



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

IAB-STELLUNGNAHME

Ausgewählte Beratungsergebnisse des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

2|2019 Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und Veränderbarkeit von Berufsbildern

Katharina Dengler

Impulsvortrag für die Projektgruppe 1 der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“
des Deutschen Bundestags am 11.3.2019

Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und Veränderbarkeit von Berufsbildern

Katharina Dengler

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 Fortschreitende Digitalisierung und Veränderbarkeit von Berufsbildern | 6 |
| 2.1 Technologische Entwicklung..... | 6 |
| 2.2 Veränderbarkeit von Berufsbildern..... | 7 |
| 2.3 Substituierbarkeitspotenzial als Maß | 8 |
| 3 Ergebnisse für Deutschland | 9 |
| 3.1 Anforderungsniveau | 9 |
| 3.2 Berufssegmente | 10 |
| 3.3 Betroffenheit sozialversicherungspflichtig Beschäftigter | 11 |
| 4 Regionale und branchenspezifische Ergebnisse für Deutschland | 13 |
| 4.1 Bundesländer und Kreise..... | 13 |
| 4.2 Branchen | 16 |
| 5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen | 17 |
| Literatur | 18 |

Zusammenfassung

Die vorliegende IAB-Stellungnahme fasst den mündlichen Impulsvortrag zum Thema „Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und Veränderbarkeit von Berufsbildern“ im Rahmen der Sitzung der Projektgruppe 1 der Enquete-Kommission „Berufliche Bildung in der digitalen Arbeitswelt“ des Deutschen Bundestages am 11. März 2019 zusammen.

Um die Folgen der fortschreitenden Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt zu bestimmen, hat das IAB sogenannte Substituierbarkeitspotenziale berechnet. Das Substituierbarkeitspotenzial gibt an, inwiefern Berufe beziehungsweise berufliche Tätigkeiten gegenwärtig durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden könnten. Die Substituierbarkeitspotenziale wurden erstmalig für das Jahr 2013 berechnet. Da die Digitalisierung aber voranschreitet und auch die Berufsbilder sich über die Zeit ändern, wurden die Substituierbarkeitspotenziale für das Jahr 2016 aktualisiert. Vergleicht man die Ergebnisse von 2016 mit denen von 2013, so lassen sich Aussagen über die Veränderbarkeit von Berufsbildern machen.

Zwischen 2013 und 2016 ist das Substituierbarkeitspotenzial über alle Anforderungsniveaus hinweg und in fast allen Berufssegmenten gestiegen, nur in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen sowie den medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufen ist es leicht gesunken. Das ist vor allem dadurch zu erklären, dass sich die Berufsbilder in diesen beiden Berufssegmenten so verändert haben, dass sie mit den technologischen Möglichkeiten Schritt halten konnten. Zudem hat sich gezeigt, dass in Deutschland zwischen 2013 und 2016 der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, von circa 15 Prozent auf rund 25 Prozent gestiegen ist. Der starke Anstieg der Betroffenheit von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial verdeutlicht, dass sich in den letzten Jahren die Tätigkeitsprofile der Beschäftigten langsamer verändert haben als die potenziellen Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien in diesen Berufen.

Dies bedeutet aber nicht, dass Arbeitsplätze im gleichen Umfang wegfallen werden. Es handelt sich lediglich um Substituierbarkeitspotenziale; ob diese Tätigkeiten tatsächlich wegfallen, hängt auch von vielen anderen Faktoren ab. Dabei werden Berufe nur in den seltensten Fällen komplett verschwinden, sie werden sich vor allem verändern. Vor diesem Hintergrund wird eine der größten Herausforderungen die (Weiter-)Bildung sein.

Abstract

This IAB statement summarises the oral presentation on the subject of "Substitution potentials of occupations and changeability of occupational profiles" at the meeting of Project Group 1 of the Study Commission "Vocational Training in the Digital Work Environment" of the German Bundestag on 11 March 2019.

In order to determine the impacts of digital transformation on the labour market, the IAB calculated so-called substitution potentials. The substitution potential indicates the extent to which

occupations or occupational tasks can be replaced by computers or computer-controlled machines. The substitution potentials were calculated for the first time for 2013. However, as the digital transformation progresses and occupational profiles change over time, the substitution potentials were updated for 2016. By comparing the results of 2016 with those of 2013, statements about the changeability of occupational profiles are possible.

Between 2013 and 2016, the substitution potentials increased across all requirement levels and in almost all occupational segments, only in the IT and natural science service occupations as well as in medical and non-medical health occupations they have fallen slightly. This can be explained by the fact that the occupational profiles in these two occupational segments have changed to such an extent that they have been able to keep pace with technological possibilities. It has also been shown that in Germany between 2013 and 2016 the proportion of employees subject to social insurance contributions who work in an occupation with a high substitution potential rose from approximately 15 percent to approximately 25 percent. The sharp increase in the number of employees affected by a high substitution potential demonstrates that in the last few years the occupational profiles of employees have changed more slowly than the potential applications of new technologies in these occupations.

However, this does not mean that the same number of jobs will be eliminated due to digital transformation. Substitution potentials consider only the technical feasibility. Whether these tasks are actually taken over by computers will also depend on other factors. Furthermore, occupations will rarely disappear; they will change. Against this background, one of the greatest challenges will be (further) education.

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. Katharina Dengler wurde für einen Impulsvortrag zum Thema „Substituierbarkeitspotenziale von Berufen und Veränderbarkeit von Berufsbildern“ als externe Sachverständige zu einer Sitzung der Projektgruppe 1 der Enquete-Kommission eingeladen. Die Stellungnahme spiegelt den Vortrag in der Enquete-Kommission wider.

