

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Informatik

Seminar

Informatik und Gesellschaft

Sommersemester 2021

geleitet durch Prof. Dr. Paul Molitor

Digitalisierung in der Arbeitswelt

Gesellschaftliche Chancen und Risiken

Martin Krauth

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung - Das Ende der Arbeit?	3
2	Definitionen und Beschränkung der Thematik	4
2.1	Digitalisierung - ein ungenauer Begriff	4
2.2	Substituierbarkeitspotenziale	5
3	Digitalisierung der Arbeit - Folgen für den deutschen Arbeitsmarkt	7
3.1	Unterschiede bei Berufsarten und -niveaus	8
3.2	Veränderungen in den unterschiedlichen Berufsfeldern und Branchen . .	9
3.3	Regionale Besonderheiten	11
4	Möglichkeiten der Ausgestaltung und Lösungsansätze für betroffene Berufe	12
4.1	Aus- und Weiterbildung	13
4.2	Nutzung örtlicher Besonderheiten	15
5	Globale Auswirkungen der Digitalisierung der Arbeit - ein kurzer Exkurs	16
6	Schlussbemerkung - der Anfang einer neuen Arbeit?	17

Gender-Hinweis: Um Fehlinterpretationen zu vermeiden und inhaltliche Exaktheit zu gewährleisten, wird in dieser Arbeit die weibliche Form nur für weibliche Personen, die männliche entsprechend nur für Männer und die Form mit :in bzw. :innen für gemischte/unbestimmte Gruppen und Menschen verwendet.

1 Einleitung - Das Ende der Arbeit?

Just imagine if you want bananas. I want my bananas to be firm, others like their bananas to be ripe. How do you get a robot to choose that?

Diese Fragestellung äußert Scott Anderson, Direktor von 'Amazon Robotics Fulfillment', in einem Interview zum Stand der Automatisierung in den Lagern von Amazon [3]. Im Gespräch mit Reuters bemüht er sich hierbei, die Bedenken hinsichtlich einer vollständig automatisierten Warenabwicklung zu zerstreuen. Er erklärt, dass die entsprechende Technologie frühestens in zehn Jahren an diesem Stand sei.

Nichtsdestotrotz steht die Frage, ob menschliche Arbeit bald weitestgehend obsolet sein könnte, und vor allem die Sorge hiervor oft im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion, wenn es um 'die Digitalisierung' geht. Nicht zuletzt die These einer weltweit erhöhten Arbeitslosigkeit aufgrund gesteigerter Automatisierung und verbesserter Informationstechnologien, die der amerikanische Ökonom Jeremy Rifkin populär machte [17], führte dazu, dass mögliche Lösungen für dieses scheinbare Problem in den öffentlichen Diskurs kamen. So findet etwa das 'bedingungslose Grundeinkommen' zahlreiche, auch namhafte Anhänger:innen [16] - von den Parteien des Bundestages wird es jedoch größtenteils abgelehnt bzw. zumindest nicht forciert [18].

Doch stellt sich hierbei zunächst die Frage: Wird das 'Ende der Arbeit' überhaupt in absehbarer Zeit real? Und wenn dies nicht zutrifft, welche Auswirkungen hat die Digitalisierung tatsächlich am derzeitigen und zukünftigen Arbeitsmarkt? Im Folgenden sollen diese Fragen großteils anhand von Daten des *Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung* für die Bundesrepublik Deutschland diskutiert werden. Hierfür wird zunächst betrachtet, welche Branchen, Berufsgruppen und Regionen besonders betroffen sind - wobei anschließend daran auch Lösungsansätze für die betrachteten Fälle aufgezeigt werden. Außerdem wird auf die Möglichkeiten eingegangen, wie Gesellschaft und Politik auf die Ausgestaltung der Digitalisierung der Arbeit Einfluss nehmen und auch davon profitieren können. Da jedoch die deutsche Wirtschaft und der Arbeitsmarkt kein nach außen abgeschlossenes Ganzes darstellen, soll im Weiteren auch ein kurzer Überblick über globale Auswirkungen gegeben werden.

Ich bin mir bewusst, dass die Thematik 'Digitalisierung in der Arbeitswelt' sehr groß und komplex ist und ich somit nur Bruchstücke davon hier behandeln kann. Daher sei darauf hingewiesen, dass dieser Text keine genaue Analyse darstellt; er soll primär dazu anregen, sich weiter mit der Thematik zu beschäftigen, und als Denkanstoß gesehen werden, auch als Informatiker:in über gesellschaftliche Auswirkungen des eigenen Berufsfeldes zu reflektieren. Doch welche Folgen und Möglichkeiten erwachsen nun aus der Digitalisierung in der Arbeitswelt?

2 Definitionen und Beschränkung der Thematik

Um sich dieser eben genannten Fragestellung zuwenden zu können, müssen zunächst zwei Kernbegriffe der Thematik näher betrachtet werden. Hierbei handelt es sich um 'Digitalisierung' sowie 'Substituierbarkeitspotenziale'.

2.1 Digitalisierung - ein ungenauer Begriff

Unter dem Begriff der 'Digitalisierung' werden oftmals verschiedene Themenfelder subsumiert, was eine allgemeingültige Beschreibung schwierig macht. Das Gabler Wirtschaftslexikon bietet etwa folgende Definition an:

Der Begriff der Digitalisierung hat mehrere Bedeutungen. Er kann die digitale Umwandlung und Darstellung bzw. Durchführung von Information und Kommunikation oder die digitale Modifikation von Instrumenten, Geräten und Fahrzeugen ebenso meinen wie die digitale Revolution, die auch als dritte Revolution bekannt ist, bzw. die digitale Wende. Im letzteren Kontext werden nicht zuletzt 'Informationszeitalter' und 'Computerisierung' genannt. [2]

Es wird deutlich, dass der Begriff an sich diffus ist - im Allgemeinen und auch bezogen auf die Arbeit. Ist etwa das Einscannen eines (analogen) Dokuments ein Teil davon? Laut obiger Definition würde das sicherlich zutreffen. Doch scheint es wenig mit der Thematik zu tun zu haben, wenn von der Digitalisierung der Arbeit die Rede ist. Die Kommunikation per E-Mail ist mit Sicherheit ein Bestandteil des 'Informationszeitalters', doch scheinen sich aus meiner Sicht wenige Menschen Gedanken um den Einfluss der E-Mail auf den Arbeitsmarkt zu machen, geschweige denn sich mehrheitlich daran zu stören. Auch der zweite Teil der Definition liefert somit nicht die notwendige Genauigkeit für die weiteren Betrachtungen.

