

Matthes, Britta; Dauth, Wolfgang; Dengler, Katharina; Gartner, Hermann; Zika, Gerd

Research Report

Digitalisierung der Arbeitswelt: Bisherige Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung. Beantwortung des Fragenkatalogs zur Anhörung der Enquete-Kommission "Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt" des Deutschen Bundestags am 11. Februar 2019

IAB-Stellungnahme, No. 11/2019

Provided in Cooperation with:

Institute for Employment Research (IAB)

Suggested Citation: Matthes, Britta; Dauth, Wolfgang; Dengler, Katharina; Gartner, Hermann; Zika, Gerd (2019) : Digitalisierung der Arbeitswelt: Bisherige Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung. Beantwortung des Fragenkatalogs zur Anhörung der Enquete-Kommission "Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt" des Deutschen Bundestags am 11. Februar 2019, IAB-Stellungnahme, No. 11/2019, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/207551>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



INSTITUT FÜR ARBEITSMARKT- UND
BERUFSFORSCHUNG
Die Forschungseinrichtung der Bundesagentur für Arbeit

IAB-STELLUNGNAHME

Ausgewählte Beratungsergebnisse des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

11|2019 Digitalisierung der Arbeitswelt: Bisherige Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung

Britta Matthes, Wolfgang Dauth, Katharina Dengler, Hermann Gartner, Gerd Zika

Beantwortung des Fragenkatalogs zur Anhörung der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ des Deutschen Bundestags am 11. Februar 2019

Digitalisierung der Arbeitswelt: Bisherige Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung

Britta Matthes, Wolfgang Dauth, Katharina Dengler, Hermann Gartner, Gerd Zika

Mit der Publikation von Stellungnahmen zu öffentlichen Anhörungen der parlamentarischen Gremien des Bundes und der Länder oder zu aktuellen, zentralen Themen der Arbeitsmarktpolitik will das IAB der Fachöffentlichkeit und der externen Wissenschaft einen Einblick in seine wissenschaftliche Politikberatung geben.

IAB intends to give professional circles and external researchers an insight into its scientific policy advisory services by publishing comments on the public hearings of parliamentary committees of the Federal Government and the Federal States and on current central topics of labour market policy.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
Abstract.....	4
1 Vorbemerkung.....	6
2 Welche Folgen hatte der technologische Wandel in der Vergangenheit?	6
2.1 Verhältnis beendeter und neu geschlossener Arbeitsverträge	6
2.2 Substitutierbarkeitspotenziale.....	7
2.3 Substitutions- und Produktivitätseffekt	12
2.4 Beschäftigungsfolgen des Einsatzes von Industrierobotern.....	14
3 Welche Folgen der Digitalisierung werden für die Zukunft erwartet?	16
4 Herausforderungen für das Aus- und Weiterbildungssystem.....	19
4.1 Veränderte Arbeits- und Beschäftigungsformen	19
4.2 Bisherige Reaktionen des Aus- und Weiterbildungssystems auf technologische Entwicklung.....	19
4.3 Fachkräftepotenziale heben.....	21
4.4 Veränderte Anforderungen der zukünftigen Arbeitswelt	22
5 Fazit und Zusammenfassung	23
Literatur	24

Zusammenfassung

Die Stellungnahme beinhaltet die Antworten des IAB zum Fragenkatalog aller Fraktionen im Rahmen der Anhörung der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ des Deutschen Bundestags am 11. Februar 2019. Das IAB berichtet über die durch die Digitalisierung bisher hervorgerufenen Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung.

Die Autorinnen und Autoren bilanzieren, dass es keine Hinweise darauf gibt, dass der technologische Fortschritt zu weniger Beschäftigung führt. Allerdings ist es durch die technologischen Entwicklungen zu Strukturverschiebungen zwischen Branchen und Berufen gekommen, was auch weiterhin für die Zukunft erwartet werden kann. Durch die Digitalisierung ergeben sich nicht nur Substituierbarkeits-, sondern auch Produktivitäts- und Inklusionspotenziale.

Sie raten zu einer Reduzierung der Zahl der dualen Ausbildungsberufe, weil mit zu starker berufsfachlicher Spezialisierung Erwerbsrisiken verbunden sind. Zur Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt, empfehlen sie, die Berufsschulen, überbetriebliche Ausbildungseinrichtungen oder durch Ausbildungsverbünde/-konsortien organisierte Technologiezentren zu zentralen Orten der Wissensvermittlung über die Digitalisierung der Arbeitswelt zu machen. Damit sich Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote besser inhaltlich festlegen lassen, sollten neue Verfahren entwickelt werden, mit denen die in den Berufen, Branchen und Regionen erforderlichen Kompetenzprofile beschrieben werden können. Hilfreich wären außerdem eine engere Verzahnung von Technologieentwicklern und den für Ausbildung und Qualifizierung zuständigen Akteuren sowie eine systematische Begleitung von Technologieforschungsförderung.

Abstract

The statement contains IAB's answers to the questionnaire of all parliamentary groups at the hearing of the Enquete Commission "Vocational Education and Training in the Digital World of Work" of the German Bundestag on 11 February 2019. IAB reports on the changes and consequences for the labour market, training and qualification caused by digitalisation so far.

The authors conclude that there is no evidence that technological progress leads to less employment. However, technological developments have led to structural shifts between sectors and occupations, which can be expected to continue in the future. Digitalisation not only offers potential for substitution, but also for productivity and inclusion.

They advise a reduction in the number of dual training occupations, because overly specialised occupations are associated with employment risks. In order to cope with the future challenges of a digitalised world of work, they recommend that vocational schools, over-the-job training facilities or technology centres organised by training alliances/consortia become central places for im-

parting knowledge about the digitalisation of the world of work. New methods should be developed to describe the competence profiles required in occupations, sectors and regions so that the content of qualification and further training programmes can be better defined. It would also be helpful to have closer links between technology developers and the actors responsible for training and qualification, as well as systematic support for technology research funding.

1 Vorbemerkung

Die im Juni 2018 vom Deutschen Bundestag eingesetzte Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ hat den Auftrag, die Entwicklungsperspektiven der beruflichen Aus- und Weiterbildung in der künftigen Arbeitswelt zu analysieren, die ökonomischen und sozialen Potenziale einer Modernisierung zu prüfen und daraus für die Politik konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten.

In der siebten Sitzung des Gremiums unter Vorsitz von Dr. Stefan Kaufmann (CDU/CSU) war das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) aufgefordert, über die durch die Digitalisierung bisher hervorgerufenen Veränderungen und Folgen für Arbeitsmarkt, Ausbildung und Qualifizierung zu berichten. Die Einschätzungen des IAB dazu waren Thema der öffentlichen Anhörung in der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ am 11. Februar 2019, bei der Dr. Britta Matthes entsprechende Ergebnisse berichtete und auf weiterführende Fragen der Abgeordneten und Sachverständigen antwortete. Diese IAB-Stellungnahme enthält die schriftliche Beantwortung des Fragenkatalogs aller Fraktionen ([Kommissionsdrucksache 19\(28\)27](#)) zur Anhörung.

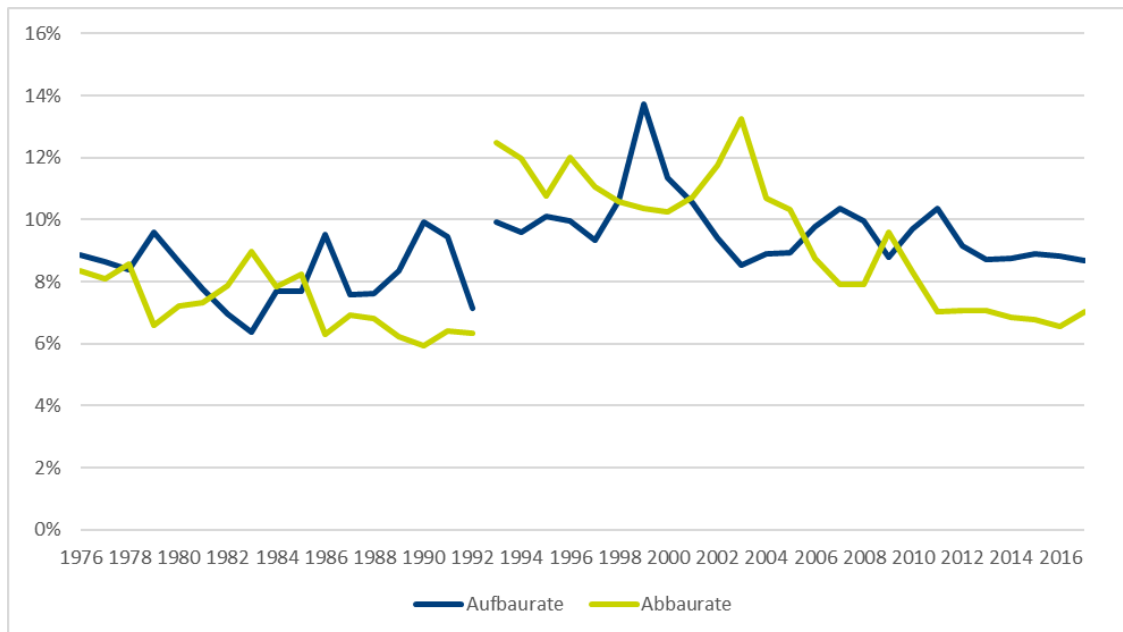
2 Welche Folgen hatte der technologische Wandel in der Vergangenheit?

2.1 Verhältnis beendeter und neu geschlossener Arbeitsverträge

Das Phänomen, dass Arbeitsplätze durch technologische Veränderungen verschwinden, gibt es schon lange. Festgestellt wird dabei aber auch immer, dass gleichzeitig neue Arbeitsplätze geschaffen wurden. Diese Umschichtung auf dem Arbeitsmarkt ist eine Begleiterscheinung der wachsenden Produktivität einer Volkswirtschaft. So ist nach einer Studie von Lenz und Mortensen (2008) für die USA über die Hälfte des Wirtschaftswachstums darauf zurückzuführen, dass produktive Betriebe wachsen und weniger produktive schrumpfen oder verschwinden.

Einen Eindruck davon, wie sich diese Umschichtungen in Deutschland seit 1976 vollzogen haben, kann man gewinnen, wenn man das Verhältnis von – aus welchen Gründen auch immer – entstehenden und verschwindenden Arbeitsplätzen betrachtet. In Abbildung 1 zeigt die grüne Linie den Anteil der Arbeitsplätze, die in einem Jahr abgebaut wurden; die blaue Linie den Anteil der Arbeitsplätze, die aufgebaut wurden (jeweils bezogen auf den Bestand an Arbeitsplätzen). Arbeitsplatzaufbau heißt dabei, dass ein Betrieb am 30. Juni eines Jahres mehr Mitarbeiter hat als am 30. Juni des Vorjahres, der Betrieb also gewachsen ist. Arbeitsplatzabbau heißt entsprechend, dass weniger Personen in einem Betrieb arbeiten.