2 Fortschreitende Digitalisierung und Veränderbarkeit von Berufsbildern

2.1 Technologische Entwicklung

Die Entwicklung neuer Technologien hat in den letzten Jahren deutlich an Fahrt aufgenommen. Berufliche Tätigkeiten, bei denen der Mensch bisher als nicht ersetzbar galt, könnten heute potenziell von Computern und computergesteuerten Maschinen erledigt werden. Dabei sind vor allem vier Technologien zwischen 2013 und 2016 marktreif geworden: mobile, kollaborative Roboter, selbstlernende Computerprogramme, erste Anwendungen von 3D-Druck und Virtuelle Realität (Dengler/Matthes 2018a).

Im Gegensatz zu klassischen Industrierobotern können mobile, kollaborative Roboter unterschiedliche Tätigkeiten an verschiedenen Orten verrichten und dabei mit Menschen zusammenarbeiten. Dabei sind kollaborierende Roboter mit Sensoren ausgestattet, die Verletzungen des menschlichen Mitarbeiters verhindern. Somit wird eine enge Mensch-Maschine-Kollaboration ermöglicht. Ein kollaborativer Roboter kann zum Beispiel eingesetzt werden, um schwere Werkstücke zu heben und zu positionieren, um dem Menschen die Arbeit zu erleichtern. Kollaborative Roboter sind aber auch die Basis für eine Reihe von Servicerobotern, die viele einfache Tätigkeiten übernehmen können wie zum Beispiel das Kommissionieren im Lager, das Be- und Entladen von Maschinen oder auch das Holen oder Bringen von Essen oder medizinischen Produkten in der Patientenbetreuung.

Selbstlernende Computerprogramme können mit intelligenter Bilderkennung zum Beispiel verschiedene Prozesse in der Wertschöpfungskette wie Wareneingangskontrolle, Montageprüfung oder Warenkommissionierung optimieren. Aber auch komplexere Aufgaben wie zum Beispiel die vollautomatische Prüfung von Versicherungsanträgen oder Steuererklärungen können selbstlernende Computerprogramme übernehmen. Selbst bei der Besetzung einer offenen Stelle schaffen es Computerprogramme inzwischen, auf der Basis einer genauen Beschreibung des Stellenprofils und einer großen Menge an Daten über die bisherigen Rekrutierungsentscheidungen, geeignete

Kandidaten vorzuschlagen. Aber auch LKW-Routen oder Düngung können durch die Kombination von verschiedenen Daten optimiert werden.

Des Weiteren gibt es auch schon erste Anwendungen von 3D-Druck. Gegenwärtig sind durch den 3D-Druck Tätigkeiten wie „Modelle anfertigen“ potenziell substituierbar. Das hat aber nicht nur für Tätigkeiten im Modellbau Folgen, sondern auch in der Medizin- und Zahntechnik: Durch den 3D-Druck können Prothesen und Zahnersatz, die genau auf die Bedürfnisse des Patienten zugeschnitten sind, schneller und weniger aufwändig gefertigt werden.

Darüber hinaus kann mithilfe von Virtueller Realität simuliert werden, ob ein lediglich virtuell existierendes Bauteil in ein real existierendes Objekt passt. Durch den Einsatz Virtueller Realität kann man zum Beispiel unerfahrenen Monteuren genau anzeigen lassen, wie der nächste erforderliche Arbeitsschritt zu erfolgen hat. Oder Architekten können ihren Kunden virtuell zeigen, wie die Wohnung nach einer Renovierung aussehen könnte. Auch die Funktionalität von lediglich virtuell existierenden Maschinen kann in ihrer realen Arbeitsumgebung getestet werden, sodass Prozesse optimiert werden können, bevor die Maschine überhaupt gebaut wird.

Das war der technologische Stand im Jahr 2016. Die technologischen Entwicklungen gehen aber weiter. Es ist absehbar, dass in Zukunft Tätigkeiten ersetzbar sein werden, die heute noch nicht von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden können; sogar Tätigkeiten, von denen wir uns heute überhaupt noch nicht vorstellen können, dass sie jemals von Computern ausgeführt werden könnten.

2.2 Veränderbarkeit von Berufsbildern

Es ändern sich aber nicht nur die Technologien über die Jahre. Gleichzeitig ändern sich auch die Berufsbilder (Dengler/Matthes 2018a). Weil automatisierbare Tätigkeiten von Robotern oder Computeralgorithmen erledigt werden können, müssen sie nicht mehr vom Menschen ausgeführt werden. Sie verlieren an Bedeutung oder sind für die Ausübung des Berufes nicht mehr relevant. So werden 2016 Tätigkeiten wie „Modelle anfertigen“ oder „Berechnen“ seltener beschrieben als noch 2013. Durch die Einführung neuer Technologien entstehen aber auch sehr häufig neue Tätigkeiten. Der größte Teil der seit 2013 entstandenen Tätigkeiten hat direkt mit der Einführung digitaler Technologien zu tun: Das Beherrschen neuer Softwareanwendungen (wie Simulationssoftware, Geoinformationssysteme, Entwicklungsumgebungen), der Umgang mit den neuen Technologien (wie 3D-Druck) oder die Einhaltung dazugehöriger gesetzlicher Vorschriften wurde zu einer Voraussetzung, bestimmte Berufe ausüben zu können. Weil mit dem Einsatz neuer Technologien häufig neue Produktionsverfahren etabliert werden, sind darüber hinaus aber auch neue Tätigkeiten im Qualitäts- oder Prozessmanagement entstanden. Außerdem verändern sich die für die Ausübung eines Berufes notwendigen Kenntnisse, wenn im Zuge der Digitalisierung neue Produkte und Dienstleistungen angeboten werden (wie beispielsweise Smart Home).

