

IAB-KURZBERICHT

Aktuelle Analysen aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

13|2021

In aller Kürze

- Substituierbarkeitspotenziale sagen etwas darüber aus, in welchem Ausmaß berufliche Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen vollautomatisch erledigt werden könnten.
- Eine Neubewertung der Substituierbarkeitspotenziale ist vor allem deshalb wieder erforderlich, weil seit 2016 eine Reihe neuer Technologien marktreif geworden ist.
- Bei der Aktualisierung für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2019 zeigt sich für alle Anforderungsniveaus ein Anstieg gegenüber 2016, insbesondere in den Fachkraft- und Spezialistenberufen.
- Die höchsten Substituierbarkeitspotenziale sind noch immer in den Fertigungsberufen festzustellen; die niedrigsten in den sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen. Am stärksten gestiegen sind sie in den Sicherheits- und Handelsberufen.
- Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, ist von 25 Prozent im Jahr 2016 auf rund 34 Prozent im Jahr 2019 gestiegen. Dabei handelt es sich um Berufe, in denen mindestens 70 Prozent der Tätigkeiten potenziell substituierbar sind.
- Ob diese Potenziale jedoch ausgeschöpft werden, hängt von vielen Faktoren ab: Eher nicht substituiert wird, wenn menschliche Arbeit wirtschaftlicher, flexibler oder von besserer Qualität ist oder wenn rechtliche oder ethische Hürden einer Substitution entgegenstehen.

Folgen des technologischen Wandels für den Arbeitsmarkt

Auch komplexere Tätigkeiten könnten zunehmend automatisiert werden

von Katharina Dengler und Britta Matthes

Um aktuelle Aussagen über die potenziellen Folgen der Digitalisierung für die Beschäftigten in Deutschland treffen zu können, prüfen wir regelmäßig, welche neuen Technologien marktreif sind und schätzen ab, welche beruflichen Tätigkeiten durch den Einsatz solcher Technologien potenziell automatisch ausgeführt werden könnten. Unter Berücksichtigung der veränderten Tätigkeitsprofile in den Berufen berechnen wir die Substituierbarkeitspotenziale neu – hier für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2019.

Die Substituierbarkeitspotenziale sagen etwas darüber aus, in welchem Ausmaß zu einem bestimmten Zeitpunkt berufliche Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden könnten (vgl. Infobox 1 auf Seite 2). Unsere Analysen haben gezeigt, dass diese Potenziale eng mit der zukünftigen

Beschäftigungsentwicklung zusammenhängen: Je höher das Substituierbarkeitspotenzial in einem Beruf ist, desto schwächer wächst die Beschäftigung im Durchschnitt in diesem Beruf (Dengler/Matthes 2018). Das gilt selbst dann, wenn eine veränderte Wirtschaftsleistung in den Sektoren und damit verbundene Anpassungen der Arbeitsnachfrage berücksichtigt werden (Dengler et al. 2020).

Erstmals haben wir die Substituierbarkeitspotenziale für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2013 berechnet (Dengler/Matthes 2015). Da Technologien weiterentwickelt werden, sich aber auch die Tätigkeitsprofile in den Berufen verändern, neue Berufe und Tätigkeiten entstehen und Beschäftigte ihren Beruf wechseln, werden diese Substituierbarkeitspotenziale regelmäßig aktualisiert. Bei der ersten Aktualisierung – für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2016 – haben wir vor allem die Einsatz-

möglichkeiten mobiler kollaborativer Roboter, selbstlernender Computeralgorithmen sowie erster Anwendungen von 3D-Druck und virtueller Realität berücksichtigt. Bei der hier vorliegenden Neubewertung der Substituierbarkeitspotenziale werden die bis 2019 marktreif gewordenen Technologien einbezogen.

Werttransfer ohne dritte Instanz (Blockchain)

Wo Transparenz und Nachvollziehbarkeit erforderlich sind, verspricht man sich von der Blockchain-Technologie Vorteile. Hier sind vor allem die Finanz-, Versicherungs- und Energiewirtschaft oder die Transportlogistik zu nennen. Unter „Blockchain“ versteht man eine dezentrale Datenbank, die Informationen in Datensätzen – sogenannten Blöcken – speichert. Sie gilt als besonders fälschungssicher, weil erst alle Computer eines

vordefinierten Netzwerks prüfen und bestätigen müssen, dass eine Veränderung der bisherigen Information zulässig ist, bevor der Block um die entsprechenden Informationen erweitert und danach versiegelt wird. Die Informationen werden also unveränderlich und für jeden sichtbar den originalen Informationen hinzugefügt. So können zum Beispiel Musikstücke mit einem elektronischen Wasserzeichen (einem sogenannten kryptografischen Token) versehen werden, sodass Musiker ihre Musik selbst automatisiert verkaufen und vor unbefugter Verwendung schützen können.