Abbildung 1: Rate der auf- und abgebauten Arbeitsplätze



Eigene Berechnungen auf Grundlage des Betriebs-Historik-Panel. Raten für Voll- und Teilzeitbeschäftigte (in Köpfen), geringfügig Beschäftigte sind nicht berücksichtigt. Änderungen in Prozent, bezogen auf die durchschnittliche Beschäftigung der beiden zugrunde liegenden Jahre. Bis 1992 nur Westdeutschland.

Im Durchschnitt seit 1993 gilt: Von 100 Arbeitsplätzen, die am 30. Juni eines Jahres bestanden, sind ein Jahr später fast 10 Arbeitsplätze (genauer: 9,5) weggefallen. Gleichzeitig haben andere Betriebe ähnlich viel Beschäftigung (9,7) aufgebaut. Im Durchschnitt wird der Arbeitsplatzbestand also etwa alle 10 Jahre komplett umgeschlagen. Das gilt natürlich nicht für jeden einzelnen Arbeitsplatz, da sich hinter dem Durchschnitt große Unterschiede verbergen: Viele Arbeitsplätze bestehen weniger als ein Jahr, während andere Jahrzehnte überdauern. Insgesamt zeigt sich, dass in der langen Frist der Arbeitsplatzabbau in bestimmten Betrieben durch Arbeitsplatzaufbau in anderen Betrieben kompensiert wurde.

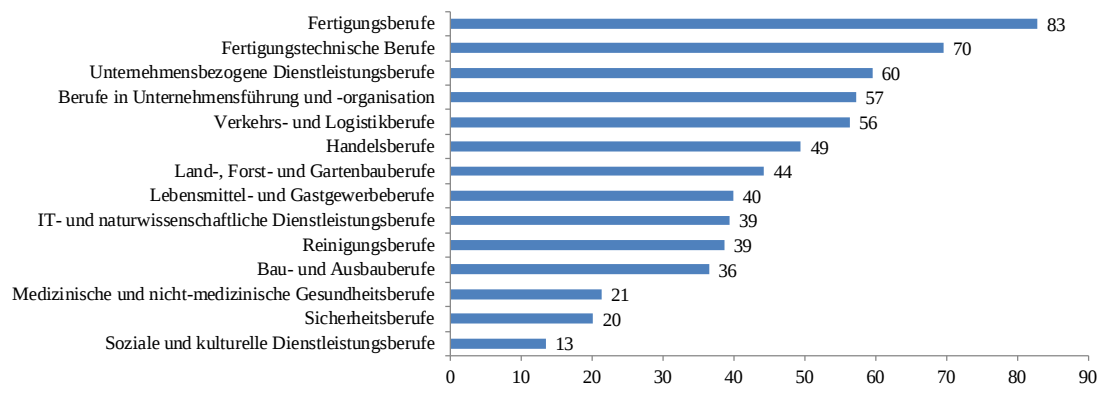
2.2 Substituierbarkeitspotenziale

Das zentrale Argument, warum der technologische Fortschritt zu einem erheblichen Anstieg der Arbeitslosigkeit führen könnte, beruht auf der Beobachtung, dass immer mehr der (bislang von Menschen erledigten) Tätigkeiten substituiert, also von Computern und computergesteuerten Maschinen ausgeführt werden könnten. Um dieses Substituierbarkeitspotenzial zu beschreiben, hat das IAB für alle Berufe auf der Basis von Daten aus der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (BA) den Anteil an Tätigkeiten ermittelt, der für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2013 (Dengler/Matthes 2015a, 2015b) und 2016 (Dengler/Matthes 2018b) von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnte. Grundlegende Annahme

ist, dass durch die Digitalisierung nicht alle Tätigkeiten (Tasks) gleichermaßen substituiert werden, sondern vor allem „Routinetätigkeiten“.¹

Damit gibt das Substituierbarkeitspotenzial Hinweise darauf, welche Berufe, Branchen und Regionen wie stark von den technologischen Veränderungen betroffen sein könnten und wo ein entsprechender Bedarf an Nachqualifizierung, aber auch Umschulung und Weiterbildung besteht. Es würde den Rahmen sprengen, die Substituierbarkeitspotenziale für alle Berufe darzustellen. Deshalb stellen wir ein Online-Tool zur Verfügung, in dem sowohl über die Substituierbarkeitspotenziale in den Berufen, über die Tätigkeitskomposition in den jeweiligen Berufen (und den aus einer spezifischen Tätigkeitskomposition resultierenden Substituierbarkeitspotenziale) als auch über die Beschäftigten- und Lohnentwicklung Auskunft gegeben wird (<https://job-futuromat.iab.de/>). Für einen Überblick werden darüber hinaus im Folgenden die Substituierbarkeitspotenziale nach 14 Berufssegmenten² für das Jahr 2016 berichtet (Dengler/Matthes 2018a). Abbildung 2 zeigt, dass vor allem fünf Berufssegmente ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Fertigungsberufe und fertigungstechnische Berufe weisen mit 83 beziehungsweise 70 Prozent die höchsten Substituierbarkeitspotenziale auf. Danach folgen unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe (wie Versicherungs- und Finanzdienstleistungen, Dienstleistungen im Rechnungswesen oder Controlling, in der Steuerberatung, Rechtsberatung oder öffentlichen Verwaltung) mit 60 Prozent, die Berufe in Unternehmensführung und -organisation mit 57 Prozent sowie die Verkehrs- und Logistikberufe mit 56 Prozent.

Abbildung 2: Substituierbarkeitspotenziale nach Berufssegmenten für das Jahr 2016 (in Prozent)



Quelle: Dengler/Matthes (2018b), BERUFENET (2016).

Alle anderen Berufssegmente haben ein Substituierbarkeitspotenzial von unter 50 Prozent. Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe weisen dabei das niedrigste Substituierbarkeitspotenzial

¹ Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass hier mit dem Begriff „Routine“ nicht ein zur Gewohnheit gewordenes, quasi unterbewusst ablaufendes Tun (Pfeiffer/Suphan 2015), sondern die Programmierbarkeit gemeint ist – also inwiefern die Erledigung einer klar definierten Tätigkeit mithilfe (einer Folge) expliziter Regeln beschreiben werden kann (z. B. Autor/Levy/Murnane 2003).

² Da es eine Vielzahl von Berufsbezeichnungen gibt (in Deutschland ca. 30.000), müssen sie, um einen guten thematischen Überblick und eine nutzerfreundliche Handhabung gewährleisten zu können, zusammengefasst werden. Die Berufssegmente sind geschaffen worden, um eine ausreichend tiefe berufsfachliche Differenzierung mit möglichst wenigen Gliederungseinheiten zu gewährleisten. Sie fassen die Berufshauptgruppen der Klassifikation der Berufe 2010 anhand ihrer Berufsfachlichkeit, d. h. der Übereinstimmung der Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse zwischen den Berufen, zusammen und sind damit in der Lage, intern homogene, berufsfachliche Teilarbeitsmärkte abzugrenzen (Matthes/Meinken/Neuhauser 2015).

auf. Dies ist gut vorstellbar, da Tätigkeiten wie Kinder erziehen oder unterrichten, aber auch kreative Tätigkeiten nur schwer von Computern ausgeübt werden können. Auch die medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufe können nur zu einem geringen Teil von Computern oder computergesteuerten Maschinen übernommen werden.

Um zu beschreiben, welche Beschäftigten künftig am stärksten von der Digitalisierung betroffen sein könnten, haben Dengler und Matthes (2018b, 2015a, 2015b) die beruflichen Substituierbarkeitspotenziale auch auf die regionale oder branchenspezifische Beschäftigungsstruktur in Deutschland übertragen. Hierzu wird der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial – also Berufen, in denen über 70 Prozent der Tätigkeiten potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten – berechnet.

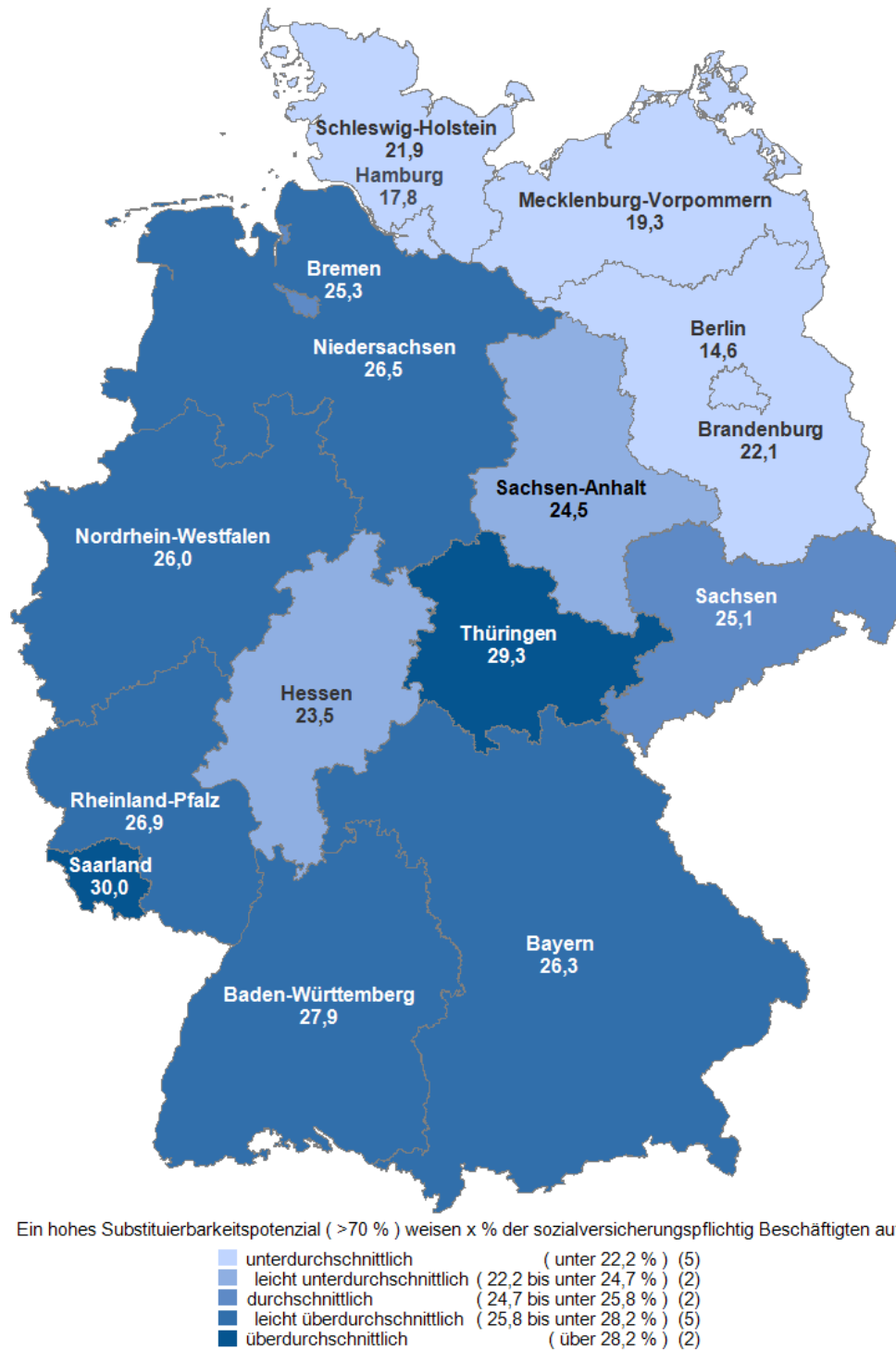
Abbildung 3 zeigt die Unterschiede für die Bundesländer in Deutschland auf. Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial gearbeitet haben, variiert im Jahr 2016 zwischen knapp 15 Prozent in Berlin und etwa 30 Prozent im Saarland (Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio 2018). Neben Berlin haben auch Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Brandenburg einen geringen Anteil von Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Etwas höher, aber immer noch gering ist dieser Anteil in Sachsen-Anhalt und Hessen. Sachsen und Bremen liegen nahe beim bundesdeutschen Durchschnitt von 25 Prozent. Nordrhein-Westfalen, Bayern, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz haben einen hohen Anteil von Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial, während Baden-Württemberg, Saarland und Thüringen den höchsten Anteil dieser Beschäftigten aufweisen.