Eher selten entstehen Berufe neu. Bei der Bundesagentur für Arbeit (BA) wird permanent registriert, ob neue Berufsbezeichnungen auf dem deutschen Ausbildungs- oder Arbeitsmarkt verwendet werden. Dies geschieht anhand von Stellenausschreibungen, durch die Erfassung der Berufsverläufe bei der Arbeitslos- oder Arbeitssuchendmeldung, durch die Erfassung der Neuordnungen von Ausbildungsberufen oder neuer Studiengänge. Wenn eine Berufsbezeichnung eine gewisse Marktrelevanz erreicht hat und es keinen Vorgängerberuf gibt, werden diese Berufe im BERUFENET

neu beschrieben. Mit der Aufnahme in das BERUFENET kann man davon ausgehen, dass ein neuer Beruf entstanden ist.

In Deutschland sind seit 2013 neue Berufe vor allem in Bereichen entstanden, die mit der Anwendung neuer Technologien im Zusammenhang stehen: Beispielsweise ist der Beruf des Data Scientist neu entstanden, um große Datenmengen in Echtzeit aus verschiedenen Quellen analysieren und für gleichzeitig ablaufende Produktions- oder Geschäftsprozesse nutzen zu können. Zwar gab es auch vorher schon Berufe, in denen große Datenmengen analysiert wurden. Dass aber die Ergebnisse solcher Analysen in Echtzeit Parameter für die Steuerung bereitstellen müssen, ist neu. Ein anderes Beispiel ist der Beruf Interfacedesigner/in, in dem Benutzeroberflächen von Computersystemen oder technischen Produkten entwickelt werden, die möglichst optimal auf die Bedürfnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Nutzer abgestimmt sind. Dieser Beruf ist neu entstanden, weil die Anforderungen bei der Bedienung digitaler Geräte und Anlagen steigen und die optimierte Gestaltung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine ein immer wichtiger werdender Wettbewerbsvorteil ist.

2.3 Substituierbarkeitspotenzial als Maß

Um die Folgen der fortschreitenden Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt zu bestimmen, werden sogenannte Substituierbarkeitspotenziale berechnet (Dengler/Matthes 2018a; Dengler/Matthes 2018b; Dengler/Matthes 2015a; Dengler/Matthes 2015b). 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 wesentlichen Tätigkeiten in einem Beruf, die schon heute durch den Einsatz moderner Technologien übernommen werden könnten. Welche Tätigkeiten für einen Beruf wesentlich sind, haben Berufsexperten im Auftrag der BA für die knapp 4.000 in Deutschland bekannten Berufe auf Basis von Ausbildungsordnungen oder Stellenausschreibungen herausgearbeitet. Im BERUFENET werden diese und eine Reihe anderer berufskundlicher Informationen der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Zur Berechnung der Substituierbarkeitspotenziale werden daraus die Daten über die beruflichen Tätigkeiten genutzt. Drei Codierer haben unabhängig voneinander für jede dieser circa 8.000 Tätigkeiten recherchiert, ob es eine computergesteuerte Maschine oder einen Computeralgorithmus gibt, der diese Tätigkeit vollumfänglich automatisch erledigen kann. Erstmals wurden die Substituierbarkeitspotenziale der Berufe für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2013 eingeschätzt (Dengler/Matthes 2018b; Dengler/Matthes 2015a; Dengler/Matthes 2015b). Da aber die technologische Entwicklung voranschreitet und sich die Berufsbilder ändern, wurden die Substituierbarkeitspotenziale für das Jahr 2016 aktualisiert (Dengler/Matthes 2018a).

Bei der Einschätzung der Substituierbarkeitspotenziale geht es ausschließlich um die technische Machbarkeit. Wenn eine Tätigkeit als ersetzbar eingestuft wurde, heißt das nicht, dass sie tatsächlich in den nächsten Jahren ersetzt wird. Sofern die menschliche Arbeit wirtschaftlicher, flexibler oder von besserer Qualität ist oder rechtliche oder ethische Hürden einem Einsatz solcher Technologien entgegenstehen, werden auch ersetzbare Tätigkeiten eher nicht ersetzt.

3 Ergebnisse für Deutschland

Im Folgenden werden die Substituierbarkeitspotenziale von 2013 mit denen von 2016 verglichen. Es wird dargestellt, wie sich die Substituierbarkeitspotenziale nach Anforderungsniveau und für die verschiedenen Berufssegmente zwischen 2013 und 2016 entwickelt haben und wie sich die potenzielle Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten verändert hat.

3.1 Anforderungsniveau

Während im Jahr 2013 Helfer- und Fachkraftberufe noch ein ähnlich hohes Substituierbarkeitspotenzial von etwa 45 Prozent hatten, weisen Helferberufe im Jahr 2016 mit 58 Prozent das höchste Substituierbarkeitspotenzial auf (Dengler/Matthes 2018a). Das heißt: Im Jahr 2016 hätten im Durchschnitt 58 Prozent der in den Helferberufen zu erledigenden Tätigkeiten potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen verrichtet werden können (Abbildung 1). Dabei sinkt das Substituierbarkeitspotenzial mit steigendem Anforderungsniveau. In den Fachkraftberufen sind dies 54 Prozent, in den Spezialistenberufen 40 Prozent und in den Expertenberufen 24 Prozent.