Es scheint bei der öffentlichen Diskussion über die Digitalisierung der Arbeit und somit auch bei der Begrifflichkeit an sich vielmehr um die Umwandlung ehemals menschlicher Tätigkeiten in computergestützte oder computergesteuerte - meist automatische - Abläufe zu gehen, als um Digitale Technologien an sich. Zwar sind diese beiden Aspekte sicherlich stark miteinander verwoben, jedoch nicht deckungsgleich. Nicht jede neue (digitale) Technologie bezweckt, menschliche Arbeit zu ersetzen, auch wenn dies oft den Anschein hat.

Beschränkt man den Begriff 'Digitalisierung' an dieser Stelle auf diesen für die weiteren Betrachtungen sinnvollen Kern, so benennen Dengler/Matthes vier wichtige neue Technologiebereiche, die in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht haben und in diesem Zuge Arbeitsweisen verändert haben oder verändern werden [8]:

Im Bereich der Robotik sind hier mobile, kollaborative Roboter zu nennen. Diese neue Art ist nicht an einen festen Standort bzw. Arbeits- oder Fertigungsprozess gebunden, sondern sie

können für unterschiedliche Abläufe eingesetzt werden. Sie reagieren mittels Sensoren auf ihre Umgebung und können im direkten Kontakt mit Menschen agieren, was sie beispielsweise für Lager- oder Transporttätigkeiten wertvoll werden lässt, aber auch für andere Dienstleistungsbereiche.

Den zweiten Bereich machen laut Dengler/Matthes selbstlernende Computerprogramme aus, die - beispielsweise in der Warenannahme - durch Bilderkennungssoftware mit längerer Einsatzzeit immer exakter werden. Auch Programme, die selbstständig umfangreiche Formulare, wie Steuererklärungen auf inhaltliche Korrektheit überprüfen können und solche, die mit Hilfe großer Datenmengen etwa eine möglichst geeignete Bewerber:in für eine Arbeitsstelle erkennen können, werden hier genannt.

Als weitere neue Technologie nennen die Autorinnen den 3D-Druck, durch den komplexe Formen und Werkstücke aus unterschiedlichsten Materialien gefertigt werden können, die mit konventionellen Fertigungsmethoden nur schwierig oder gar nicht herzustellen wären. Dieser werde zum Zeitpunkt der Veröffentlichung primär für geringe Stückzahlen und im Prototypenbereich eingesetzt.

Dieser Aspekt verbindet ihn mit dem vierten Bereich, der virtuellen Realität, die speziell in der Prototypenentwicklung und im Modellbereich an Bedeutung gewinnt. Auch im Anlernen von Mitarbeiter:innen in neue Arbeitsprozesse und im Designbereich wird diese Technologie angewendet, die zum Beispiel mittels Smart Glasses genutzt wird.

Insgesamt lässt sich an diesen vier Bereichen, die in den letzten Jahren Marktreife erlangt haben, erkennen, dass digitale Technologien mitnichten nur das Ziel haben, menschliche Arbeit zu ersetzen. 3D-Druck und Virtuelle Realität beispielsweise erweitern bestehende oder schaffen gar neue Produktionsweisen und Arbeitsfelder, während kollaborative Roboter und selbstlernende Programme sicherlich eher eine Tendenz erkennen lassen, menschliche Arbeit in diesen Bereichen zu reduzieren.

2.2 Substituierbarkeitspotenziale

Wie wirken sich diese Veränderungen nun auf den (deutschen) Arbeitsmarkt aus? Um sich dieser Frage nähern zu können, muss zunächst das Konzept der Substituierbarkeitspotenziale näher betrachtet werden.

Das Substituierbarkeitspotenzial gibt an, in welchem Ausmaß Berufe gegenwärtig potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind. Es entspricht dem Anteil an Kerntätigkeiten in einem Beruf, die schon heute durch den Einsatz moderner Technologien übernommen werden könnten. [8]

Es handelt sich bei dem Begriff also um ein Maß, mit dem festgestellt werden soll, welche und wie viele Berufe durch Digitalisierung und Automatisierung potentiell gefährdet sind. Hierbei dürfen die folgenden wesentlichen Aspekte nicht außer Acht gelassen werden.

Als Maßzahl entspringen die Substituierbarkeitspotenziale primär aktuellen Entwicklungen, d.h. prognostizierte Fortschritte in digitalen Technologien werden nicht berücksichtigt, sondern nur solche, die bereits den Status der Marktreife erreicht haben. So wird beispielsweise "das Fahren von Bussen, Autos oder LKW – im Gegensatz zur schienengebundenen Fahrzeugführung – nach wie vor als nicht substituierbar eingestuft, weil die entsprechenden Technologien noch erprobt werden und man deshalb noch nicht von Marktreife sprechen kann" [8]. Außerdem muss erwähnt werden, dass es sich bei Substituierbarkeitspotenzialen eben nur um Potentiale handelt, sie also nur die Möglichkeit der Ersetzung einer Tätigkeit durch Computerprogramme beschreiben. "Das Substituierbarkeitspotenzial darf deswegen auch nicht als Vorhersage für mögliche Beschäftigungsverluste missverstanden werden. Es zeigt vielmehr auf, in welchen Branchen und Berufen in den Bundesländern technologische Potentiale schlummern und welcher Anpassungsbedarf sich daraus ergibt", schreiben hierzu Dengler et al. [9]. Ob ein Beruf tatsächlich substituiert wird, also durch eine Maschine oder ein Programm ersetzt wird, erfordere immer auch die Betrachtung etwa ökonomischer, ethischer, sozialer und letztlich gesellschaftlicher Aspekte.

So lässt sich beispielsweise für den medizinischen Bereich ein recht hohes Potenzial erahnen, bestimmte Aspekte wie Diagnostik oder Chirurgie zukünftig durch Computerprogramme bzw. Roboter zu ersetzen. Ob eine 'Durchautomatisierung' in diesem Bereich jedoch sozial erwünscht ist, darf stark angezweifelt werden. Der menschliche Kontakt (im Krankheitsfall) wird hierbei im Allgemeinen als sehr wichtig wahrgenommen. Dies bedeutet jedoch auch, dass sich die Berufsbilder von medizinischem Personal in Zukunft mit zunehmender Digitalisierung des Gesundheitswesens stark wandeln könnten.