Für die Unterschiede zwischen den Bundesländern spielt unter anderem die historisch gewachsene Branchenstruktur eine wichtige Rolle. In Deutschland sind 21,5 Prozent der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe tätig, wovon 53,7 Prozent in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten (vgl. Abbildung 4). Mit 14,2 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist das Gesundheits- und Sozialwesen die zweitgrößte Branche in Deutschland, wovon nur 5,4 Prozent in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten.

Den höchsten Anteil an Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial findet man im Verarbeitenden Gewerbe (53,7 Prozent), gefolgt vom Bergbau (48,2 Prozent) sowie den Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (47,9 Prozent). Während aber im Verarbeitenden Gewerbe sehr viele Beschäftigte tätig sind (21,5 Prozent), sind im Bergbau sowie in den Finanz- und Versicherungsdienstleistungen insgesamt relativ wenige Beschäftigte tätig, sodass ihre Bedeutung für die Unterschiede zwischen den regionalen Substituierbarkeitspotenzialen weniger ins Gewicht fällt.

Abbildung 3: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial nach Bundesländern, 2016

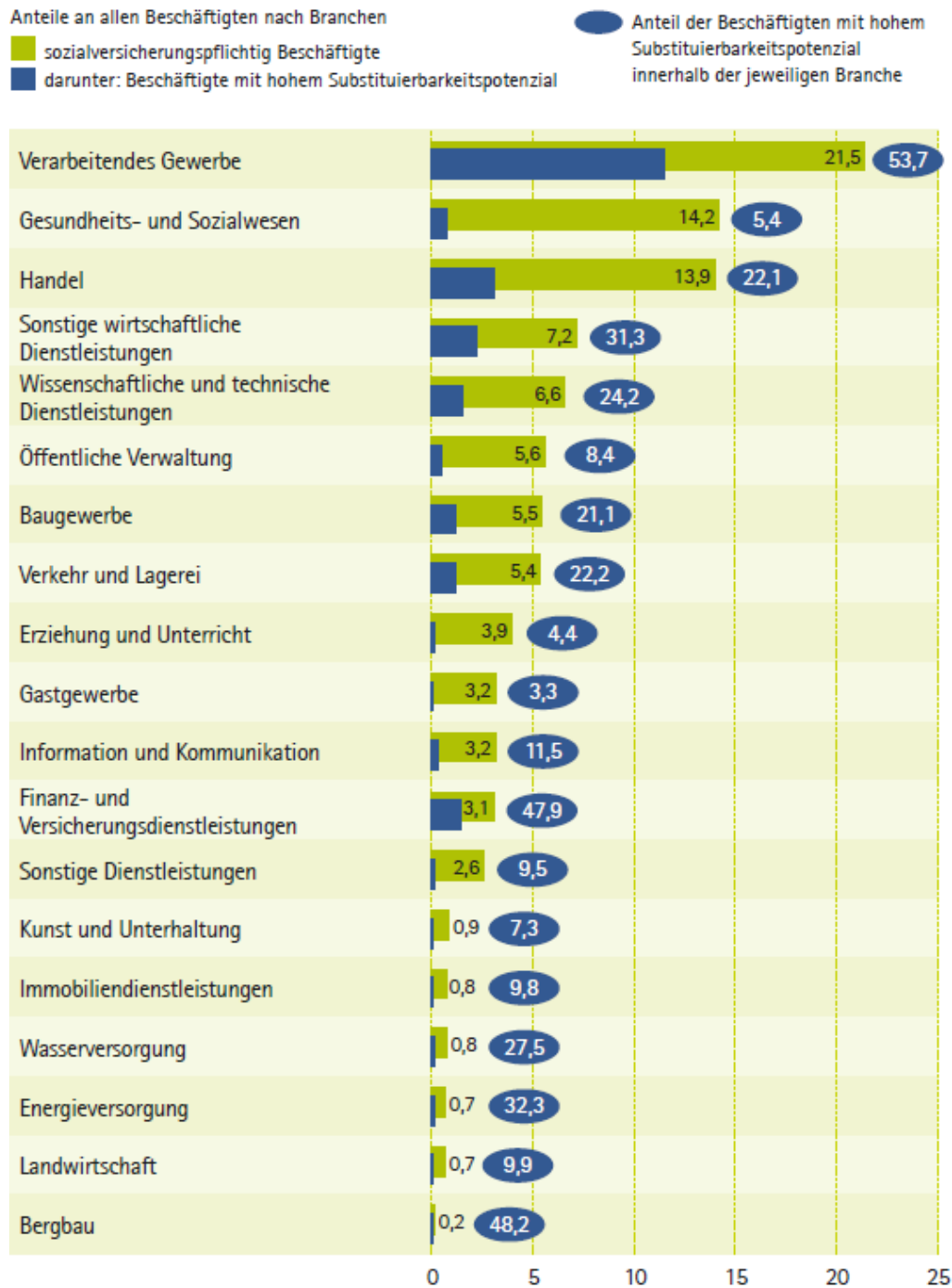
Anteile in Prozent



Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2018b), BERUFENET (2016).

Abbildung 4: Substituierbarkeitspotenziale nach Branchen 2016

Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten einer Branche an allen Beschäftigten (Sortierkriterium) und Anteil der Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (> 70 %) an allen Beschäftigten sowie innerhalb der Branchen, in Prozent



Quelle: Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio (2018).

Wichtig ist aber, dass die unterschiedlichen Substituierbarkeitspotenziale in den Bundesländern nicht nur mit der dortigen Branchenstruktur in Zusammenhang gebracht werden können, sondern dass sich auch die berufliche Zusammensetzung der Beschäftigten innerhalb einer Branche in den verschiedenen Bundesländern unterscheidet. So sind 44,6 Prozent der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Berlin in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig, während es im Saarland 63,9 Prozent sind. Das vergleichsweise niedrige Substituierbarkeitspotenzial in Berlin

kommt also nicht nur dadurch zustande, dass es dort relativ wenige Beschäftigte im Verarbeitenden Gewerbe gibt, sondern auch dadurch, dass die in Berlin im Verarbeitenden Gewerbe Beschäftigten seltener in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten (Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio 2018).

2.3 Substitutions- und Produktivitätseffekt

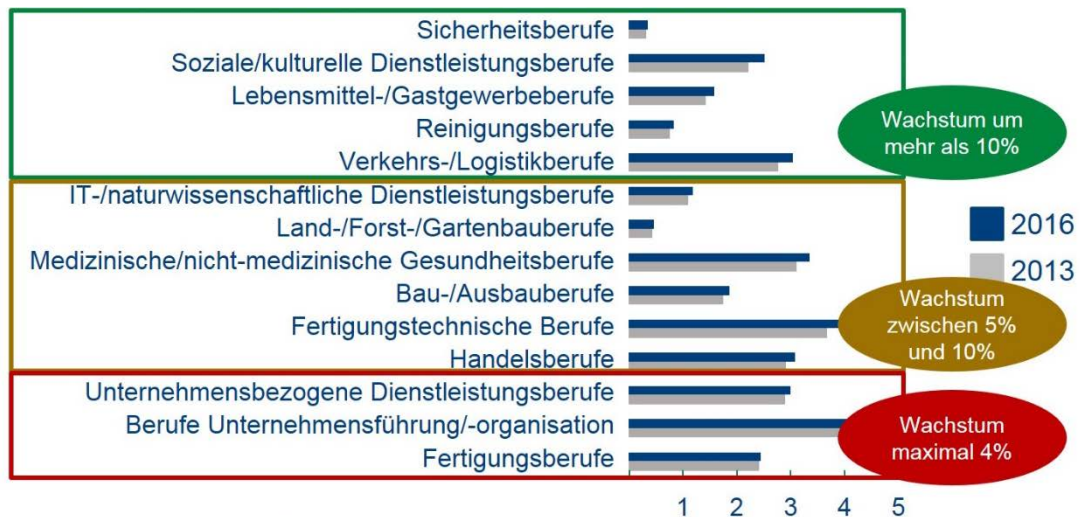
Dass eine Tätigkeit als substituierbar eingestuft ist, heißt nicht, dass sie zukünftig nur noch von Computern und computergesteuerten Maschinen erledigt wird. Das Substituierbarkeitspotenzial sagt lediglich etwas über die technische Machbarkeit aus. Ob dieses Potenzial überhaupt ausgeschöpft wird, hängt auch von einer Reihe anderer Aspekte ab. Unter anderem wird es – wenn die Qualität der vom Menschen produzierten Waren höher ist als die Qualität der von einer Maschine produzierten Waren – Kunden geben, die bereit sind, einen höheren Preis für die bessere Qualität zu zahlen, sodass die entsprechenden Tätigkeiten trotz hoher Substituierbarkeitspotenziale eher nicht substituiert werden. Auch in Fällen, in denen Kunden einem handgefertigten Produkt eine größere Wertschätzung entgegenbringen – also lieber Brötchen in der Handwerksbäckerei kaufen als im Backshop –, wird es weiterhin Betriebe geben, die handwerklich produzieren. Darüber hinaus lohnt es sich für einen Unternehmer nicht zu substituieren, wenn eine Maschine – um Produkte oder Dienstleistungen in der gleichen Qualität und Menge herzustellen – teurer ist als die menschliche Arbeit. Und solange rechtliche Rahmenbedingungen verhindern, dass Maschinen zur Erledigung bestimmter Tätigkeiten eingesetzt werden dürfen, wird ebenfalls nicht substituiert. Darüber hinaus müssen auch ethische Probleme gelöst werden, bevor bestimmte Tätigkeiten substituiert werden dürfen.

