Ende der Arbeit und ihre Zukunft: neue Konzepte für das 21. Jahrhundert, Campus Verlag.
- ROTH, A. 2016. Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Springer-Verlag.
- SCHAUMBURG, H. 2015. Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule. Bertelsmann Stiftung (Hg.): Individuell fördern mit digitalen Medien. Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren. Bielefeld: Verlag Bertelsmann Stiftung, 20-94.

SCHLICK, C. 2015. Arbeit in der digitalisierten Welt: Beiträge der Fachtagung des BMBF 2015, Campus Verlag.

SCHNEIDER, N. F., LIMMER, R. & RUCKDESCHEL, K. 2002. Mobil, flexibel, gebunden: Familie und Beruf in der mobilen Gesellschaft, Campus Verlag.

SEIFERT, H. 2014. Renaissance der Arbeitszeitpolitik: selbstbestimmt, variabel und differenziert: Expertise im Auftrag der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung, Friedrich-Ebert-Stiftung, Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik.

STARMANN, C. G. 2017. Smart Country – Vernetzt. Intelligent. Digital, Verlag Bertelsmann Stiftung.

STRAUBHAAR, T. 2017. Radikal gerecht: Wie das bedingungslose Grundeinkommen den Sozialstaat revolutioniert, edition Körber-Stiftung.

VAN DER BORGHT, Y. & VAN PARIJS, P. 2005. Ein Grundeinkommen für alle?: Geschichte und Zukunft eines radikalen Vorschlags, Campus Verlag.

VOBRUBA, G. 2006. Ende der Vollbeschäftigungsgesellschaft. Entkoppelung von Arbeit und Einkommen: Das Grundeinkommen in der Arbeitsgesellschaft, 117-142.

VOGLER-LUDWIG, K., DÜLL, N., KRIEHEL, B. & VETTER, T. 2016. Arbeitsmarkt 2030–Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Bielefeld (im Erscheinen).

WEBER, E. 2016. Industrie 4.0: Wirkungen auf den Arbeitsmarkt und politische Herausforderungen. Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, 65, 066-074.

WITTE, K. 2017. Digitales Labor e-Estonia – eine Erfolgsgeschichte. Verfügbar unter: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/unsere-projekte/reinhard-mohn-preis/projektnachrichten/recherche-reise-estland/> [Zugriff am 01.10.2018].

WOLTER, M. I., MÖNNIG, A., HUMMEL, M., WEBER, E., ZIKA, G., HELMRICH, R., MAIER, T. & NEUBER-POHL, C. 2016. Wirtschaft 4.0 und die Folgen für

Arbeitsmarkt und Ökonomie: Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht.

WORLD ECONOMIC FORUM 2016. The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution.

ZINK, K. J. 2015. Digitalisierung der Arbeit als arbeitswissenschaftliche Herausforderung: ein Zwischenruf. Digitization of Work as Challenge for Human Factors and Ergonomics. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 69, 227-232.