Ein zweites Beispiel, welches veranschaulicht, warum Substituierbarkeitspotenziale nicht mit tatsächlicher Substituierung verwechselt werden dürfen, stellt die Produktion von Textilwaren in Niedriglohnländern dar. Zwar lässt sich hier wie in allen Fertigungsberufen (vgl. [8]) auf ein hohes Substituierbarkeitspotential schließen; da jedoch die Lohnkosten niedriger sind als der Betrieb kostenintensiver Automaten, scheint eine Ersetzung durch Roboter im Moment ökonomisch meist (noch) nicht sinnvoll. (Ob eine Substituierung aufgrund der oft miserablen Arbeitsbedingungen der Menschen auf der anderen Seite nicht vielleicht 'ethischer' wäre, darüber darf sicher diskutiert werden).

Alles in allem lässt sich also feststellen, dass das Konzept der Substituierbarkeitspotenziale nur ein Aspekt unter vielen ist, wenn es um die Frage der Ersetzung menschlicher Arbeit durch computergesteuerte Prozesse und Automaten geht. Nichtsdestotrotz lassen sich damit Branchen, Berufsarten und Regionen (und auch Kombinationen daraus) ausmachen, die auf-

grund der zunehmenden Digitalisierung besondere politische und gesellschaftliche Beachtung finden sollten.

3 Digitalisierung der Arbeit - Folgen für den deutschen Arbeitsmarkt

Bevor näher auf die genaueren Auswirkungen der Digitalisierung für die einzelnen Teilaspekte bzw. Betrachtungsweisen eingegangen wird, sei an dieser Stelle zunächst ein allgemeinerer Blick auf die Entwicklung des deutschen Arbeitsmarktes gegeben. So stellt sich die Frage, ob sich die Zahl der arbeitslosen Menschen im Zuge der Digitalen Umwandlung der Wirtschaft im Sinne Rifkins [17] erhöht hat.

Laut Gartner/Stüber [11], die den deutschen Arbeitsmarkt seit 1970 untersucht haben, ist in Deutschland keine solche Entwicklung festzustellen. So seien etwa seit 1993 pro Jahr in Durchschnitt 9,5 Arbeitsplätze pro 100 Beschäftigten weggefallen, im selben Zeitraum jedoch auch 9,7 neue Stellen geschaffen worden - ein Rückgang ist somit nicht festzustellen. Stattdessen existiere eine starke Fluktuation: Im Schnitt alle zehn Jahre werde der gesamte Arbeitsplatzbestand einmal umgeschlagen (Dies ist natürlich nur ein Durchschnittswert und betrifft nicht jeden einzelnen Arbeitsplatz an sich).

Auch für den Zeitraum bis 2035 prognostizieren Zika et al. hierbei eine ähnliche Tendenz [19]. In ihrem Wirtschaft-4.0-Szenario prognostizierten sie bis 2020 einen Arbeitsplatzzuwachs um 10000 Stellen, bis 2025 einen Verlust von 30000 und auch bis 2035 nur einen Verlust von 60000 Arbeitsplätzen für gesamt Deutschland. Wobei weiterhin mit hoher Fluktuation auch zwischen Branchen und Berufsarten bzw. -niveaus zu rechnen sei. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch eine aktuelle Forschung des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, die die erwarteten Entwicklungen bis zum Jahr 2040 errechnet [4]. Diese kommt zwar zum Ergebnis, dass im betrachteten Zeitraum rund 5,3 Millionen Arbeitsplätze wegfallen, während nur 3,6 Millionen neu geschaffen werden, jedoch andere Faktoren wie zum Beispiel die demografische Entwicklung entscheidender sind als die Digitalisierung der Wirtschaft, die 'nur' 0,2 bis 0,3 Millionen Stellen überflüssig macht.

Gartner/Stüber führt ihre Analyse daher unter anderem zu dem Fazit:

Umbrüche in der Arbeitswelt gab es schon immer. Beispiele sind die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert, die uns von der Agrar- zur Industriegesellschaft führte, die Etablierung von Robotern und Computern in der Arbeitswelt und aktuell die Einführung neuer vernetzter digitaler Technologien. Mit jedem Umbruch wurden Stimmen laut, die vor dem Verlust von Arbeitsplätzen warnten. Es ist zwar richtig, dass neue Technologien zu einem Abbau von Arbeitsplätzen in bestimmten

Berufen oder Industrien führen können. Jedoch sorgen neue Technologien zugleich für einen Arbeitsplatzaufbau in anderen Berufen oder Industrien. [11]

Die Betrachtung der beiden Analysen lässt diesen Schluss zweifellos zu und von einem 'Ende der Arbeit' kann zumindest für Deutschland keine Rede sein. Dies darf jedoch aus meiner Sicht nicht dazu führen, dass die Auswirkungen der Digitalisierung politisch und gesellschaftlich unterschätzt werden. Gerade der hier angestrebte Vergleich zur industriellen Revolution zeigt, dass neue Wirtschaftsarten erhebliche gesellschaftliche Verwerfungen auslösen können. Eine entsprechende Analyse der stark betroffenen Bereiche des Arbeitsmarktes erscheint daher besonders wichtig, um mit geeigneten Gegenmaßnahmen möglichen negativen Auswirkungen für die Gesellschaft nachhaltig vorbeugen zu können.

3.1 Unterschiede bei Berufsarten und -niveaus

Werden zu diesem Zweck die unterschiedlichen Berufsniveaus betrachtet, zeigt sich, dass Helferberufe mit einem Anteil von 58 Prozent an Tätigkeiten, die potentiell von Computern erledigt werden können, das höchste Substituierbarkeitspotential aufweisen, dicht gefolgt von Fachkraftberufen mit 54 Prozent. An dritter Stellen stehen die Spezialistenberufe mit 40 Prozent und den geringsten Anteil an substituierbaren Tätigkeiten bieten wenig überraschend Expertenberufe mit 24 Prozent [8]. Diese Berufsgruppen entsprechen in etwa den unterschiedlichen Berufsausbildungen, von keiner bzw. einjähriger Berufsausbildung bei Helferberufen bis hin zu mehr als vierjährigem Hochschulstudium bei den Expertenberufen. Überraschend erscheinen möglicherweise zunächst die recht hohen Prozentsätze insgesamt, hier sei aber an die Unterscheidung zwischen Substituierbarkeitspotential und tatsächlicher Substituierung erinnert. Allerdings zeigt sich im von Dengler/Matthes untersuchten Zeitraum zwischen 2013 und 2016 ein deutlicher Anstieg der Prozente innerhalb der einzelnen Berufsniveaus. So erhöhte sich der Anteil von substituierbaren Tätigkeiten bei Helferberufen innerhalb von 3 Jahren um ganze 12 Prozentpunkte, bei Expertenberufen immerhin noch um sechs. Die Autorinnen stellen des Weiteren fest, dass sich der Anteil sozialversicherungspflichtig Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70%) in den untersuchten drei Jahren von 15 auf 25 % gesteigert hat, während der Anteil deren mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial entsprechend gesunken ist. Dies spricht dafür, dass Maßnahmen gegen solche Tendenzen zumindest für den betrachteten Zeitraum (noch) nicht in gleichem Maße gegriffen haben, wie der technologische Fortschritt Berufsfelder substituierbar gemacht hat.