Um einen ersten Eindruck zu gewinnen, inwiefern vorhandene Substituierbarkeitspotenziale realisiert wurden, zeigt Abbildung 5 das Beschäftigungswachstum zwischen 2013 und 2016 in den Berufssegmenten. Man kann generell erkennen, dass die Beschäftigung in den Berufssegmenten mit höheren Substituierbarkeitspotenzialen zwischen 2013 und 2016 auch weniger stark gewachsen ist. So fällt das Beschäftigungswachstum in den Fertigungsberufen (mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 83 Prozent), den Berufen der Unternehmensführung/-organisation (mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 57 Prozent) oder den unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen (mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 60 Prozent) unterdurchschnittlich aus. Ausnahmen davon stellen die fertigungstechnischen Berufe (mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 70 Prozent) und die Verkehrs- und Logistikberufe (mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 56 Prozent) dar, in denen – trotz relativ hohen Substituierbarkeitspotenzials – die Beschäftigung stärker wuchs. Hingegen steigt die Beschäftigung in den Berufssegmenten mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial mit am meisten.

Bei Abbildung 5 handelt es sich um eine stark vereinfachte Darstellung. Um dem Zusammenhang zwischen Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitspotenzialen auf den Grund zu gehen, ist eine detaillierte Analyse erforderlich, in der eine Reihe anderer das Beschäftigungswachstum beeinflussender Aspekte Berücksichtigung finden müssen. Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitspotenzialen über alle Berufssegmente hinweg unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Qualifikation, Nationalität, Arbeitszeit, Region (West-/Ostdeutschland), Regionaltyp, Betriebsgröße, befristeter/unbefristeter Vertrag und

Branche, so zeigt sich ein signifikant negativer Zusammenhang: Steigt das Substituierbarkeitspotenzial um 10 Prozentpunkte, wächst die Beschäftigung um etwa 0,75 Prozentpunkte weniger (Dengler/Matthes 2018a).

Abbildung 5: Beschäftigungswachstum zwischen 2013 und 2016 nach Berufssegmenten



Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2015a, b; 2018b), Statistik der Bundesagentur für Arbeit (31.12.2013, 31.12.2016).

Insgesamt bleibt zu betonen, dass das Substituierbarkeitspotenzial nicht als Vorhersage für mögliche Beschäftigungsverluste missverstanden werden darf. Hohe Substituierbarkeitspotenziale bedeuten nicht unbedingt, dass mit starken Arbeitsplatzverlusten zu rechnen ist. Der Einsatz von neuen Technologien ist nicht einzig dadurch bestimmt, was technisch machbar ist. Tatsächlich hängen die Investitionen in neue Technologien insbesondere von betriebswirtschaftlichen Erwägungen ab. So ist es beispielsweise wenig wahrscheinlich, dass Betriebe, die einen Umsatzrückgang erwarten, eine solche Investition tätigen. Wenn Betriebe jedoch mit einer guten Ertragslage rechnen, könnten sie Maschinen oder Roboter anschaffen und gleichzeitig auch neue Mitarbeiter einstellen. Darüber hinaus werden durch die Digitalisierung nicht nur Tätigkeiten substituierbar, sondern es werden auch neue Produkte und Dienstleistungen auf dem Markt angeboten. Arbeitsplätze können entstehen, weil beispielsweise die mobilen Roboter und 3D-Drucker gebaut und gewartet werden müssen. Darüber hinaus kann auch die Nachfrage nach Produkten steigen, weil durch den Einsatz neuer Technologien Preissenkungen möglich sind. Auch dadurch können zusätzliche Arbeitsplätze entstehen, weil sich beispielsweise mehr Leute intelligente Haussteuerungssysteme leisten können, die eingebaut und gewartet werden müssen.

Demnach gibt es tatsächlich mindestens zwei gegenläufige Effekte: Zum einen werden sehr wahrscheinlich bestimmte Tätigkeiten zukünftig nur noch (oder zum größten Teil) von Computern und computergesteuerten Maschinen erledigt; insbesondere dann, wenn diese produktiver sind (also zum Beispiel die gleiche Stückzahl zu geringeren Kosten, oder eine größere Stückzahl zu gleichen Kosten produzieren). Zum anderen führen derartige Produktivitätssteigerungen jedoch in der Regel zu geringeren Preisen der Endprodukte, was sich positiv auf die Güter- und Arbeitsnachfrage

auswirkt (vgl. Acemoglu/Restrepo 2018b; Graetz/Michaels 2018). Dem Substitutionseffekt stehen also arbeitsplatzschaffende Effekte gegenüber.

2.4 Beschäftigungsfolgen des Einsatzes von Industrierobotern

Weil Produktivitätseffekte nicht unbedingt nur in den Betrieben auftreten, in denen Beschäftigung substituiert wird, sondern auch in anderen Betrieben oder sogar anderen Branchen auftreten können, konzentrieren sich einige neuere Studien auf die Analyse der Auswirkungen des technologischen Wandels aus einer regionalen Perspektive (vgl. Acemoglu/Restrepo 2017; Dauth et al. 2018). So könnten Unternehmen, die durch den Einsatz moderner Technologien produktiver geworden sind, beispielsweise mehr Vorleistungen oder unternehmensnahe Dienstleistungen zukaufen, was zu einer verstärkten Arbeitsnachfrage in den Zulieferbetrieben führen kann. Die Grundidee dieser Studien besteht darin, dass sich Regionen hinsichtlich ihrer Branchenstruktur unterscheiden. Aufgrund ihres lokalen Branchenmixes sind sie auch dem technologischen Fortschritt unterschiedlich stark ausgesetzt, sodass zum Beispiel untersucht werden kann, wie verschiedene Kennzahlen der regionalen Wirtschaftsstruktur auf verschiedene Aspekte des technologischen Wandels reagieren. Dieser Ansatz erlaubt es außerdem, weitere Einflüsse wie die Globalisierung oder die soziodemografischen Merkmale der regionalen Wirtschaft zu berücksichtigen.

So untersucht für Deutschland die unter anderem am IAB verfasste Studie von Dauth et al. (2018) die Auswirkungen des Einsatzes von Industrierobotern auf regionale Arbeitsmärkte im Zeitraum 1994 bis 2014. Der Fokus auf Industrieroboter ist dadurch begründet, dass für andere Aspekte des technologischen Wandels derzeit keine validen Daten vorliegen. Die Zahl der Industrieroboter ist in Deutschland von einem sehr kleinen Niveau Mitte der 1990er Jahre bis heute drastisch gestiegen: So kamen 1994 bundesweit auf 1.000 Arbeitnehmer weniger als zwei Industrieroboter, während es 2014 bereits 7,6 Industrieroboter waren. Dies ist deutlich mehr als im europäischen Durchschnitt (2,7) oder in den USA (1,6). Der starke Anstieg der Zahl von Industrierobotern zwischen 1994 und 2014 sollte zu tiefgreifenden Veränderungen der deutschen Wirtschaftsstruktur geführt haben.

Betrachtet man nur das Verarbeitende Gewerbe, hat in den USA jeder zusätzliche Industrieroboter zwischen drei und sechs Industriebeschäftigten verdrängt (Acemoglu und Restrepo 2017). Dieser Effekt ist in Deutschland kleiner. Laut Dauth et al. (2018) hat in Deutschland jeder zusätzliche Industrieroboter zum Wegfall von etwa zwei Industriebeschäftigten geführt. Damit wären Industrieroboter für etwa 23 Prozent des Rückgangs der Industriebeschäftigung im Zeitraum 1994 bis 2014 verantwortlich. Dass dieser Effekt kleiner ist als in den USA, könnte unter anderem darauf zurückzuführen sein, dass die deutsche Industrie gleichzeitig von einer hohen Nachfrage aus dem Ausland profitiert hat. Industrieroboter ermöglichen es deutschen Unternehmen, günstiger zu produzieren, was sogar zu einer Erhöhung der Güternachfrage geführt haben kann.

Interessanterweise gibt es für Deutschland aber keine Anhaltspunkte, dass diese Entwicklung zu Lasten bereits beschäftigter Arbeitnehmer ging (Dauth et al. 2018). Mit der Zahl der Industrieroboter sinkt sogar die Wahrscheinlichkeit, dass Beschäftigte ihren ursprünglichen Betrieb verlassen. Stattdessen ist zu beobachten, dass Beschäftigte in roboterintensiven Branchen häufiger in andere, häufig auch höherwertige Tätigkeiten wechseln. Als Gründe hierfür sehen die Forscher den deutschen Kündigungsschutz und das gute Ausbildungssystem. Während Firmen in den USA offenbar eher Mitarbeiter entlassen, wenn deren Tätigkeiten durch Industrieroboter übernommen

wurden, haben deutsche Unternehmen einen Anreiz, Mitarbeiter zu halten und in anderen Tätigkeiten einzusetzen. Die mit der steigenden Zahl an Industrierobotern sinkende Zahl der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe ist demnach vorwiegend dadurch zustande gekommen, dass die jüngeren Generationen deutlich seltener ihr Erwerbsleben im Verarbeitenden Gewerbe begonnen haben.

Es ist jedoch ein Effekt des zunehmenden Einsatzes von Industrierobotern auf die Lohnentwicklung zu beobachten: Lohneinbußen mussten die Beschäftigten in jenen Fertigungsberufen hinnehmen, die direkt vom Einsatz neuer Technologien betroffen sind, wie Schlosser, Maschineneinsteller oder Metallverformer, während für höherwertige Tätigkeiten im Management oder für Ingenieure oder Techniker Lohnzuwächse zu verzeichnen sind (Dauth et al. 2018). Dies ist insofern bemerkenswert, als dass der Einsatz von Industrierobotern insgesamt zu einer Produktivitätssteigerung geführt hat, die jedoch offenbar nicht an alle Arbeitnehmer in Form höherer Löhne weitergegeben wurde. Tatsächlich finden sich Hinweise darauf, dass der steigende Einsatz von Industrierobotern zu einer Verringerung der Lohnquote, also dem Anteil der Arbeitnehmerentgelte am Gesamteinkommen, geführt hat.