Blockchain bietet also die Möglichkeit, fälschungssicher und ohne die Bemühung von Agenturen oder von zentralen Instanzen wie Zentralbanken, Zentralregistern, Grundbuchämtern und Notariaten Geschäfte abzuwickeln und dabei automatisch die vom Gesetzgeber vorgeschriebene revisionssichere Archivierung bestimmter Dokumente zu gewährleisten. Deswegen wurden vor allem Tätigkeiten wie Verkauf, Vertrieb, Verleih oder Leasing als automatisierbar eingestuft. Dies betrifft aber nicht nur Berufe in Musikverlagen, sondern auch solche im Kunst- und Antiquitätenhandel, im Automobilverkauf oder Kaufleute im Reederei- und Schiffsmaklergewerbe.

Realitätsnahe virtuelle Realität und Simulation von Produkt, Prozess und Service (digitaler Zwilling)

Eine realitätsnahe virtuelle Realität entsteht, indem Daten mithilfe von Sensoren, Scans und anderen Kommunikationsschnittstellen (wie einem RFID-Chip) direkt an den interessierenden Orten und Objekten erfasst und in eine computergenerierte virtuelle Umgebung transferiert werden. Dieses virtuelle Abbild der Wirklichkeit wird um interaktive Elemente erweitert, zum Beispiel mit Daten über die physikalischen Eigenschaften des herzustellenden Produktes, über die Fertigung oder die dazugehörigen Geschäftsprozesse. In diesem sogenannten digitalen Zwilling können dann durch Simulation beispielsweise die Effektivität unterschiedlicher Fertigungskonstellationen oder die Konsequenzen eines Zulieferengpasses ermittelt werden.

Ein konkretes Beispiel für den Einsatz digitaler Zwillinge stellt das Building Information Modeling

1

Definition des Substituierbarkeitspotenzials

Das Substituierbarkeitspotenzial sagt etwas darüber aus, wie hoch der Anteil an Kerntätigkeiten in einem Beruf ist, der potenziell durch den Einsatz der jeweils verfügbaren Computer oder computergesteuerten Maschinen vollautomatisch erledigt werden könnte. Datengrundlage für die Ermittlung des Substituierbarkeitspotenzials sind die berufskundlichen Informationen zu den Tätigkeiten aus der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit. Drei Codiererinnen recherchieren unabhängig voneinander für jede der dort aufgeführten circa 8.000 Tätigkeiten, ob es eine computergesteuerte Maschine oder einen Computeralgorithmus gibt, der diese Tätigkeit vollumfänglich automatisch erledigen könnte.

Bei dieser Einschätzung geht es ausschließlich um die technische Machbarkeit. Wenn eine Tätigkeit als substituierbar 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 substituierbare Tätigkeiten eher nicht ersetzt. Darüber hinaus kann substituierbare Arbeit einen Wert an sich haben, weil etwa dem in Handarbeit gefertigten Produkt eine größere Wertschätzung entgegengebracht wird.

Anschließend wird für die knapp 4.000 in Deutschland bekannten Berufe ermittelt, wie hoch der Anteil der typischerweise in diesen Berufen zu erledigenden Kerntätigkeiten ist, der durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen automatisiert werden könnte. Welche Tätigkeiten für einen Beruf Kerntätigkeiten sind, arbeiten Berufsexpertinnen und Berufsexperten im Auftrag der Bundesagentur für Arbeit auf Basis von Ausbildungsordnungen oder Stellenausschreibungen heraus. Diese Einschätzungen werden jährlich aktualisiert.

Das Substituierbarkeitspotenzial wird berechnet, indem für jeden Beruf die Zahl der durch Computer ersetzbaren Kerntätigkeiten durch die gesamte Anzahl der Kerntätigkeiten dividiert wird. Für einen guten Überblick müssen die Berufe jedoch zusammengefasst dargestellt werden. Um zu berücksichtigen, dass Einzelberufe mit hohen Beschäftigtenzahlen das Substituierbarkeitspotenzial stärker beeinflussen als Einzelberufe mit einer kleinen Beschäftigtenzahl, werden die Substituierbarkeitspotenziale auf Einzelberufsebene mit einem Gewicht, das auf Basis der Beschäftigtenzahlen ermittelt wird, zusammengefasst (Dengler/Matthes/Paulus 2014).