Gartner/Stüber kommen in ihrer Analyse für die Jahre 2005 bis 2017 zusätzlich zu dem Schluss, dass Berufe, die eine geringe Qualifikation erfordern, im Vergleich von sehr hoher Fluktuation von knapp unter 20% pro Jahr betroffen sind. D.h. hier wird der Bestand an Arbeitsplätzen fast alle fünf Jahre komplett umgeschlagen. Interessanterweise verringert sich

aber in diesem Zeitraum die Anzahl an Stellen nur geringfügig. Berufe mit hoher Qualifikation zeigen hier die geringste Fluktuation - wenn auch nur knapp weniger als solche mit mittlerer Qualifikation. Zusätzlich zeigt sich bei diesen Beschäftigten mit Hochschulabschluss eine wachsende Anzahl an Arbeitsplätzen.

Heß et al. stellen zusätzlich noch einen aus technisch/informatischer Sicht wenig überraschenden Zusammenhang zwischen dem Anteil an Routinetätigkeiten und der potentiellen Substituierbarkeit her [13]. So lassen sich insgesamt für Berufe mit geringer Qualifikation, also keiner oder marginaler Berufsausbildung, und mit einem hohen Routineanteil die höchsten Substituierbarkeitspotentiale erkennen. Da dies aber auch tendenziell Arbeitsplätze mit geringen Lohnkosten sind, muss dies nicht bedeuten, dass diese auch substituiert werden; Hierfür spricht etwa die Beobachtung von Gartner/Stüber, dass sich die Anzahl solcher Stellen kaum verringert. Ausschlaggebend an solch einer Stelle sind dann meist eher ökonomische Gründe. Dies kann aber auch bedeuten, dass, sobald sich entsprechende Programme oder Maschinen weiter durchsetzen und dadurch günstiger als menschliche Arbeit werden, auch die entsprechenden Arbeitsplätze ersetzt würden.

3.2 Veränderungen in den unterschiedlichen Berufsfeldern und Branchen

Es verwundert in diesem Zusammenhang nicht, wenn Berufsfelder, in denen tendenziell ein größerer Anteil derartiger Arbeit ausgeübt wird, gleichfalls höhere Substituierbarkeitspotentiale aufweisen. Nach Dengler/Matthes [8] sind hier besonders Fertigungs- und Fertigungstechnische Berufe (mit 83% bzw 70%) betroffen, während soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe mit 13% den geringsten Wert aufweisen - dies hat sicherlich vor allem mit deren sozialer Kernthematik zu tun, aber auch mit einem sehr geringen Anteil an Routinetätigkeiten. Bei den Berufsfeldern mit recht hohem Substituierbarkeitspotenzial (jeweil knapp 60%) sind 'Verkehrs- und Logistikberufe', 'Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe' und 'Berufe in Unternehmensführung und -organisation' zu nennen, die ebenfalls jeweils einen hohen Anteil der im letzten Abschnitt vorgestellten substituierbaren Tätigkeiten nahelegen.

Die beiden erstgenannten Berufsfelder sind hierbei von besonderem Interesse, ebenso wie Reinigungs- und Handelsberufe, da sich bei all diesen im Untersuchungszeitraum von 2013 bis 2016 das Substituierbarkeitspotential um mehr als 10% gesteigert hat - bis zu maximal 20% in den Verkehrs- und Logistikberufen. Laut den Autorinnen hat dies vor Allem mit den schon zuvor genannten Durchbrüchen im Bereich der Robotik und selbstlernenden Programme zu tun.

So können beispielsweise nahezu alle Tätigkeiten rund um den Material- und Warenfluss in einer Fertigungslinie oder einer gesamten Wertschöpfungskette von

Robotern vollautomatisch erledigt und optimiert werden. (...) Der deutliche Zuwachs in den Reinigungsberufen um 17 Prozentpunkte ist insbesondere auf die nun potenziell von kollaborativen Robotern verrichtbaren Tätigkeiten wie das Reinigen von Rohren und Anlagen zurückzuführen. Dass das Substituierbarkeitspotenzial in den Handelsberufen ebenfalls stark gestiegen ist, beruht hauptsächlich auf der Tatsache, dass Tätigkeiten wie Wareneingangskontrolle nunmehr als potenziell ersetzbar eingestuft werden müssen. [8]

Hieran lässt sich gut erkennen, welchen großen Einfluss ein technologischer Durchbruch auf die potenzielle Ersetzbarkeit einzelner Berufsfelder haben kann und wie wichtig es ist, Entwicklungen im Technologiebereich im Blick zu behalten, um mit entsprechenden frühzeitigen Maßnahmen die negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt abzuschwächen.

Bezogen auf die einzelnen Branchen lässt sich kein so eindeutiges Bild erkennen. Gartner/Stueber haben hierfür die realen jeweiligen Arbeitsplatzabbau und -aufbauquoten im Zeitraum 2005 bis 2014 betrachtet [11], wobei hier lediglich 'Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden' und 'Textil, Bekleidung und Leder' mit starken Nettoverlusten von Arbeitsplätzen herausstechen - dies könnte aus meiner Sicht aber eher mit der Tendenz des Outsourcing in genau diesen Branchen zusammenhängen, als mit Digitalisierungs- oder Automatisierungsaspekten. In den anderen Branchen gleichen sich Ab- und Aufbauquoten dagegen zumeist eher aus oder es gibt teils starke Zugewinne wie im 'Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen', den 'Unternehmensnahen Dienstleistungen' oder dem Gastgewerbe. Dies habe laut den Autoren damit zu tun, dass etwa der Beschäftigungsverlust im verarbeitenden Gewerbe mit der Schaffung neuer Stellen im Dienstleistungsgewerbe ausgeglichen oder sogar übertroffen wurde.