Es gibt keine Hinweise darauf, dass der Einsatz von Industrierobotern zu einem Rückgang der Beschäftigung auf dem Gesamtarbeitsmarkt geführt hat (Dauth et al. 2018). Zwar führte jeder zusätzliche Industrieroboter zum Wegfall von zwei Industriejobs, gleichzeitig war aber ein Zuwachs von zwei Jobs im Dienstleistungssektor zu verzeichnen. Dieser kommt insbesondere durch die Schaffung neuer Stellen im Transportgewerbe, Computerdienstleistungen, (Technologie-)Beratung, aber auch durch Zeitarbeit zustande. Die parallel zur steigenden Zahl an Industrierobotern steigenden Löhne im Dienstleistungssektor sprechen dafür, dass die Schaffung neuer Stellen auf eine höhere Nachfrage nach Dienstleistungen zurückzuführen ist.

Dass die demografische Entwicklung und der technologische Wandel darüber hinaus Wechselwirkungen zeigen, legt eine US-Studie von Acemoglu und Restrepo (2018a) nahe. Demnach werden in jenen US-Regionen, die besonders stark vom demografischen Wandel betroffen sind, besonders häufig Roboter und andere Formen der Automatisierung eingesetzt. Ferner zeigt diese Studie, dass in Ländern, in denen die Alterung der Gesellschaft schneller voranschreitet, auch die Entwicklung von Automatisierungsverfahren schneller verläuft. Dies legt den Schluss nahe, dass neue Technologien nicht notwendigerweise nur dazu eingesetzt werden, bestehende Arbeitsplätze zu ersetzen, sondern auch, um den durch die Demografie bedingten Rückgang des Arbeitsangebots zu kompensieren.

Andere Studien untersuchen den direkten Effekt von Investitionen in moderne digitale Technologien auf Betriebsebene. Erste Ergebnisse dazu wurden bereits in der [IAB-Stellungnahme 1/2019](#) berichtet (Kruppe et al. 2019).

3 Welche Folgen der Digitalisierung werden für die Zukunft erwartet?

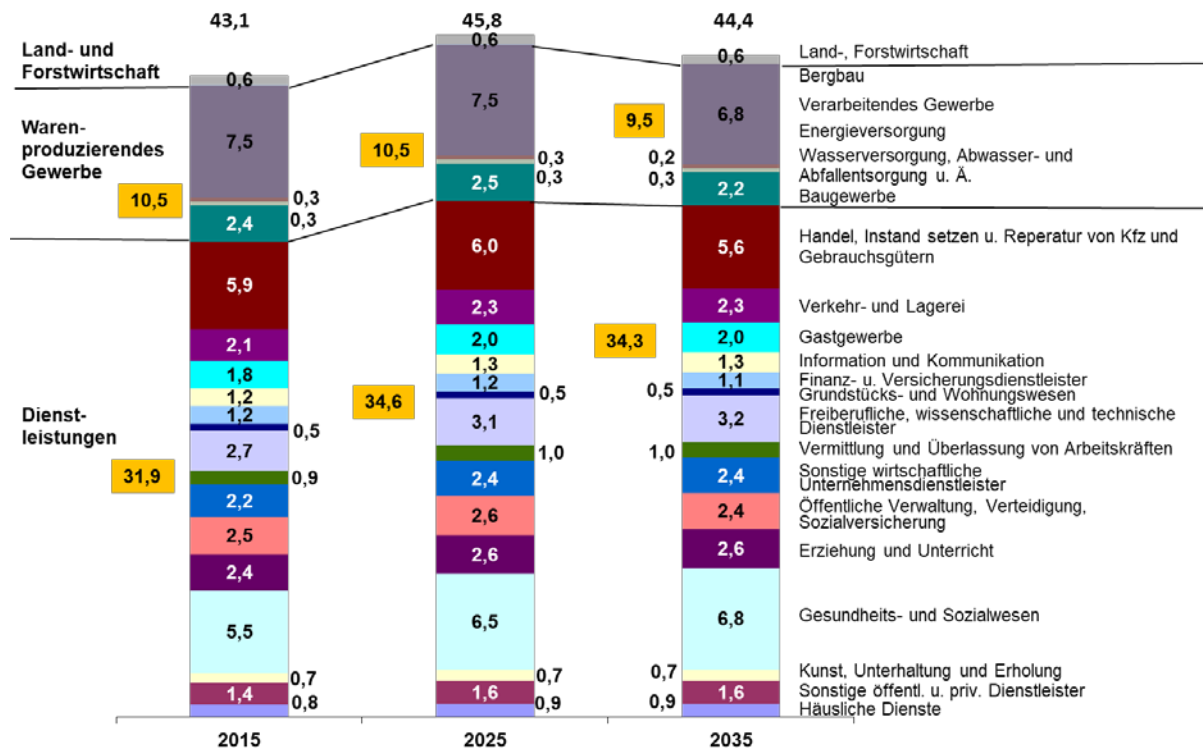
Die Ergebnisse der fünften Welle der Qualifikations- und Berufsprojektionen, die unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des IAB in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS) durchgeführt werden, geben einen Überblick über eine voraussichtliche Entwicklung des deutschen Arbeitsmarkts bis zum Jahr 2035 (Maier u. a. 2018).

Die Projektion zeigt, dass die Bevölkerung aufgrund starker Zuwanderungsgewinne vorübergehend zugenommen hat. Man kann davon ausgehen, dass die erwerbsfähige Bevölkerung im Alter zwischen 15 und 69 Jahren bis 2020 noch leicht ansteigen wird und dann einen Stand von knapp 58,9 Millionen Personen erreicht. Bis 2035 geht sie wahrscheinlich auf rund 55,4 Millionen Personen zurück. Da die Erwerbsbeteiligung in einigen Altersgruppen sowohl bei Frauen als auch Männern noch gesteigert werden kann, ist davon auszugehen, dass die Zahl der Erwerbspersonen noch bis 2025 ansteigen und erst langfristig absinken wird. Auch die Arbeitsnachfrage könnte bis 2025 auf rund 45,7 Millionen Erwerbstätige zunehmen, dann aber bis 2035 auf rund 44,3 Millionen zurückgehen. Dennoch wären dies rund 1,3 Millionen Erwerbstätige mehr als 2015. Die Projektion zeigt, dass – trotz der Ausweitung des Arbeitskräfteangebots – keine zunehmende Erwerbslosigkeit entstehen wird. Stattdessen kann man erwarten, dass der Arbeitsmarkt durch einen Arbeitskräftemangel geprägt sein wird. Die demografische Veränderung wird vermutlich nicht nur für eine stärkere Binnennachfrage nach Gütern und Dienstleistungen sorgen, sondern auch die Struktur der Erwerbstätigen nach Branchen verändern.

Das Wirtschaftswachstum wird in Deutschland langfristig im Trend auf unter ein Prozent zurückgehen. Insbesondere der private Konsum wird wegen der nach 2028 zurückgehenden Bevölkerungszahl an Dynamik verlieren. Auch die Exportentwicklung wird sich verlangsamen (Wolter u. a. 2014). Die Risiken im Außenhandel sind zuletzt – vor allem aufgrund der schwer einzuschätzenden Handelspolitik der USA – deutlich gestiegen. Zwar kann der Außenhandel mittelfristig weiter positiv zum Gesamtwachstum beitragen, langfristig wird sich der positive Wachstumsbeitrag des Außenhandels aber nicht aufrechterhalten lassen und zum Ende der Projektion negativ werden. Dennoch bleibt der Außenbeitrag positiv und verweilt – verglichen mit anderen Industrieländern – immer noch auf einem außerordentlich hohen Niveau. Die Bauinvestitionen werden nach ihrer gegenwärtigen Boomphase wohl langfristig wieder zurückgehen. Zwar werden weiterhin viele neue Wohnungen gebaut, der Zubau an neuen Wohnungen wird aber über die Jahre abnehmen. Da das nachlassende wirtschaftliche Wachstum mit dem Bevölkerungsrückgang und dem dadurch geringeren Konsum in Verbindung steht, verweilen die durchschnittlichen Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf auf einem höheren Niveau. Die Wirtschaftsleistung wird auf weniger Personen verteilt werden.

Abbildung 6 zeigt die Ergebnisse des Basisszenarios der fünften Welle der Qualifikations- und Berufsprojektion für die branchenbezogene Erwerbstätigenstruktur.³

Abbildung 6: Erwerbstätige nach Branchen 2015–2035 in Mio. Personen



Quelle: QuBe-Projekt, 5. Welle.

Danach halten insgesamt die in der Vergangenheit bereits zu beobachtenden Strukturverschiebungen auch mittel- und langfristig an. Nach der Projektion wird die Erwerbstätigkeit im Gesundheitssektor wie auch bei „freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistern“ kontinuierlich zunehmen. Während der Bereich „Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen“ 2015 mit fast 13,7 Prozent die meisten Erwerbstätigen aller Dienstleistungsbranchen auf sich vereinigen konnte, wird er im Jahr 2035 mit 12,6 Prozent wahrscheinlich an Bedeutung verloren haben. Auffällig ist zudem der Erwerbstätigenanstieg der freiberuflichen Dienstleister. Bis 2035 könnte sich der Anteil der Erwerbstätigen in diesem Dienstleistungssektor von 6,3 Prozent im Jahr 2015 auf 7,2 Prozent erhöhen.

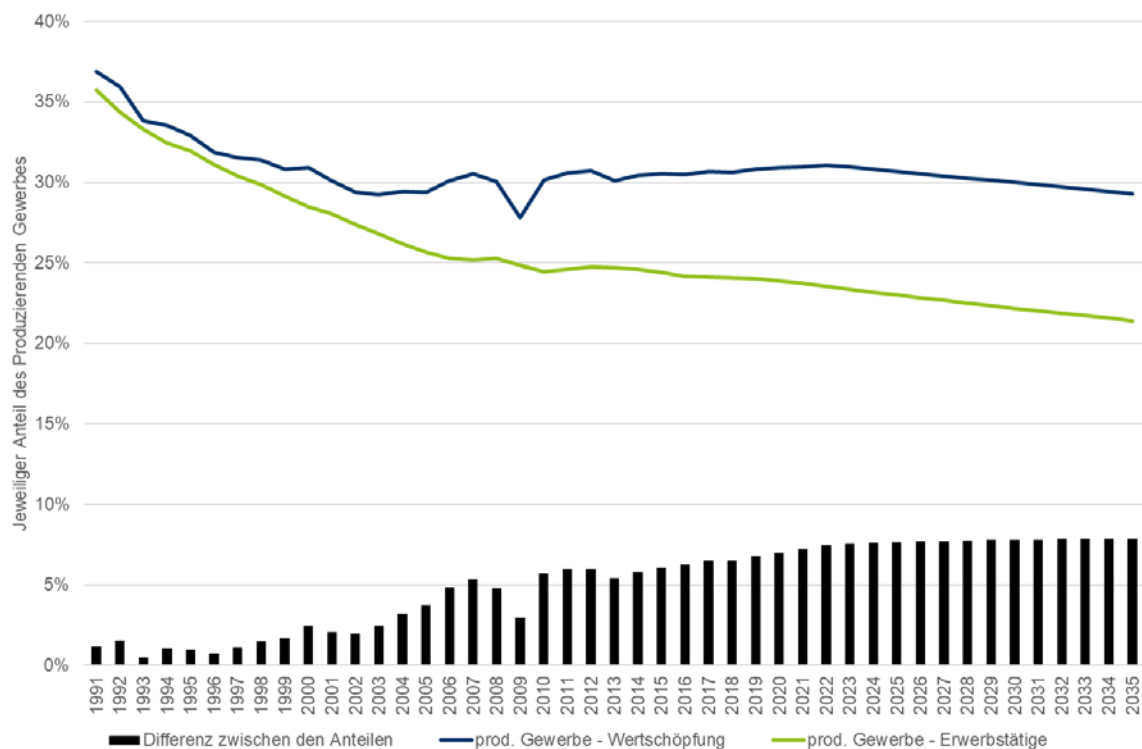
Mit einem Erwerbstätigenanteil von 15,4 Prozent wird der Gesundheitssektor 2035 vermutlich die erwerbstätigenstärkste Branche sein (Verarbeitendes Gewerbe: 15,2 Prozent). 2015 war der Gesundheitssektor mit 5,5 Millionen Erwerbstätigen noch die zweitstärkste Branche. Getrieben wird