Abbildung 1:



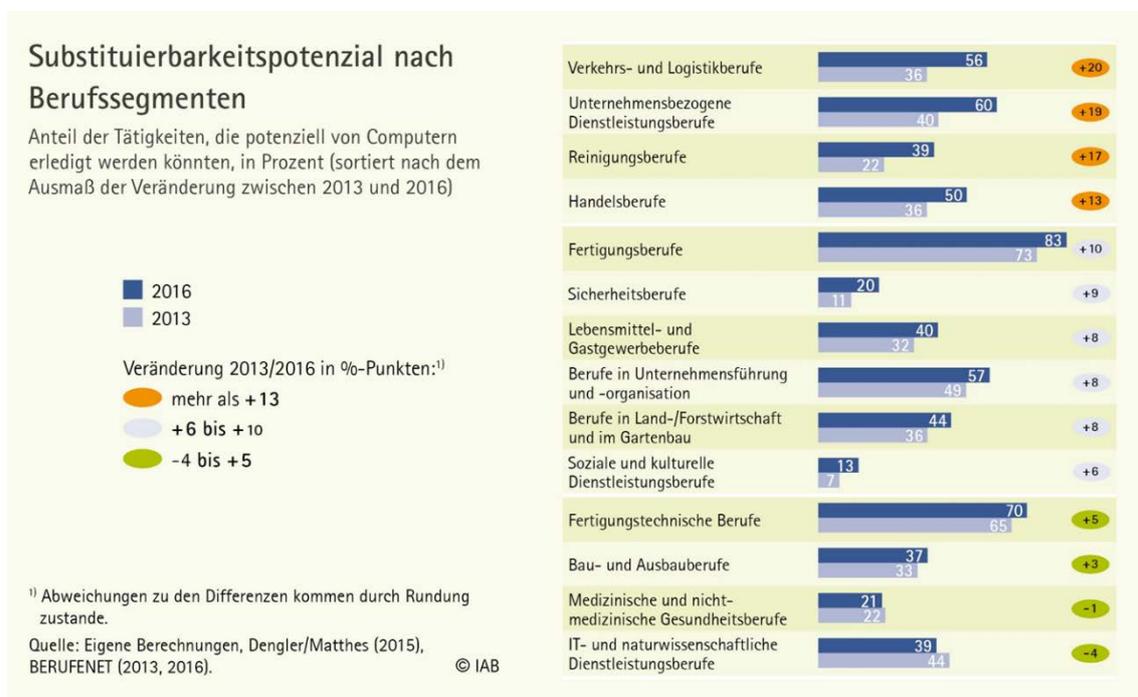
Quelle: Abbildung aus Dengler/Matthes (2018a). © IAB

Besonders bemerkenswert ist dabei vor allem, dass auch die Zunahme des Substituierbarkeitspotenzials zwischen 2013 und 2016 mit steigendem Anforderungsniveau kleiner wird. In den letzten Jahren sind also viele Technologien verfügbar geworden, die eher auf die Ersetzung einfacher Tätigkeiten abzielen, sodass das Substituierbarkeitspotenzial in den Helferberufen mit 12 Prozentpunkten am stärksten gestiegen ist. In den Fachkraftberufen beträgt der Anstieg immerhin noch etwa 8 Prozentpunkte, in den Spezialistenberufen sind es 7 Prozentpunkte und in den Expertenberufen 6 Prozentpunkte. Dies deutet auch auf einen Trend zur Höherqualifizierung hin.

3.2 Berufssegmente

Auf den verschiedenen beruflichen Teilarbeitsmärkten haben sich die Substituierungspotenziale sehr unterschiedlich entwickelt (Dengler/Matthes 2018a). Wie schon 2013 sind auch im Jahr 2016 die Substituierbarkeitspotenziale in den Fertigungsberufen und fertigungstechnischen Berufen am höchsten (Abbildung 2). Aber auch einige Dienstleistungsberufe wie unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe, Berufe in Unternehmensführung und -organisation, Verkehrs- und Logistikberufe sowie Handelsberufe weisen hohe Substituierbarkeitspotenziale zwischen 50 und 60 Prozent auf. Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe haben dagegen die niedrigsten Substituierbarkeitspotenziale.

Abbildung 2:



Quelle: Abbildung aus Dengler/Matthes (2018a). © IAB

Allerdings ist die Geschwindigkeit, mit der sich die Substituierbarkeitspotenziale auf den verschiedenen beruflichen Teilarbeitsmärkten verändert haben, sehr unterschiedlich. Die größten Veränderungen zwischen 2013 und 2016 ergeben sich in den Verkehrs- und Logistikberufen. Das Substituierbarkeitspotenzial ist hier um 20 Prozentpunkte gewachsen. Vor allem Tätigkeiten in der Logistik und Intralogistik, die bislang nur vom Menschen verrichtet wurden, könnten nunmehr von neu auf dem Markt verfügbaren Technologien erledigt werden. 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. Dagegen wird 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.