Dauth et al. (2017) haben in einer Untersuchung gezeigt, dass zwischen 1994 und 2014 Roboter dazu geführt haben, dass 275.000 Arbeitsplätze im verarbeitenden Gewerbe abgebaut wurden. Das waren nahezu 23 Prozent des gesamten Beschäftigungsrückgangs in diesem Sektor. Der Arbeitsplatzabbau wurde jedoch, so ihr Ergebnis, vollkommen durch zusätzliche Arbeitsplätze im Dienstleistungssektor ausgeglichen. [7] zitiert nach [8]

Somit lässt sich feststellen, dass der Einfluss der Digitalisierung im Bezug auf die unterschiedlichen Wirtschaftsbranchen weniger deutlich zu Tage tritt als etwa bei den verschiedenen Berufsfeldern oder den zuvor betrachteten Berufsniveaus. Es handelt sich bei all dem Genannten jedoch nicht um voneinander unabhängige Bereiche des Arbeitsmarktes, sondern lediglich um unterschiedliche Betrachtungsweisen die sich jeweils gegenseitig überlagern. So müssten für eine exakte Analyse sicherlich noch kleinere Teilbranchen mit unterschiedlichen Berufsfeldern und -niveaus miteinander verglichen werden. Dies ist jedoch im Rahmen dieses Überblicks nicht zu leisten.

3.3 Regionale Besonderheiten

Als weiterer Aspekt kämen in einer solchen Analyse sicherlich auch regionale Aspekte zum Tragen, da beispielsweise vorhandene (sowohl digitale als auch analoge) Infrastruktur, regionale Wirtschaft, Bevölkerungszusammenstellung oder auch das Verhältnis zwischen urbanem und ländlichem Raum die Auswirkungen der Digitalisierung beeinflussen. Dengler et al. zeigen für die verschiedenen Bundesländer folgende Substituierbarkeitspotenziale auf:

Nach wie vor weisen neben Berlin auch Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Brandenburg einen sehr geringen Anteil von Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial auf. Etwas höher, aber immer noch unterdurchschnittlich ist dieser Anteil (...) in Sachsen-Anhalt und Hessen. In Sachsen (...) arbeiten inzwischen leicht unterdurchschnittlich viele Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. In Bremen (...) ist dieser Anteil nunmehr leicht überdurchschnittlich. In Nordrhein-Westfalen, Bayern, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz sind weiterhin leicht überdurchschnittlich viele Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig, während Baden-Württemberg, Saarland und Thüringen immer noch einen überdurchschnittlichen Anteil dieser Beschäftigten aufweisen. [9]

Hierbei wird auch festgestellt, dass im Zeitraum von 2013 bis 2016 die Prozente aller Bundesländer um etwa sechs Punkte gestiegen sind und somit auch der bundesdeutsche Durchschnitt - dieser allgemeine Trend zu höheren Substituierbarkeitspotentialen wurde schon zuvor beschrieben.

Während sich also das Verhältnis zwischen den einzelnen Bundesländern im Laufe der Zeit also nur geringfügig ändert, werden die gegebenen deutlichen Unterschiede der einzelnen regionalen Substituierbarkeitspotentiale laut den Autorinnen vor allem durch die verschiedenen Branchenstrukturen der einzelnen Länder verursacht [9]: Hat ein Bundesland einen hohen Anteil potenziell substituierbarer Branchen, steigt auch insgesamt das Substituierbarkeitspotential. Hierbei spielen jedoch auch die vorhandenen Berufsfelder eine entscheidende Rolle. So weisen Dengler et al. zum Beispiel darauf hin, dass das Saarland und Bayern beide einen recht hohen Anteil Beschäftigter im verarbeitenden Gewerbe aufweisen, einer Branche mit potentiell hoher Anzahl substituierbarer Stellen. Bayern hat allerdings im Vergleich ein deutlich niedrigeres Substituierbarkeitspotential, da dort viele Beschäftigte in den Bereichen Technische Forschung, Entwicklung und Produktionsplanung tätig sind, und im Saarland eher in der Fertigung.

Auch die gegebenen Berufsniveaus spielen laut den Autorinnen eine teils große Rolle. So seien die niedrigen Substituierbarkeitspotentiale von Berlin und Hamburg nicht alleine durch die Branchenstruktur zu erklären [9]. Hier spiele vielmehr der große Anteil an Expertenberufen

in den beiden Stadtstaaten die entscheidende Rolle. Diese weisen, wie schon gezeigt, einen geringeren Anteil potentiell durch Computer ersetzbarer Tätigkeiten auf und befördern so ein insgesamt niedrigeres Substituierbarkeitspotential.

Wie wirken sich nun diese unterschiedlichen Voraussetzungen zukünftig auf den realen Arbeitsmarkt aus? Zika et al. prognostizieren in ihrem Wirtschaft-4.0-Szenario bis 2035 zunächst für alle Regionen eine etwa gleichbleibende Anzahl an Arbeitsplätzen, da der vorhandenen Stellenabbau durch Neuschaffung von Jobs immer wieder aufgefangen wird [19]. Zwar existiert etwa für die ostdeutschen Bundesländer ein negatives Saldo, da hier auch Wachstumsbranchen aufgrund regionaler Gegebenheiten nur unterdurchschnittlich wachsen. Dieser Verlust ist aber mit 0,3% ebenfalls sehr gering. Wohl aber werden durch die Autor:innen Verschiebungen innerhalb der Branchen und Berufsfelder der einzelnen Regionen vorhergesagt. Dies führt etwa dazu, dass für die Region Nord weiterhin mit einem Zuwachs an Stellen in den Großstädten gerechnet wird und mit einer tendenziell geringeren Anzahl von Berufen im ländlichen Raum - Dieser Trend ist aus meiner Sicht vermutlich auch auf andere Regionen übertragbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die allgemeinen Prognosen für die einzelnen Regionen zwar denen Gesamtdeutschlands ähneln, sich diese aber doch in ihrer Zusammensetzung so unterscheiden, dass eine regionale Betrachtung notwendig wird. Um gesellschaftlich mit den Folgen der Digitalisierung der Arbeit umgehen zu können und entsprechende Maßnahmen zu entwickeln, ist aus meiner Sicht aber die gemeinsame Analyse aller bisher genannten Aspekte des Arbeitsmarktes notwendig.

4 Möglichkeiten der Ausgestaltung und Lösungsansätze für betroffene Berufe

Wie bisher gezeigt gibt es zwar in Deutschland nicht den oftmals befürchteten allgemeinen Verlust von Arbeitsplätzen, wohl aber starke Fluktuation und Transformationen der verschiedenen Berufsbilder. Wie sieht das Berufsleben für den einzelnen Mensch also in Zukunft aus? Sundar Pichai, CEO von Google, äußerte sich 2018 zu dieser Thematik gegenüber CNBC folgendermaßen:

We know that 20 to 30 years ago, you educated yourself and that carried you through for the rest of your life. That is not going to be true for the generation which is being born now. They have to learn continuously over their lives. We know that. So we have to transform how we do education. [6]

Es ist meiner Meinung nach verständlich, wenn Menschen, die ohne das Credo des 'lebenslangen Lernens' aufgewachsen sind, sich bei derartigen Aussagen Sorgen um ihre eigene berufliche

Zukunft machen. So ist es aus meiner Sicht wichtig, gerade für diese Menschen Möglichkeiten zu schaffen, mit dieser neuen Arbeitswelt umzugehen. Gleichsam scheint eine Neuorientierung der Berufsausbildung notwendig.