³ In Projektionen versucht man, durch Fortschreibung der Entwicklungen aus der Vergangenheit – unter begründeter Annahme über die Größe und Richtung der wirtschaftlich relevanten Entwicklungen wie Demografie, Migration, Effizienzsteigerung der Produktion, Neuentstehung von Produkten, Lohn- und Preisentwicklung, Veränderungen von Konsumverhalten und Arbeitsangebot und -nachfrage usw. – Szenarien zu entwerfen, die aufzeigen, mit welchen Veränderungen in Zahl und Struktur der Beschäftigten zu rechnen ist. Abweichungen zu dem hier vorgestellten Szenario sind vor allem darauf zurückzuführen, dass dem Wirtschaft 4.0-Szenario andere Annahmen über die weitere Entwicklung der wirtschaftlich relevanten Aspekte zugrunde gelegt werden. Aber auch im Wirtschaft 4.0-Szenario ergaben sich kaum Arbeitsplatzverluste, sondern eine stark veränderte Branchen- und Berufsstruktur (Kruppe et al. 2019).

die steigende Bedeutung des Gesundheitssektors vor allem durch die wachsende Anzahl an Pflegebedürftigen in Deutschland. Deshalb wurden die Folgen der zunehmenden Alterung der Bevölkerung für die Zahl der Pflegebedürftigen in der fünften Welle des QuBe-Projektion explizit berücksichtigt. Deutlich wird der Druck, der von der demografischen Entwicklung auf die Nachfrage nach Pflegedienstleistungen ausgeht, durch die Kennzahl „durchschnittliche Pflegequote“ – die den Anteil der Personen an der Gesamtbevölkerung, die pflegebedürftig sind, beschreibt. Ausgehend von den geschlechts- und altersspezifischen Pflegewahrscheinlichkeiten wird zwischen 2015 und 2025 der Anteil bei den Frauen wohl um einen Prozentpunkt und bei den Männern um 0,8 Prozentpunkte zunehmen. Damit würde die durchschnittliche Pflegequote der Männer 2035 bei 3,3 Prozent, die der Frauen bei 5,4 Prozent liegen.

Setzt man den Anteil des Waren produzierenden Gewerbes (u. a. Verarbeitendes Gewerbe, Energieversorgung, Baugewerbe) an der Erwerbstätigkeit ins Verhältnis zum Wertschöpfungsanteil, ergibt sich nach 1999 eine unterschiedliche Entwicklung (vgl. Abbildung 7). Während es dem Waren produzierenden Gewerbe gelingt, seinen Anteil an der Wertschöpfung nahezu stabil zu halten, sinkt sein Anteil an den Erwerbstätigen.

Abbildung 7: Anteil des produzierenden Gewerbes an der Wertschöpfung und der Zahl der Erwerbstätigen 1991–2035



Quelle: QuBe-Projekt, 5. Welle.

Ursächlich für diese gegensätzlichen Entwicklungen sind erstens die weiterhin starken Exporte, die vor allem das Verarbeitende Gewerbe erzielt, zweitens die im Vergleich zum Dienstleistungsbereich schnellere Entwicklung der Arbeitsproduktivität und drittens die Verlagerung von Tätigkeiten oder Unternehmensteilen in Dienstleistungsbereiche. Der Unterschied zwischen beiden Kennzahlen wird sich in den nächsten fünf Jahren wohl ausweiten, anschließend aber nahezu

stabil bleiben. Zu dieser Stabilisierung sollten insbesondere Lohnsteigerungen in den Dienstleistungsbereichen beitragen, da die Lohnsumme hier die stärkste Komponente der Wertschöpfung ist.

4 Herausforderungen für das Aus- und Weiterbildungssystem

4.1 Veränderte Arbeits- und Beschäftigungsformen

Die relative Bedeutung einzelner Erwerbsformen am Arbeitsmarkt hat sich in den vergangenen dreißig Jahren verschoben. Auch wenn die meisten Erwerbstätigen immer noch in sogenannten Normalarbeitsverhältnissen beschäftigt sind, haben atypische Beschäftigungsformen deutlich an Bedeutung gewonnen. Was als „Normalarbeit“ gilt und welche Erwerbsformen in Abweichung davon als atypisch bezeichnet werden, ist eine Frage der Definition (Walwei 2015); meistens werden als Normalarbeitsverhältnisse aber abhängige, existenzsichernde, unbefristete Vollzeitstätigkeiten mit sozialer Absicherung bezeichnet. Besonders deutlich nahm die atypische Beschäftigung seit Mitte der 1990er Jahre zu, das Wachstum hat jedoch seit 2006 an Dynamik verloren (Sperber/Walwei 2017). Vor 2006 waren insbesondere Leiharbeit und geringfügige Beschäftigung für das Wachstum atypischer Beschäftigung verantwortlich, nach 2006 nahm vor allem Beschäftigung in Teilzeit zu. Während bis 2006 der Anteil der Normalarbeitsverhältnisse gesunken ist, konnte danach wieder ein Zuwachs beobachtet werden.

Im Kontext der Diskussion über zukünftige Arbeits- und Beschäftigungsformen kommt immer wieder die Frage auf, ob Crowdwork – also Arbeit, die über Plattformen vermittelt wird und bei der vorwiegend die Kundenbewertungen den Preis der Arbeit bestimmen – die gegenwärtige Organisation von Arbeit ablösen könnte. Momentan spricht sehr viel dagegen, dass Crowdwork in der Zukunft die Organisationsform der Arbeit sein wird, denn derzeit nutzen nur etwa 2 Prozent der Unternehmen Crowdfunding-Plattformen zur Rekrutierung externer Arbeitskräfte oder zur Erledigung von Aufträgen (Erdsiek/Ohnemus/Viete 2019) und nur etwas mehr als 3 Prozent der Erwachsenen erzielen durch Gig-, Click- oder Crowdwork Einkommen, zwei Drittel davon im Nebenerwerb (Serfling 2018).

4.2 Bisherige Reaktionen des Aus- und Weiterbildungssystems auf technologische Entwicklung

Das Berufsprinzip, also die berufliche Strukturierung des Arbeitsmarkts, ist kein ausschließlich deutsches Phänomen. In vielen Ländern existieren Berufsinformationssysteme, die Stellenbeschreibungen der auf dem jeweiligen Arbeitsmarkt verfügbaren Berufe liefern (z. B. das O*Net in den USA, siehe <http://www.onetcenter.org/>). Damit wird ein klarer Referenzrahmen für alle Arbeitsmarktteilnehmer geschaffen, in dem nicht nur die typischerweise in dem jeweiligen Beruf zu erfüllenden Aufgaben definiert werden, sondern vor allem auch die Arbeitsanforderungen, die üb-

licherweise notwendigen Zugangsvoraussetzungen, wie zum Beispiel notwendige Aus- oder Weiterbildungsnachweise. Die berufliche Strukturierung des Arbeitsmarkts ist also nicht nur in Deutschland ein bewährtes Ordnungsprinzip, um Arbeitsteilung gesellschaftlich zu organisieren.

In Deutschland ist die Stellensuche und Stellenbesetzung jedoch deutlich stärker durch das Berufsprinzip geprägt als in vielen anderen Ländern. Meist sind es deutschsprachige Länder, in denen die in den Abschlusszertifikaten genannten Berufsbezeichnungen auch unmittelbar mit Bezeichnungen von beruflichen Positionen auf dem Arbeitsmarkt korrespondieren. Anders als zum Beispiel in Großbritannien, wo Stellenbewerber von Arbeitgebern in erster Linie nach relativen Produktivitätssignalen (wie z. B. Noten) beurteilt werden (Di Stasio/van der Werfhorst 2016), sind in Deutschland vor allem die berufsfachlichen Kompetenzen (und Zertifikate) aus Studium oder Ausbildung ausschlaggebend, ob man bei der Besetzung einer Stelle überhaupt in die engere Auswahl aufgenommen wird. Deswegen ist in Deutschland die Kopplung zwischen dem Ausbildungsberuf oder Studienfach und dem ausgeübten Beruf im gesamten Erwerbsverlauf sehr eng.

Der unwiderlegbare Beweis, dass diese enge Kopplung zwischen Bildungs- und Beschäftigungssystem einer der ausschlaggebenden Gründe für den wirtschaftlichen Erfolg Deutschlands darstellt, steht zwar noch aus⁴, aber die Forschung ist sich darin einig, dass die Dualität der Berufsbildung eine Reihe struktureller Vorteile gegenüber anderen, zum Beispiel rein schulischen Berufsbildungssystemen hat: So gewährleistet die duale Berufsbildung zum Beispiel berufliche Flexibilität bei gleichzeitiger fachlicher Spezialisierung und ist die Grundlage für den in Deutschland vergleichsweise friktionslosen Übergang von der Ausbildung in die Beschäftigung. Durch die vielfältige Verbindung von Theorie und Anschauung in der dualen Ausbildung werden bessere Lernerfolge erzielt als in rein schulischen Ausbildungen (Baethge 1996). Die Einbeziehung der Sozialpartner bei der Erstellung und Anpassung der Ausbildungsordnungen für die staatlich anerkannten Ausbildungsberufe nach dem Berufsbildungsgesetz (BBiG) und der Handwerksordnung (HwO) gewährleistet eine Identifikation der relevanten Arbeitsmarktakteure mit den bei der dualen Berufsausbildung erworbenen Bildungszertifikaten.