Der deutliche Anstieg des Substituierbarkeitspotenzials in den unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen um 19 Prozentpunkte steht vor allem im Zusammenhang mit den verschiedenen inzwischen marktreif gewordenen Softwareanwendungen, die gesetzliche Regelungen oder Vorschriften in teils selbstlernende Computerprogramme übersetzt haben. Der deutliche Zuwachs in den Reinigungsberufen um 17 Prozentpunkte ist insbesondere auf die nun potenziell von kollaborativen Robotern ausführbaren 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. Besonders bemerkenswert ist, dass das Substituierbarkeitspotenzial in den medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufen sowie in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen nicht gestiegen ist. Durch den potenziellen Einsatz von 3D-Druckern in der Medizintechnik könnten zwar manche Tätigkeiten in einigen Bereichen der medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufe substituiert werden. In anderen diesem Berufssegment zugeordneten Berufen sind die Substituierbarkeitspotenziale dagegen deutlich gesunken, vor allem, weil in der Krankenpflege der Anteil administrativer und damit substituierbarer Tätigkeiten zurückgegangen ist. Insgesamt ist in diesem Berufssegment ein Rückgang des Substituierbarkeitspotenzials um einen Prozentpunkt zu verzeichnen. In den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen haben sich vor allem die auszuübenden Tätigkeiten stark verändert: Ersetzbare Tätigkeiten haben an Bedeutung verloren und viele neue, nicht ersetzbare Tätigkeiten haben an Bedeutung gewonnen. In den naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen kommt hinzu, dass es dort zunehmend weniger um die Bedienung bestimmter technischer Geräte als vielmehr um die Analyse von Daten geht. Das ist vor allem dadurch zu erklären, dass sich die Berufsbilder in den medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufen sowie in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen so verändert haben, dass sie sich an die technologischen Möglichkeiten anpassen. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass eben nur wenige Berufsbilder mit der Digitalisierung Schritt halten können (Dengler/Matthes 2018a).

3.3 Betroffenheit sozialversicherungspflichtig Beschäftigter

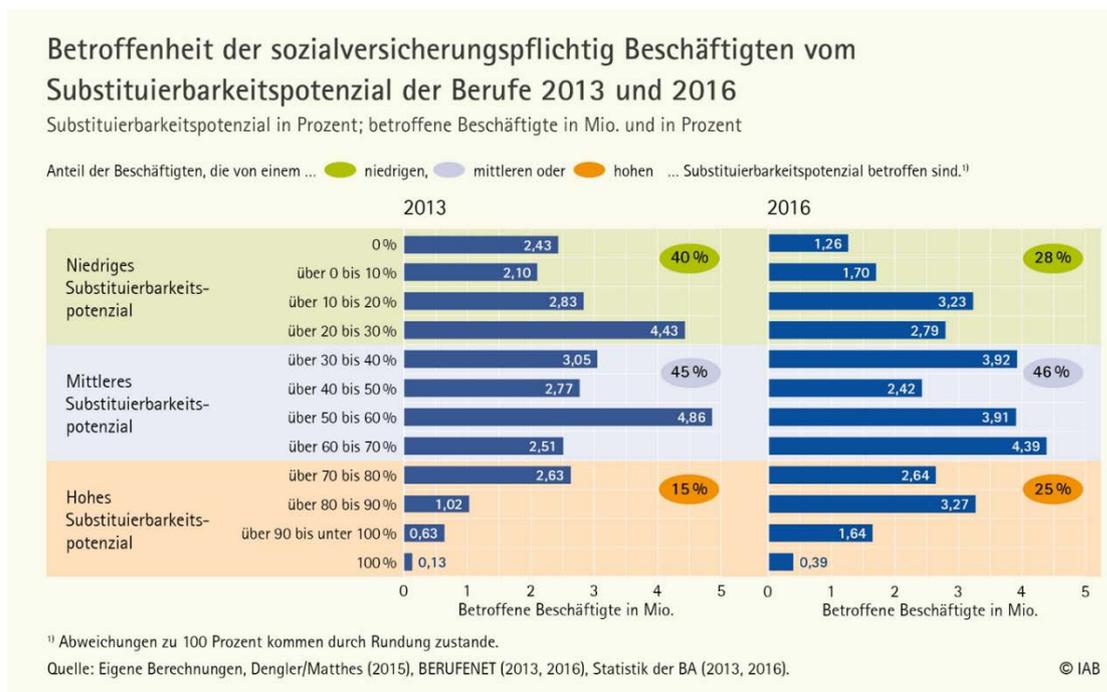
Die Substituierbarkeitspotenziale werden auf Ebene der Berufe beziehungsweise der beruflichen Tätigkeiten berechnet. Um Aussagen darüber machen zu können, welche potenziellen Folgen die Digitalisierung für die Beschäftigten in Deutschland haben könnte, können die Substituierbarkeitspotenziale der Berufe auf die Beschäftigungsstruktur in Deutschland übertragen werden. Abbildung 3 stellt dar, wie viele sozialversicherungspflichtig Beschäftigte hochgerechnet in den Jahren 2013 und 2016 in Berufen mit verschiedenen Substituierbarkeitspotenzialen beschäftigt waren (Dengler/Matthes 2018a). Waren im Jahr 2013 noch rund 40 Prozent (11,8 Millionen) der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt, sinkt dieser Anteil im Jahr 2016 auf etwa 28 Prozent (9,0 Millionen). Das Substituierbarkeitspotenzial eines Berufs gilt dann als niedrig, wenn der Anteil der Tätigkeiten, die durch Computer oder computergesteuerte Maschinen erledigt werden könnten, bei maximal 30 Prozent liegt.

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Berufen mit einem mittleren Substituierbarkeitspotenzial arbeiten – das heißt, der Anteil substituierbarer Tätigkeiten liegt zwischen 30 und 70 Prozent –, ist annähernd gleichgeblieben: Während im Jahr 2013 etwa 45 Prozent

(13,2 Millionen) der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten Berufe mit mittlerem Substituierbarkeitspotenzial ausgeübt haben, waren es 2016 rund 46 Prozent (14,6 Millionen).