An dieser Stelle erscheint es mir notwendig zu erwähnen, dass Arbeitnehmer:innen und auch Arbeitgeber:innen sich oft besser und schneller an neue (digitale) Technologien und Arbeitsweisen gewöhnen und Ressentiments ablegen, als zuvor (auch von ihnen selbst) angenommen wird. Ein aktuelles Beispiel hierfür liefert das Homeoffice, dass im Zuge der Corona-Pandemie gezwungenermaßen Einzug in den Arbeitsalltag gefunden hat. Die Studien von Grunau et al. aus der Zeit vor Corona [12] und von Frodermann et al. während der Pandemie [10] zeigen, dass diese zuvor von vielen kritisch gesehene und relativ wenig praktizierte Arbeitsweise nun deutlich positiver wahrgenommen wird. Auch wenn einige Bedenken - aus meiner Sicht auch berechtigterweise - weiterhin bestehen, wie etwa die Abgrenzung von Beruf und Privatem, können sich viele Menschen vorstellen, weiterhin zumindest teilweise im Homeoffice zu arbeiten, bzw. dies als Betrieb zuzulassen. Es ist jedoch auch hierbei notwendig, die Arbeitnehmer bereits vorzeitig mit solchen digitalen Technologien vertraut zu machen - auch das hat die Corona-Pandemie in manchen Bereichen offenbart.

4.1 Aus- und Weiterbildung

Ein wichtige Rolle bei dieser Thematik spielen Weiterbildungen. Auch Janssen et al. nennen solche Maßnahmen als wichtigen Baustein im Umgang mit der Digitalisierung der Arbeit:

Um Beschäftigte für den technologischen Wandel zu rüsten, werden (betriebliche) Bildungs- und Qualifizierungsaktivitäten zunehmend wichtiger. Insbesondere gilt es, die Fähig- und Fertigkeiten der Mitarbeiter über das ganze Erwerbsleben hinweg zu schulen, da das Wissen in sich rasant verändernden Arbeitswelten immer schneller veraltet. [14]

Die Autor:innen plädieren also ebenfalls für das notwendige 'lebenslange Lernen'. In ihrer Studie untersuchen sie unter anderem die Weiterbildungsmaßnahmen von Betrieben, die in sogenannte digitale 4.0-Technologien investiert haben, im Vergleich mit solchen, die dies nicht getan haben. Hierbei sind der Weiterbildungsanteil und auch die Kosten dafür bei den 4.0-Betrieben im Durchschnitt deutlich höher. Besonders ausgeprägt ist der Unterschied bei Weiterbildungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien, wobei dies sicherlich - zumindest teilweise - mit den notwendigen Schulungen für die betriebliche 4.0-Technologie zusammenhängt.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass ich Weiterbildungen in digitalen Technologien nicht zwingend als beste oder gar einzige Möglichkeit wahrnehme, den eigenen Job oder Betrieb zu-

kunftssicher zu machen, auch wenn die Digitalisierung in nahezu allen Bereichen der Wirtschaft Einzug hält. Das Erlernen von Fremdsprachen oder sozialen Kompetenzen hat in bestimmten Dienstleistungsbereichen sicherlich ebenbürtige, wenn nicht höhere Bedeutung. Zum Beispiel im Schulungsbereich können Fortbildungen in Didaktik sicherlich großen Einfluss auf die Jobsicherheit und Qualität der Tätigkeit haben. Das Anbieten bzw. Wahrnehmen von Weiterbildungen sollte hierbei für den Einzelfall schlüssig und zukunftsorientiert sein und nicht 'in der Hauptsache digital'.

Nun stellt sich daran anschließend die Frage, ob diese Weiterbildungen auch entsprechend wahrgenommen werden. Hess et al. stellen dabei fest, dass speziell Menschen in Berufen mit hohem Routineanteil weniger an Weiterbildungen teilnehmen als solche mit einem niedrigem Anteil [13]. Auch die Intensität der Weiterbildungen liege bei diesen Arbeitnehmer:innen auf niedrigerem Niveau. Als Gründe nennen die Autor:innen etwa Alter oder Migrationshintergrund, die einen Zugang zu Fortbildungsmöglichkeiten erschweren, vor allem jedoch das oft fehlende Angebot im Betrieb. Da genau für die hier genannten Berufe ein besonders hohes Substituierbarkeitspotential zu erkennen ist, wäre aus meiner Sicht eine staatliche Förderung der Weiterbildung an dieser Stelle sinnvoll.

Bellmann zeigt im Bereich der Weiterbildungen jedoch auch eine positive Entwicklung auf:

Im Vergleich der Jahre 2013 und 2015 war im Linked Personnel Panel ein deutlicher Anstieg der Teilnahme an Weiterbildungskursen (die zumindest teilweise vom Arbeitgeber finanziert wurden) für alle Altersgruppen zu verzeichnen. Vor dem Hintergrund der den Älteren im Vergleich zu den Jüngeren von den Arbeitgebern oftmals attestierten geringeren Lernfähigkeit und -bereitschaft sind diese Ergebnisse als gute Nachricht zu betrachten. [1]

Des Weiteren ist auch eine Veränderung der Berufsausbildungen eine sinnvolle Maßnahme zur Zukunftssicherheit der jeweiligen Berufe. Hier bietet sich eine breitere Grundausbildung an, um später in unterschiedlichen Bereichen des Betriebes arbeiten zu können. Außerdem ist natürlich eine gesteigerte Auseinandersetzung mit Informations- und Kommunikationstechnologien schlüssig. Auch im Bereich der Ausbildungen stellt Janssen et al. hierbei fest, dass Betriebe mit 4.0-Technologien diese Anforderungen schon deutlich besser erfüllen, als solche ohne [14].

Eine Idee meinerseits wäre noch eine staatlich finanzierte 'zweite Berufsausbildung' in zukunftssicheren Berufen für Menschen anzubieten, die in Wirtschaftsbereichen mit besonders hoher Substitution arbeiten, bzw. dort jobsuchend sind. Jobsicherheit und Finanzierung, kombiniert mit dem Erlernen eines neuen Themenbereichs könnte hier aus meiner Sicht heraus motivationsfördernd wirken, einen beruflichen Neuanfang zu wagen und die Schwelle zum Erlernen von Berufen im Informations- und Kommunikationsbereich zu überschreiten.