Dennoch sind die Ausbildungsordnungen in den letzten Jahren mehrfach in die Kritik geraten: In den 1980er Jahren, weil die starke Fachorientierung der dualen Berufsausbildung keine angemessene persönliche Entwicklung der Auszubildenden gewährleistet hat (Baethge/Oberbeck 1986), in den 1990er Jahren, weil sie nicht mit den technologischen Entwicklungen in den Informationstechnologien Schritt halten konnten. Daraufhin wurden neue Ausbildungsberufe geschaffen und viele der Ausbildungen um methodische und personenbezogene Bildungsinhalte erweitert. Einige Berufe wurden zu neuen Berufsgruppen zusammengefasst, zum Beispiel wurden in den 1980er Jahren 45 Berufe des Metallbereichs zu 16 Berufen zusammengefasst, in denen eine gemeinsame Grundbildung im ersten Ausbildungsjahr und eine anschließende Spezialisierung festgelegt wurden.

Die Kritik verhallt jedoch nicht. Vor allem, dass sich die Inhalte der Ausbildung nicht schnell genug an neue technologische Entwicklungen anpassen lassen, weil Änderungen der Ausbildungsordnungen aufwändig und langwierig sind, wird immer wieder kritisiert. Hinzu kommt, dass eine zu

⁴ Diesen Beweis wird es wohl auch niemals geben, denn bewiesen werden könnte diese Behauptung nur, wenn es ein identisches Deutschland gäbe, das sich nur in diesem Aspekt der engen Kopplung von Bildungs- und Beschäftigungssystem unterscheidet; man also in einem Experiment analysieren würde, welche Unterschiede im wirtschaftlichen Erfolg aufgrund dieser institutionellen Variation gefunden werden könnten.

starke berufliche Spezialisierung die Befristungs- und Erwerbslosigkeitsrisiken erhöht, denn hoch spezialisierte Ausbildungsabsolventen sind weniger breit einsetzbar und die Zugangsbarrieren zu einem anderen als dem gelernten Beruf sind höher (Ebner 2013). Deshalb schlug bereits 2007 der Innovationskreis Berufliche Bildung in der Leitlinie „Berufsprinzip stärken – Flexibilisierung vorantreiben“ vor, die Zahl der Ausbildungsberufe zu reduzieren, indem bei jeder Novellierung einer Ausbildungsordnung geprüft werden sollte, ob eine Zusammenführung mit anderen Berufen in eine Berufsgruppe möglich ist. Zudem sollte die Berufsausbildung durch Zusammenlegung verwandter Ausbildungsberufe in Berufsgruppen mit gemeinsamer Kernqualifikation und darauf aufbauenden Spezialisierungsmöglichkeiten flexibler gestaltet werden können (BMBF 2008, S. 23). Dieser Grundsatz sollte konsequenter als bislang umgesetzt werden.

Um auf die veränderten Anforderungen durch die Digitalisierung vorbereitet zu sein, wurden in einigen dualen Ausbildungsberufen die Ausbildungsordnungen novelliert. So wurden zum Beispiel in der Metall- und Elektroindustrie 2018 die Themen Datenschutz und IT-Sicherheit, digitale Produktionssteuerung, digitale technische Dokumentation, digitales Wissensmanagement und Teamwork 4.0 in die Lehrpläne aufgenommen. Darüber hinaus können seitdem optional Zusatzqualifikationen erworben werden, zum Beispiel in den industriellen Metallberufen zu Fragen der Systemintegration, Prozessintegration, additiven Fertigungsverfahren und der IT-gestützten Anlagenänderung. Allerdings gibt dafür keine Rahmenlehrpläne, das heißt die Bildungsinhalte werden praktisch vom Ausbildungsbetrieb vorgegeben, was eine Verwertung eines entsprechenden Zertifikats außerhalb des Ausbildungsbetriebes zumindest erschwert. Außerdem handelt es sich eben um eine optionale Zusatzqualifikation. Damit besteht die Gefahr eines Auseinanderdriftens von hoch- und gering-technologisierter Ausbildung und damit auch eine systematische Benachteiligung von Auszubildenden in Betrieben, die nicht über moderne technologische Maschinen und Geräte verfügen. Sie laufen Gefahr, den Anschluss an die Neuerungen in ihrem Beruf zu verlieren. Um das zu verhindern, müssen Berufsschulen, überbetriebliche Ausbildungseinrichtungen oder durch Ausbildungsverbünde beziehungsweise -konsortien organisierte Technologiezentren zu Lernorten werden, in denen alle Auszubildenden (und auch die zu qualifizierenden Beschäftigten) Einblick in die modernsten Technologien erhalten. Sie sollten zu zentralen Orten der Wissensvermittlung über die Digitalisierung der Arbeitswelt werden. Dies ist vor allem auch deswegen von Bedeutung, weil kleineren und mittleren Unternehmen damit die technologischen Möglichkeiten in ihrem Geschäftsfeld unmittelbar nahe gebracht werden können.

4.3 Fachkräftepotenziale heben

Durch Einsatz moderner digitaler Technologien lassen sich physische Belastungen und gesundheitliche Risiken reduzieren, sodass zum Beispiel mithilfe von individuell angepassten Exoskeletten körperlich schwere Tätigkeiten wie Überkopfarbeiten länger erledigt werden können oder Frauen auch an Arbeitsplätzen eingesetzt werden können, bei denen schwere Lasten gehoben werden müssen. Digitale Technologien haben aber auch eine Reihe weiterer Inklusionspotenziale, insbesondere durch den Einsatz digitaler Assistenzsysteme: So können körperliche Beeinträchtigungen durch moderne Prothetik nahezu vollständig kompensiert werden, beziehungsweise kann sie auch fehlende körperliche Kraft ausgleichen; spezifische Eingabe- oder Steuergeräte oder unterstützende Software (wie Sprach- oder Bilderkennung) können Seh- oder Hörbeeinträchtigun-

gen wettmachen. Darüber hinaus bietet die Digitalisierung sogar Beschäftigungsfelder mit spezifischen „Diversity-Potenzialen“: So können zum Beispiel Sehbehinderte am besten einschätzen, ob ein Internetauftritt ausreichend barrierefrei ist oder nicht. Auch durch Nutzung der Möglichkeiten des orts- und zeitungebundenen Arbeitens können die Fachkräftepotenziale der Frauen und Männer gehoben werden, um Familie und Beruf (bzw. beruflichen Erfolg) zu vereinbaren.

Es geht aber nicht nur darum, vorhandene Fachkräftepotenziale zu heben, sondern auch darum, mithilfe moderner digitaler Technologien Ungelernte beziehungsweise in „falschen“ Berufen Ausgebildete dabei zu unterstützen, sich zu qualifizieren oder umzuschulen. Zum Beispiel durch Online-Bildungsangebote oder Sprach- und Textdienste in Echtzeit ist ein vereinfachter Zugang zu Bildung und Qualifikation möglich. Allerdings fehlt es hier nicht nur an Angeboten und Plattformen, die über diese Angebote informieren, sondern auch an grundlegender Forschung, wie solche Angebote gestaltet sein müssen, damit Teilnehmerinnen und Teilnehmer unabhängig von ihrem Alter und ihren individuellen Voraussetzungen motiviert bleiben und die Qualifizierung erfolgreich beenden.

4.4 Veränderte Anforderungen der zukünftigen Arbeitswelt

Um Aussagen zu den zukünftig erforderlichen Kompetenzen machen zu können, hat man sich bislang im Wesentlichen darauf verlassen, mithilfe von Fachkräfteprojektionen (im Sinne der Fortschreibung der Entwicklungen aus der Vergangenheit auf die Zukunft) und Fachkräfteprognosen (im Sinne von Experten-, meist Betriebsbefragungen, die begründete Annahmen über mögliche Abweichungen zu den Entwicklungen in der Vergangenheit machen) Antworten darauf zu finden, in welchen Berufen wie viele ausgebildete Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt benötigt werden könnten. Die Digitalisierung, aber auch andere technologische, ökologische und gesellschaftliche Herausforderungen führen jedoch derzeit zu disruptiven Veränderungen der Arbeits- und Lebenswelt, in denen eine simple Fortschreibung der bisherigen Entwicklungen für die Abschätzung der zukünftig erforderlichen Kompetenzen nicht ausreicht. Und die Betriebe selbst haben meist noch keine Erfahrungen damit, was zur optimalen Bewältigung der neuen Aufgaben erforderlich ist.

Ergebnisse darüber, welche Kompetenzen zukünftig auf dem Arbeitsmarkt gebraucht werden, sind in der Regel von sehr allgemeiner Natur, sodass sich darauf aufbauend kaum inhaltliche Festlegungen von Qualifizierungs- oder Weiterbildungsangeboten treffen lassen: Das World Economic Forum hat zum Beispiel zehn Kompetenzen benannt, die gegenwärtig bedeutsam sind, die zukünftig an Bedeutung gewinnen oder verlieren werden (WEF 2016, 2018). Andere Studien stellen fest, dass digitale oder überfachliche Kompetenzen, wie zum Beispiel Führungs-, aber auch Problemlösekompetenzen zukünftig bedeutsamer werden (z. B. Placke/Schleiermacher 2018). Das ist sicherlich für viele Berufe richtig, aber es ist doch sehr unwahrscheinlich, dass man in Zukunft in allen Berufen programmieren können oder Führungsaufgaben übernehmen muss.

Hinzu kommt, dass überfachliche Kompetenzen, wie zum Beispiel das Lösen von Problemen, in der Regel fachspezifischen Logiken folgen, also ohne Bezug zu konkreten fachlichen Inhalten nicht erlernt werden können. Um möglichst konkrete Aussagen über zukünftige Anforderungen (und die dafür zu konzipierenden Ausbildungs-, Um- und Weiterqualifizierungsangebote) treffen zu können, müssen Verfahren entwickelt werden, mit denen die in den Berufen, Branchen und Regionen erforderlichen Kompetenzprofile beschrieben werden können. Eine engere Verzahnung von Tech-

nologieentwicklern und den für Ausbildung und Qualifizierung zuständigen Akteuren und eine systematische Begleitung von Technologieforschungsförderung durch eine Berufsbildungs- und Erwachsenenqualifizierungsforschung könnte dabei helfen, dass technologische Entwicklungen schneller als bisher in der Aus- und Weiterbildung Berücksichtigung finden können.

5 Fazit und Zusammenfassung

Sowohl die Untersuchung des Verhältnisses beendeter und neu geschlossener Arbeitsverträge als auch die Analyse der Beschäftigungsfolgen des Einsatzes von Industrierobotern erbringt keine Hinweise darauf, dass der technologische Fortschritt zu weniger Beschäftigung führt. Deutlich wird aber, dass es durch die technologischen Entwicklungen zu Strukturverschiebungen zwischen Branchen und Berufen gekommen ist und dass dies auch für die Zukunft erwartet werden kann. Durch den Einsatz von Industrierobotern sind zum Beispiel Industriebjobs weggefallen; gleichzeitig sind aber viele neue Dienstleistungsjobs entstanden.