Stark gestiegen ist dagegen die Betroffenheit in den Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. 2013 waren noch circa 15 Prozent (4,4 Millionen) der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent beschäftigt. Bis 2016 ist dieser Anteil auf gut 25 Prozent gestiegen. Das heißt, 2016 arbeitete ein Viertel aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (7,9 Millionen) in Berufen, in denen mindestens 70 Prozent der anfallenden Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten. Dieser starke Anstieg der Betroffenheit von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial zwischen 2013 und 2016 zeigt, dass sich in den letzten Jahren nur in wenigen Berufen die Tätigkeitsprofile der Beschäftigten genauso schnell verändert haben wie die potenziellen Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien in diesen Berufen.

Abbildung 3:



Quelle: Abbildung aus Dengler/Matthes (2018a). © IAB

Dies bedeutet aber nicht, dass im gleichem Umfang Arbeitsplätze wegfallen müssen. Dass eine Tätigkeit als substituierbar eingestuft ist, heißt nicht, dass sie zukünftig nur noch von Computern und computergesteuerten Maschinen erledigt wird, denn 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 muss eine Reihe ethischer Probleme gelöst werden, bevor bestimmte Tätigkeiten substituiert werden dürfen.

Durch die Digitalisierung werden 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. Damit könnte der Gesamtbeschäftigungseffekt der Digitalisierung in der Summe durchaus positiv ausfallen.

Selbst wenn Tätigkeiten tatsächlich ersetzt werden, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass ein Beruf dadurch verschwindet. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass sich die in diesem Beruf zu erledigenden Tätigkeiten verändern. Während die ersetzbaren Tätigkeiten Computer oder computergesteuerte Maschinen ausführen, gewinnen die nicht ersetzbaren Tätigkeiten für den Menschen an Bedeutung, und es kommen neue zu erledigende Tätigkeiten hinzu. In seltenen Fällen entstehen sogar neue Berufe. All dies kann aber bei der Berechnung der Substituierbarkeitspotenziale vorab nicht abgeschätzt werden.

4 Regionale und branchenspezifische Ergebnisse für Deutschland

Um Aussagen darüber machen zu können, welche potenziellen Folgen die Digitalisierung für die Beschäftigten in Deutschland haben könnte, können die Substituierbarkeitspotenziale der Berufe auf die Beschäftigungsstruktur in Deutschland wie oben beschrieben übertragen werden. Zudem kann man sie auch auf die regionale oder branchenspezifische Beschäftigungsstruktur übertragen. Im Folgenden wird der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial betrachtet, das heißt in diesen Berufen können über 70 Prozent der Tätigkeiten potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen übernommen werden.

4.1 Bundesländer und Kreise

Buch/Dengler/Matthes (2016) haben – bezogen auf die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2013 – regionale Unterschiede hinsichtlich der Substituierbarkeitspotenziale festgestellt: Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial gearbeitet haben, betrug zwischen 8 Prozent in Berlin und mehr als 20 Prozent im Saarland.

Wie sehen nun die regionalen Unterschiede im Jahr 2016 aus? In allen Bundesländern ist ein deutlicher Anstieg zu beobachten (Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio 2018): Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, variiert 2016 zwischen knapp 15 Prozent in Berlin und etwa 30 Prozent im Saarland (Abbildung 4). Dabei haben sich kaum regionale Verschiebungen ergeben: 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 – wie schon 2013 – in Sachsen-Anhalt und Hessen. In Sachsen – 2013 noch leicht über dem Durchschnitt aller Bundesländer – arbeiten inzwischen leicht unterdurchschnittlich viele Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. In Bremen – 2013 noch leicht unterdurchschnittlich – 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.

Abbildung 4:



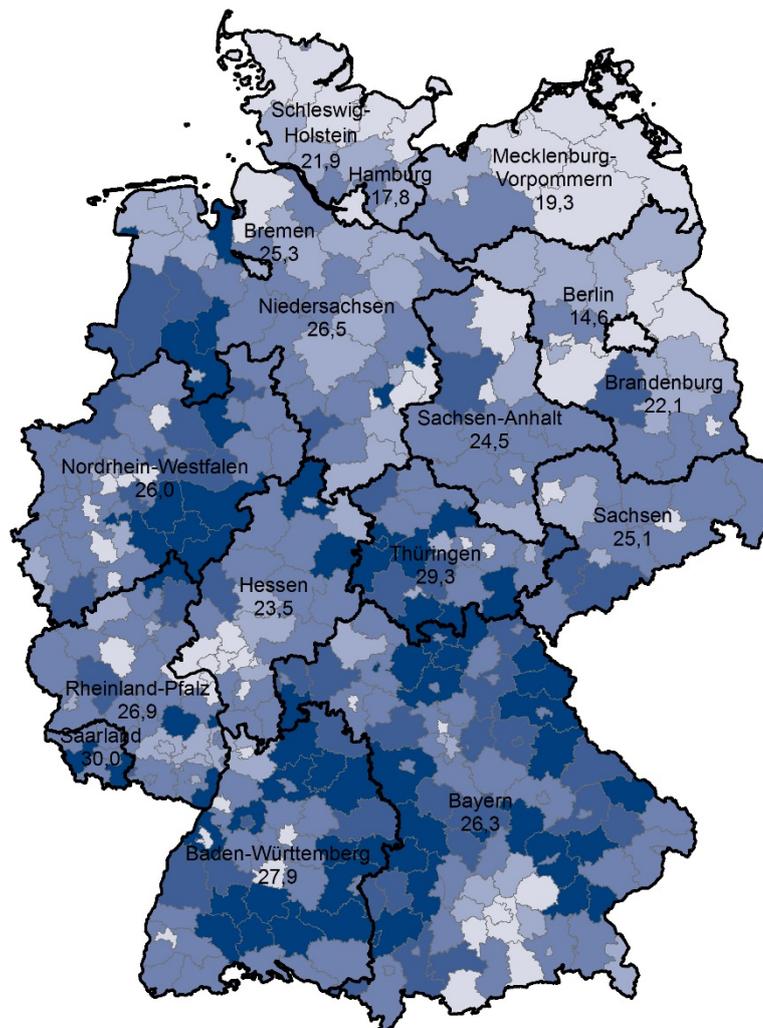
Quelle: Abbildung aus Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio (2018). © IAB

Auch auf Kreisebene variieren die Substituierbarkeitspotenziale nochmals erheblich: zwischen 14,2 Prozent in Potsdam (Stadt) und bis zu 51,8 Prozent im Kreis Dingolfing-Landau (Abbildung 5). Neben einigen Landkreisen im Norden und Nordosten Deutschlands sind vor allem Stadtkreise eher weniger betroffen.