Auf die Thematik der Digitalisierung in der Schulbildung möchte ich an dieser Stelle nicht eingehen, da diese aus meiner Sicht lediglich eine Vorbereitung auf das Berufsleben darstellt und nicht Teil davon ist. Ein Zusammenhang zu den hier vorgestellten Maßnahmen ist aber sicherlich gegeben.

4.2 Nutzung örtlicher Besonderheiten

Während die bisherigen Maßnahmen eher der persönlichen bzw. betrieblichen Zukunftssicherung gelten, müssen auch die unterschiedlichen Regionen Deutschlands mit angemessenen Maßnahmen auf die Digitalisierung der Arbeit reagieren. Und anders als in der öffentlichen Diskussion wahrzunehmen, bietet ein solch digitaler Wandel auch enorme Möglichkeiten gerade für Regionen mit hohem Anteil potentiell substituierbarer Berufe. So schreiben Dengler et al. zu ebendiesen Substituierbarkeitspotenzialen:

Es zeigt vielmehr auf, in welchen Branchen und Berufen in den Bundesländern technologische Potenziale schlummern und welcher Anpassungsbedarf sich daraus ergibt. Die Frage zu beantworten, ob und wie diese Potenziale genutzt werden, ist aber eine gesellschaftliche Aufgabe. Denn nicht alleine die digitalen Technologien geben vor, wie die Arbeitswelt der Zukunft aussehen soll. Regionalisierte Digitalisierungsstrategien können dabei helfen, die für das jeweilige Bundesland spezifischen Herausforderungen und Potenziale zu bestimmen, und innovative Lösungen für die Gestaltung der digitalen Zukunft zu entwickeln. [9]

Um ebendiese 'innovativen Lösungen' entwickeln zu können, bedarf es zunächst einer genauen Analyse der jeweiligen Region, zum Beispiel hinsichtlich der Branchenstruktur, vorhandenem (Expert:innen-)Wissen und Infrastruktur, geographischen oder bevölkerungstechnischen Besonderheiten und weiteren Aspekten. Anschließend kann die regionale Wirtschaft und auch der Arbeitsmarkt gezielter durch etwa entsprechende (digitale) Infrastruktur oder Aus- und Weiterbildung in den für die Region passenden Berufen gefördert werden. Da eine solche regionale digitale Wirtschaft auch entsprechender Expert:innen bedarf, wäre auch ein dafür passendes Studienangebot an den Universitäten und Hochschulen schlüssig.

Ein solches Digitalisierungskonzept in regionalem Maßstab halte auch ich persönlich für sehr zukunftssicher. Nur so können vorhandene Stärken gerade konjunkturschwacher Regionen optimal genutzt werden und auch ebendiese von der Digitalisierung profitieren. Eine (auch historisch) gewachsene regionale Schwerpunktsetzung und die Weiterbeschäftigung vorhandener Arbeitskräfte durch passende Weiterbildungsmaßnahmen könnten zudem zur Verhinderung etwaiger gesellschaftlicher Verwerfungen beitragen.

5 Globale Auswirkungen der Digitalisierung der Arbeit - ein kurzer Exkurs

Wie bisher aufgezeigt kann für den deutschen Arbeitsmarkt trotz starker Fluktuation und Veränderung der einzelnen Berufsbilder und Branchen dauerhaft kein signifikanter Verlust bei der Gesamtanzahl der Arbeitsplätze festgestellt werden. Zwar gibt es einen minimalen Rückgang in strukturschwächeren Regionen, jedoch ist auch dieser mit z.B. 0,3% in den ostdeutschen Bundesländern noch sehr gering. Nun ist nicht erst seit dem Aufkommen des 'Outsourcing' in den 90er und 2000er Jahren bekannt, dass der deutsche Arbeitsmarkt kein nach außen abgeschlossener Bereich ist. Wie sieht also der Einfluss der Digitalisierung auf dem globalen Arbeitsmarkt aus? Für die Industrienationen insgesamt kann hierbei ein ähnliches Bild wie für Deutschland gezeichnet werden, in den Schwellenländern sind die Verwerfungen jedoch deutlich gravierender:

The magnitude at a global level increases to -0.209 that implies a negative impact on overall employment in the relevant sectors over 2005-2014 of 5 per cent. For developed countries we get a negative effect on employment of 0.43 per cent, while for emerging economies our estimates point to a robots-driven reduction of employment of more than 11 per cent. [5]

Zu diesem Ergebnis kommen Carbonero et al. in ihrer Untersuchung, die die Auswirkungen auf den weltweiten Arbeitsmarkt durch den zunehmenden Einsatz von Industrierobotern in den Jahren 2005 bis 2014 untersucht. Zwar können sie hierbei auch gegenläufig ein leichtes Wachstum in anderen nicht von der Robotisierung betroffenen Wirtschaftssektoren feststellen, der Verlust von 11% der Arbeitsplätze in der Produktion ist aber dennoch enorm. Zusätzlich wird von den Autoren festgestellt, dass das Outsourcing in der Produktion mit zunehmendem Einsatz von Industrierobotern rückläufig ist.

Überraschend ist der prinzipielle Verlust von Arbeitsplätzen in der Produktion nicht - nur vielleicht in der Höhe. Auch in Deutschland kann diese Tendenz in der 'direkten' Produktion beobachtet werden, diese kann aber wegen des z.B. relativ hohen Bildungsstandards durch Veränderung von Berufsbildern und Umschulungen aufgefangen werden.

Diese Betrachtung kann natürlich nur einen sehr kleinen Ausschnitt der äußerst komplexen Vorgänge im weltweiten Arbeitsmarkt darstellen, doch möchte ich mich hinsichtlich der Digitalisierung und Automatisierung dem Fazit von Carbonero et al. anschließen:

All in all, it signals that if there are concerns about automation, and robots in particular, these should first and foremost address to low-income countries. This is in line with the alarms of the World Bank regarding the share of occupations subject to automation in middle- and low- income countries. [5]

6 Schlussbemerkung - der Anfang einer neuen Arbeit?

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Ende menschlicher Arbeit durch autonome Maschinen und Programme zumindest in absehbarer Zeit nicht zu erahnen ist. Und so sind auch 'Lösungen' wie das bedingungslose Grundeinkommen nicht als direkte Konsequenz daraus ableitbar, auch wenn ich persönlich die Ziele - eine größere soziale Gerechtigkeit und gesteigerte persönliche Freiheit - als durchaus erstrebenswert erachte. Nichtsdestoweniger wird die Digitalisierung weiterhin große Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt auslösen - in einigen Regionen der Welt noch deutlich mehr als in Deutschland - und sowohl politische Machthaber:innen als auch wir als Gesellschaft müssen rechtzeitig Maßnahmen ergreifen, damit umzugehen. Wobei eine Auswahl an Möglichkeiten hier an früherer Stelle schon vorgestellt wurde.