Substituierbarkeitspotenziale können Hinweise darauf geben, welche Berufe, Branchen und Regionen wie stark von den technologischen Veränderungen betroffen sein könnten und wo ein entsprechender Bedarf an Nachqualifizierung, aber auch Umschulung und Weiterbildung besteht. Diese dürfen aber nicht als Vorhersage für mögliche Beschäftigungsverluste missverstanden werden, sondern sagen lediglich etwas über die technische Machbarkeit aus. Denn ob dieses Potenzial überhaupt ausgeschöpft wird, hängt von einer Reihe weiterer Faktoren ab. Darüber hinaus steht dem Substitutionseffekt in der Regel ein Produktivitätseffekt entgegen. Durch die Digitalisierung werden nicht nur Tätigkeiten substituierbar, sondern es entstehen neue Arbeitsplätze, weil neue Produkte und Dienstleistungen auf dem Markt angeboten werden oder durch den Einsatz neuer Technologien Preissenkungen möglich sind.

Auch Befürchtungen, dass die Digitalisierung zu einer Zunahme atypischer Beschäftigungsverhältnisse führt, haben sich bislang nicht bewahrheitet. Zwar haben atypische Beschäftigungsformen seit Mitte der 1990er Jahre an Bedeutung gewonnen, seit 2006 konnte jedoch wieder ein kräftiger Zuwachs an Normalarbeitsverhältnissen beobachtet werden. Auch Crowdwork spielt gegenwärtig auf dem deutschen Arbeitsmarkt eine nahezu zu vernachlässigende Rolle.

Durch die Digitalisierung ergeben sich aber nicht nur Substituierbarkeits- und Produktivitätspotenziale, sondern auch Inklusionspotenziale: Durch Einsatz moderner digitaler Technologien lassen sich physische Belastungen und gesundheitliche Risiken reduzieren und gesundheitliche Beeinträchtigungen kompensieren. Fachkräftepotenziale können aber auch durch orts- und zeitungebundenes Arbeiten gehoben werden. Zudem könnten moderne digitale Technologien auch durch einen vereinfachten oder individualisierten Zugang zu Qualifizierung und Umschulung helfen, neue Fachkräfte auszubilden.

Aufgrund der mit einer zu starken berufsfachlichen Spezialisierung verbundenen Erwerbsrisiken ist eine Reduzierung der Zahl der dualen Ausbildungsberufe angeraten. Deshalb sollte bei einer Novellierung von Ausbildungsordnungen zunächst immer geprüft werden, ob eine Zusammenführung des Berufes mit anderen Berufen möglich ist oder durch die Festlegung gemeinsamer Kernqualifikationen eine größere berufliche Flexibilität erreicht werden könnte.

Berufsschulen, überbetriebliche Ausbildungseinrichtungen oder durch Ausbildungsverbünde beziehungsweise -konsortien organisierte Technologiezentren sollten zu den zentralen Orten der Wissensvermittlung über die Digitalisierung der Arbeitswelt werden, denn nur so lässt sich verhindern, dass Auszubildende in Betrieben, die nicht über moderne technologische Maschinen und Geräte verfügen, systematisch benachteiligt werden. Zudem kann so erreicht werden, dass den kleineren und mittleren Unternehmen die technologischen Möglichkeiten in ihrem Geschäftsfeld nahe gebracht werden und allen Beschäftigten die Möglichkeit gegeben wird, sich auf den aktuellen Stand der Technologien in ihrem Beruf zu bringen beziehungsweise zu halten.

Um inhaltliche Festlegungen über Qualifizierungs- oder Weiterbildungsangebote treffen zu können, müssen neue Verfahren entwickelt werden, mit denen die in den Berufen, Branchen und Regionen erforderlichen Kompetenzprofile beschrieben werden können. Eine engere Verzahnung von Technologieentwicklern und den für Ausbildung und Qualifizierung zuständigen Akteuren sowie eine systematische Begleitung von Technologieforschungsförderung durch eine Berufsbildungs- und Erwachsenenqualifizierungsforschung könnte dabei helfen, dass technologische Entwicklungen schneller als bisher in der Aus- und Weiterbildung Berücksichtigung finden können.

Literatur

- Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual (2018a): Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. In: American Economic Review, 108 (6), S. 1488–1542.
- Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual (2018b): Demographics and Automation (NBER Working Paper w24421).
- Acemoglu, Daron; Restrepo, Pascual (2017): Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. NBER Working Paper No. 23285.
- Autor, David H.; Levy, Frank; Murnane, Richard J. (2003): The skill content of recent technological change: An empirical exploration. In: The Quarterly journal of economics, 118 (4), S. 1279–1333.
- Baethge, Martin (1996): Berufsprinzip und duale Ausbildung: Vom Erfolgsgaranten zum Bremsklotz der Entwicklung? Zur aktuellen Debatte über Ausbildungs- und Arbeitsorganisation in der Bundesrepublik. In: Wittwer, Wolfgang (Hrsg.): Von der Meisterschaft zur Bildungswanderschaft. Berufliche Bildung auf dem Weg in das Jahr 2000. Bielefeld. S. 109–124.
- Baethge, Martin; Overbeck, Herbert (1986): Zukunft der Angestellten. Neue Technologien und berufliche Perspektiven in Büro und Verwaltung. Frankfurt/Main, New York: Campus.
- BMBF (2008): Berufsbildungsbericht 2008. https://www.bibb.de/dokumente/pdf/Berufsbildungsbericht_2008.pdf.
- Dauth, Wolfgang; Findeisen, Sebastian; Südekum, Jens; Wössner, Nicole (2018): German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers. CEPR Discussion Paper 12306.
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018a): The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. In: Technological Forecasting & Social Change, 137, S. 304–316.

- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018b): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen – Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. [IAB-Kurzbericht Nr. 4](#).
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015a): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. [IAB-Forschungsbericht Nr. 11](#).
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015b): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. [IAB-Kurzbericht Nr. 24](#).
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Wydra-Somaggio, Gabriele (2018): Digitalisierung in den Bundesländern. Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale. [IAB-Kurzbericht Nr. 22](#).
- Di Stasio, Valentina; van de Werfhorst, Herman G. (2016): Why does education matter to employers in different institutional contexts? A vignette study in England and the Netherlands. In: Social Forces, 95 (1), S. 77–106.
- Ebner, Christian (2013): Von der Lehre in den Arbeitsmarkt. Die duale Berufsausbildung im internationalen Vergleich. Frankfurt/New York: Campus.
- Erdsieck, Daniel; Ohnemus, Jörg; Viete, Steffen (2019): Crowdfunding in Deutschland 2018: Ergebnisse einer ZEW-Unternehmensbefragung. Forschungsbericht des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, FB525.
- Graetz, Georg; Michaels, Guy (2018): Robots at Work. In: Review of Economics and Statistics, 100 (5), S. 753–768.
- International Federation of Robotics (2018): World Robotics Industrial Robots 2018.
- Kruppe, Thomas; Leber, Ute; Matthes, Britta; Dengler, Katharina; Dietrich, Hans; Janitz, Helga; Janssen, Simon; Jaschke, Philipp; Jost, Oskar; Kosyakova, Yuliya; Lehmer, Florian; Lietzmann, Torsten; Osiander, Christopher; Schreyer, Franziska; Seibert, Holger; Wiethölter, Doris; Wolf, Katja; Zika, Gerd (2019): Digitalisierung: Herausforderungen für die Aus- und Weiterbildung in Deutschland. Beantwortung des Fragenkatalogs der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“. [IAB-Stellungnahme Nr. 1](#).
- Lentz, Rasmus; Mortensen, Dale T. (2008): An Empirical Model of Growth through Product Innovation. Econometrica, 76 (6), S. 1317–1373.
- Maier, Tobias; Zika, Gerd; Kalinowski, Michael; Mönnig, Anke; Wolter, Marc Ingo; Schneemann, Christian (2018): Bevölkerungswachstum bei geringer Erwerbslosigkeit. Ergebnisse der fünften Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen bis zum Jahr 2035. BIBB-Report Nr. 7/2018.
- Matthes, Britta; Meinken, Holger; Neuhauser, Petra (2015): Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Methodenbericht der Statistik der BA.
- Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2015): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0 (Working Paper 1/2016 des Lehrstuhl für Soziologie an der Universität Hohenheim). <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-final.pdf>.
- Placke, Beate; Schleiermacher, Thomas (2018): Anforderungen der digitalen Arbeitswelt – Kompetenzen und digitale Bildung in einer Arbeitswelt 4.0. Köln: IW Consult. <https://www.iwkoeln>.

[de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2018/Gutachten_Anforderungen_Digitale_Arbeitswelt.pdf](#).

Serfling, Oliver (2018): Crowdworking Monitor Nr. 1. https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Meldungen/2018/crowdworking-monitor.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Sperber, Carina; Walwei, Ulrich (2017): Entwicklung und Struktur der Beschäftigungsverhältnisse. In: Möller, Joachim; Walwei, Ulrich (Hrsg.), Arbeitsmarkt kompakt. Analysen, Daten, Fakten, IAB-Bibliothek 363, Bielefeld: Bertelsmann, S. 38–40.

Walwei, Ulrich (2015): Was ist heute normal an Arbeit? In: Hoffmann, Reiner; Bogedan, Claudia (Hrsg.), Arbeit der Zukunft. Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen, Frankfurt am Main: Campus, S. 224–244.

WEF (2018): The Future of Jobs Report, Centre for New Economy and Society, World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf.

WEF (2016): The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, World Economic Forum. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.

Wolter, Marc Ingo; Großmann, Anett; Mönnig, Anke; Wiebe, Kirsten Svenja (2014): TIN-FORGE – Trade for the INterindustry FORecasting GErmany Model. GWS Discussion Paper Nr. 1/2014.

Impressum

IAB-Stellungnahme 11|2019

Weitere Informationen

Kommissionsdrucksache [19\(28\)27](#): Leitfragenkatalog der Fraktionen in der Enquete-Kommission Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt

Kommissionsdrucksache [19\(28\)30](#): PowerPoint-Präsentation der Sachverständigen Frau Dr. Britta Matthes, Leiterin der Forschungsgruppe „Berufliche Arbeitsmärkte“, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg

Veröffentlichungsdatum

19. Juli 2019

Redaktion

Martina Dorsch

Herausgeber

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
der Bundesagentur für Arbeit
Regensburger Straße 104
90478 Nürnberg

Rechte

Nachdruck – auszugsweise – nur mit Genehmigung des IAB gestattet

Bezugsmöglichkeit dieses Dokuments

<http://doku.iab.de/stellungnahme/2019/sn1119.pdf>

Bezugsmöglichkeit aller Veröffentlichungen der Reihe „IAB-Stellungnahme“

<http://www.iab.de/de/publikationen/iab-stellungnahme.aspx>

Website

www.iab.de

ISSN

2195-5980