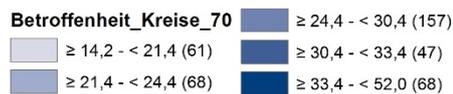
Wie lassen sich die regionalen Unterschiede erklären? Für diese Unterschiede zwischen den Regionen spielt die historisch gewachsene Branchenstruktur eine wichtige Rolle. Mit steigendem Anteil der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe steigt auch der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (Buch/Dengler/Matthes 2016; Dengler/Matthes/Wydra-

Somaggio 2018). Bundesländer beziehungsweise Kreise mit einem hohen Anteil an Beschäftigten in Dienstleistungsbranchen wie dem Gastgewerbe haben dagegen wenige Beschäftigte in diesen Berufen.

Abbildung 5: Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial, nach Kreisen
2016, in Prozent



Ein hohes Substituierbarkeitspotenzial (> 70 %) weisen X % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf



© IAB, GeoBasis-DE / BKG 2015

Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2018a), BERUFENET (2016), Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 31.12.2016). © IAB

Aber nicht nur die Branchenstruktur, sondern auch die berufliche Zusammensetzung der Beschäftigten innerhalb einer Branche ist dafür ausschlaggebend. Im Saarland etwa ist das Substituier-

barkeitspotenzial nicht nur wegen der überdurchschnittlich vielen Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe so hoch, sondern auch, weil die dort Beschäftigten häufiger in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Die besonders niedrigen Substituierbarkeitspotenziale in Berlin und Hamburg sind nicht nur auf die sehr wenigen Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe oder die sehr vielen Beschäftigten in verschiedenen Dienstleistungsbranchen zurückzuführen, sondern auch darauf, dass in vielen Branchen der beiden Stadtstaaten eher Spezialisten oder Experten beschäftigt sind und weniger Fachkräfte. Insgesamt bedeuten aber hohe Substituierbarkeitspotenziale nicht, dass hoch betroffene Regionen mit einem Arbeitsplatzverlust zu rechnen haben beziehungsweise in Regionen mit niedriger Betroffenheit kein Anpassungsdruck besteht. Das Substituierbarkeitspotenzial darf nicht als Vorhersage für mögliche Beschäftigungsverluste missverstanden werden. Es zeigt vielmehr auf, in welchen Berufen und Regionen 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.

4.2 Branchen

Um dem Zusammenhang zwischen Branchen und der Substituierbarkeit noch etwas genauer auf den Grund zu gehen, wird im Folgenden der Zusammenhang zwischen Substituierbarkeitspotenzialen und Branchen für ganz Deutschland betrachtet. Die Unterschiede zwischen den Substituierbarkeitspotenzialen in den Branchen sind in Deutschland sehr groß. Abbildung 6 zeigt die Anteile der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten einer Branche an allen Beschäftigten sowie den Anteil der Beschäftigten mit einem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent innerhalb der jeweiligen Branche (Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio 2018). In Deutschland sind 21,5 Prozent der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe – also in Wirtschaftsbereichen, die Güter und Waren in Fabriken und Anlagen produzieren oder verarbeiten – zu finden. Davon sind 53,7 Prozent in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig. Für diesen vergleichsweise hohen Anteil liefert die Berufsstruktur dieser Branche eine Erklärung: Rund ein Viertel aller Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe arbeitet in Fertigungsberufen, die ein Substituierbarkeitspotenzial von 83 Prozent aufweisen, und fast ein Drittel in fertigungstechnischen Berufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 70 Prozent.

Mit 14,2 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ist das Gesundheits- und Sozialwesen die zweitgrößte Branche in Deutschland. Davon sind nur 5,4 Prozent der Beschäftigten in Berufen tätig, in denen mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten. Wichtigster Grund dafür ist, dass in dieser Branche Berufe mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial dominieren: Über 60 Prozent der Beschäftigten sind in den medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 21 Prozent tätig.

Die Branchen mit den höchsten Anteilen an Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial sind nach dem Verarbeitenden Gewerbe der Bergbau (48,2 %) und die Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (47,9 %). Die niedrigsten Anteile sind im Gastgewerbe (3,3 %) und

im Bereich Erziehung und Unterricht (4,4 %) festzustellen. Allerdings sind in diesen Branchen insgesamt relativ wenige Beschäftigte tätig, sodass ihre Bedeutung für die Substituierbarkeitspotenziale in Deutschland weniger ins Gewicht fällt.

Auch hier gilt, dass hoch betroffene Branchen nicht mit einem Arbeitsplatzverlust rechnen müssen. Substituierbarkeitspotenziale bedeuten immer auch Produktivitätspotenziale, die es zu nutzen gilt.