Wohin führt uns nun die Digitalisierung der Arbeit? Werden wir durch sie bald eine neue, bessere Art des Arbeitens erreichen? Aus meiner Sicht sind diese Fragen noch nicht abschließend zu beantworten und auch das eigentliche Ziel (abseits von 'Wirtschaftswachstum') ist nicht klar erkennbar. Daher halte ich eine gesamtgesellschaftliche Diskussion darüber, wofür digitale Technologien in Wirtschaft und Arbeitswelt genutzt werden können und sollten und auch die Fragestellung, was wir uns von diesen technischen Errungenschaften erhoffen, für dringend erforderlich. Und auch wir als Informatiker:innen sollten uns von Zeit zu Zeit fragen, was wir mit unserer Tätigkeit gesellschaftlich bezwecken wollen - und nicht nur etwas zu entwickeln, weil es technisch möglich ist.

Denn, dass technischer Fortschritt auch in Zeiten von 'alternativlosem' Wirtschaften gesellschaftlichen Entscheidungen unterliegen kann, zeigt der folgende Kommentar des Philosophen Nida-Rümelin:

Auch heute herrscht der Glaube vor, dass der technische Fortschritt eine Eigendynamik habe, die man kaum steuern könne. Das ist komplett falsch. Nehmen Sie das Beispiel der Kerntechnik. Man kann mit der Atombombe die Menschheit vernichten oder mit der Kernfusion Energieprobleme lösen. Wir haben uns in den 60er-Jahren bewusst entschieden, diese fortschrittlichste Technologie friedlich zu nutzen. Und heute bauen wir Windräder wie im Mittelalter. Es gibt also keinen Automatismus der technischen Dynamik. [15]

Literatur

- [1] Lutz Bellmann. Chancen und Risiken der Digitalisierung für ältere Produktionsarbeiter. *IAB Forschungsbericht*, Nummer 15, 2017.

- [2] Oliver Bendel. Digitalisierung. *Gabler Wirtschaftslexikon*, <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/digitalisierung-54195> [Stand 28.08.2021], 2021.
- [3] Nandita Bose. Amazon dismisses idea automation will eliminate all its warehouse jobs soon. *Reuters*, <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-warehouse/amazon-dismisses-idea-automation-will-eliminate-all-its-warehouse-jobs-soon-idUSKCN1S74B9> [Stand 28.08.2021], 2019.
- [4] Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Aktualisierte BMAS-Prognose „Digitalisierte Arbeitswelt“. *Forschungsbericht*, Nummer 526/3, 2021.
- [5] Francesco Carbonero, Ekkehard Ernst, Enzo Weber. Robots Worldwide: The Impact of Automation on Employment and Trade. *IAB-Discussion Paper*, Nummer 7, 2020.
- [6] Catherine Clifford. Google CEO: A.I. is more important than fire or electricity. *CNBC*, <https://www.cnbc.com/2018/02/01/google-ceo-sundar-pichai-ai-is-more-important-than-fire-electricity.html> [Stand 30.08.2021], 2018.
- [7] Wolfgang Dauth, Sebastian Findeisen, Jens Südekum, Nicole Wößner. German robots – the impact of industrial robots on workers. *IAB-Discussion Paper*, Nummer 30, 2017.
- [8] Katharina Dengler, Britta Matthes. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. *IAB Kurzbericht*, Nummer 4, 2018.
- [9] Katharina Dengler, Britta Matthes, Gabriele Wydra-Somaggio. Digitalisierung in den Bundesländern: Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale. *IAB Kurzbericht*, Nummer 22, 2018.
- [10] Corinna Frodermann, Philipp Grunau, Georg-Christoph Haas, Dana Müller. Homeoffice in Zeiten von Corona: Nutzung, Hindernisse und Zukunftswünsche. *IAB Kurzbericht*, Nummer 5, 2021.
- [11] Hermann Gartner, Heiko Stüber. Strukturwandel am Arbeitsmarkt seit den 70er Jahren: Arbeitsplatzverluste werden durch neue Arbeitsplätze immer wieder ausgeglichen. *IAB Kurzbericht*, Nummer 13, 2019.
- [12] Philipp Grunau, Kevin Ruf, Susanne Steffes, Stefanie Wolter. Mobile Arbeitsformen aus Sicht von Betrieben und Beschäftigten: Homeoffice bietet Vorteile, hat aber auch Tücken. *IAB Kurzbericht*, Nummer 11, 2019.

- [13] Pascal Heß, Simon Janssen, Ute Leber. Digitalisierung und berufliche Weiterbildung: Beschäftigte, deren Tätigkeiten durch Technologien ersetzbar sind, bilden sich seltener weiter. *IAB Kurzbericht*, Nummer 16, 2019.
- [14] Simon Janssen, Ute Leber, Melanie Arntz, Terry Gregory, Ulrich Zierahn. Betriebe und Arbeitswelt 4.0: Mit Investitionen in die Digitalisierung steigt auch die Weiterbildung. *IAB Kurzbericht*, Nummer 26, 2018.
- [15] Moritz Koch, Torsten Riecke. „Gegen die Industrialisierung ist die Digitalisierung Pipifax“: Die Autoren von „Digitaler Humanismus“, Julian Nida-Rümelin und Nathalie Weidenfeld, über KI, Roboter – und warum Deutschland noch nicht verloren ist. *Handelsblatt*, https://www.handelsblatt.com/arts_und_style/literatur/wirtschaftsbuchpreis/deutscher-wirtschaftsbuchpreis-gegen-die-industrialisierung-ist-die-digitalisierung-pipifax/22965832.html?ticket=ST-2702521-1LH6by19WnLz6Qdr26FJ-ap6 [Stand 31.08.2021], 2018.
- [16] Hendrik Munsberg. Das Grundeinkommen ist ein Risiko - für alle. *Süddeutsche Zeitung*, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/grundeinkommen-experiment-folgen-1.5003741> [Stand 28.08.2021], 2020.
- [17] Jeremy Rifkin. *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. G. P. Putnam's Sons, 1995.
- [18] Stiftung Grundeinkommen. So denken Deutschlands Parteien über das Grundeinkommen. *Stiftung Grundeinkommen*, <https://www.stiftung-grundeinkommen.de/position-parteien-deutschland-grundeinkommen/> [Stand 28.08.2021], 2019.
- [19] Gerd Zika, Robert Helmrich, Tobias Maier, Enzo Weber, Marc I. Wolter. Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. *IAB Kurzbericht*, Nummer 9, 2018.