Abbildung 6:



Quelle: Abbildung aus Dengler/Matthes/Wydra-Somaggo (2018). © IAB

5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Zwischen 2013 und 2016 ist das Substituierbarkeitspotenzial über alle Anforderungsniveaus hinweg und in fast allen Berufssegmenten gestiegen. Zudem hat sich gezeigt, dass in Deutschland zwischen 2013 und 2016 der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, von circa 15 Prozent (4,4 Millionen) auf rund 25 Prozent (7,9 Millionen) gestiegen ist. Dies bedeutet aber nicht, dass Arbeitsplätze im gleichen Umfang wegfallen werden. Es handelt sich lediglich um Substituierbarkeitspotenziale; ob diese Tätigkeiten tatsächlich wegfallen, hängt auch von vielen anderen Faktoren ab. Projektionen bis 2035 zeigen, dass durch die fortschreitende Digitalisierung 1,5 Millionen Arbeitsplätze wegfallen werden, aber gleichzeitig etwa genauso viele Arbeitsplätze neu entstehen (Zika et al. 2018). Das bedeutet, dass die Herausforderung der Digitalisierung weniger in der Zahl der Arbeitsplatzver-

luste besteht, sondern viel mehr in der sich stark verändernden Branchen- und Berufsstruktur. Dabei werden Berufe nur in den seltensten Fällen komplett verschwinden, sie werden sich vor allem verändern.

Vor diesem Hintergrund wird eine der größten Herausforderungen sein, das Wissen und Können auf dem aktuellen technologischen Stand zu halten (Dengler/Matthes 2015b). Deswegen kommt gerade der (Weiter-)Bildung zukünftig eine ganz besondere Bedeutung zu – nicht nur für Geringqualifizierte, sondern auch für Fachkräfte. Bereits in der Schule müssen die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, dass Computer nicht nur verwendet, sondern bewusst und kontrolliert für das Lernen oder für die Selbstorganisation eingesetzt werden. Ausbildungen müssen so gestaltet werden, dass alle Auszubildenden mit den neuesten technologischen Innovationen in ihrem Beruf vertraut gemacht werden. Auch Fachkräfte müssen verstärkt dabei unterstützt werden, sich fit für die neuen Anforderungen der digitalen Arbeitswelt zu machen.

Der technologische Wandel kann nicht mehr – wie bisher – hauptsächlich durch junge, neu in den Arbeitsmarkt Eintretende getragen werden (Dengler/Matthes 2018a). Eine abgeschlossene berufliche Ausbildung oder ein Hochschulstudium bleiben zwar weiterhin die grundlegende Basis für die Bewältigung zukünftiger Herausforderungen der Arbeitswelt. Weil das Wissen aber immer schneller veraltet, reicht die Erstausbildung immer seltener aus, um den Anforderungen eines gesamten Erwerbslebens gewachsen zu sein. Lernen im Erwerbsleben muss deshalb zur Normalität werden. Dazu müssen insbesondere die Möglichkeiten und Strukturen zur Weiterbildung, Höherqualifizierung und Umschulung ausgebaut werden (Kruppe/Leber/Matthes 2017).

Auf den ersten Blick liegt es dabei nahe, vor allem digitale Inhalte zu stärken (Dengler/Matthes 2018a). Vergessen wird in diesem Zusammenhang aber häufig, dass sich mit der Digitalisierung auch die Art und Weise verändert, wie gearbeitet wird (zum Beispiel Arbeit in virtuellen Teams). Deshalb steigen nicht nur die Anforderungen an das Wissen über Computer und den Umgang mit ihnen, sondern es wird zukünftig auch wichtiger, über soziale Kompetenzen wie Kooperationsbereitschaft, Kommunikationsstärke, Selbstmanagement oder Empathie zu verfügen. Außerdem sollten bei der Aus- und Weiterbildung auch fachübergreifende Kompetenzen vermittelt werden. Beispielsweise sollte nicht nur die Bedienung einer konkreten Maschine oder Anlage im Mittelpunkt stehen, sondern auch vermittelt werden, welche verschiedenen Methoden es gibt, ein bestimmtes Arbeitsergebnis zu erzielen. Nur so kann gewährleistet werden, dass das Wissen über traditionelle Herstellungsmethoden und die Fähigkeit, diese auch anzuwenden, nicht verloren geht. Das könnte einer der wichtigsten Bausteine für die kreative Bewältigung künftiger Probleme sein. So bleiben die Mitarbeiter mit ihren Erfahrungen und Kompetenzen ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Unternehmen der Zukunft.

Literatur

Buch, Tanja; Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2016): Relevanz der Digitalisierung für die Bundesländer: Saarland, Thüringen und Baden-Württemberg haben den größten Anpassungsbedarf. [IAB-Kurzbericht Nr. 14](#).

- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018a): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. [IAB Kurzbericht Nr. 4.](#)
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018b): The impacts of digital transformation on the labour market: Substitution potentials of occupations in Germany. In: Technological Forecasting & Social Change, 137, p. 304–316.
- 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.](#)
- Kruppe, Thomas; Leber, Ute; Matthes, Britta (2017): Sicherung der Beschäftigungsfähigkeit in Zeiten des digitalen Umbruchs. [IAB-Stellungnahme Nr. 7.](#)
- Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc I. (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. [IAB-Kurzbericht Nr. 9.](#)

Impressum

IAB-Stellungnahme 2|2019

Veröffentlichungsdatum

12. April 2019

Redaktion

Martina Dorsch

Herausgeber

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

Rechte

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des IAB gestattet

Bezugsmöglichkeit dieses Dokuments

<http://doku.iab.de/stellungnahme/2019/sn0219.pdf>

Bezugsmöglichkeit aller Veröffentlichungen der Reihe „IAB-Stellungnahme“

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

Website

www.iab.de

ISSN

2195-5980