(kurz BIM) dar, bei dem Bauvorhaben in mindestens fünf Dimensionen digital erstellt und in Echtzeit optimiert werden können. Dabei werden zusätzlich zum dreidimensionalen Bauplanmodell auch die Faktoren Kosten und Zeit berücksichtigt. So kann, weil alle am Bau Beteiligten in Echtzeit Zugriff auf sämtliche für das Bauprojekt notwendigen Informationen haben, die Zusammenarbeit effizienter werden: Kommt es beispielsweise bei einem Gewerk zu Bauverzögerungen, können die Auswirkungen auf Bauzeit und -kosten zeitnah eingeschätzt und unmittelbar Anpassungen der Material- und Personaleinsatzplanung vorgenommen werden.

Durch den Einsatz dieser Technologien können etwa Konstruktions- und Planungsaufgaben (z. B. Anlagen-, Produktions- und Bauausführungsplanung), aber auch Managementaufgaben (z. B. Personaleinsatz- und Finanzplanung) automatisiert werden. Das hat unter anderem Konsequenzen für viele Ingenieur- und Technikerberufe etwa im Maschinenbau oder Systems Engineering, aber auch für Berufe im Prozessmanagement oder Controlling.

Automatisierte Entscheidungsverfahren (Algorithmic Decision Making)

Die digitale Vernetzung ist eine der grundlegenden Voraussetzungen dafür, dass auf Informationen über vorhandene Kapazitäten, Waren oder Materialien möglichst in Echtzeit zugegriffen werden kann. Darauf aufbauend können automatisierte Datenanalysen (Augmented Analytics) durchgeführt werden, die letztlich vollständig autonome Entscheidungen von Maschinen und Systemen möglich machen (Algorithmic Decision Making).

Ein Beispiel für automatisierte Entscheidungsverfahren stellt die maschinelle Übersetzung von Texten in nahezu Echtzeit dar. Sprache wird dafür nicht nach linguistischen Regeln analysiert, sondern anhand von Wahrscheinlichkeiten. Ein sogenanntes „neuronales Netz“ – ein durch Gewichtung miteinander verbundenes System von Algorithmen – lernt während der Trainingsphase, wie es einen Text am besten übersetzt. Dafür wird die automatisch generierte Übersetzung mit einer gegebenen Referenzübersetzung verglichen und ein korrigierendes Feedback an das neuronale Netz zurückgesendet, das dann die Gewichtung der Algorithmen auto-

matisch anpasst. Zwar sind diese automatisierten Übersetzer noch nicht perfekt, insbesondere wenn es darum geht, „zwischen den Zeilen“ zu übersetzen. Sie können aber auch heute schon sehr hilfreich sein, um Sprachbarrieren zu überwinden.

Automatisierte Entscheidungsverfahren können insbesondere dazu beitragen, die Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit von Verwaltungs- und Sachbearbeitungsprozessen, aber auch anderen Management- und Geschäftsprozessen zu erhöhen. Dadurch sind beispielsweise Tätigkeiten wie Übersetzen, aber auch Korrespondenz, Kostenanalyse oder Kreditvergabe automatisierbar. Allerdings kann sich der Einsatz solcher Technologien erheblich auf die Lebenschancen der betroffenen Menschen auswirken. Das wirft eine Vielzahl ethischer, rechtlicher, politischer und technischer, aber auch wirtschaftlicher Fragen auf, die sich insbesondere darauf richten, wie viel Einfluss der Mensch bei den automatisierten Entscheidungen behalten sollte.

3D-Druck (Additive Fertigung)

Der 3D-Druck ermöglicht die Herstellung dreidimensionaler Objekte auf der Grundlage digitaler Informationen durch das schichtweise Auftragen von Materialien. Bislang wurden 3D-Drucker vor allem bei der Herstellung von Prototypen oder Modellen sowie von Ersatzteilen oder Werkstücken, von denen nur geringe Stückzahlen benötigt werden, eingesetzt. Inzwischen können aber nahezu alle Materialien gedruckt werden – angefangen vom Kunststoff, über Metalle, Glas bis hin zu Schokolade. Hinzu kommt, dass 3D-Druckverfahren inzwischen in einigen Produktionsbereichen serienmäßig eingesetzt werden, etwa in der Elektronik, um gebogene, zweidimensionale Oberflächen mit elektronischen Bauelementen zu bedrucken.

Ein wesentlicher Vorteil des 3D-Drucks ist die hohe Designfreiheit, weil eine hohe geometrische Komplexität möglich ist. Es können zum Beispiel metallische Bauteile gedruckt werden, die man mit klassischen Zerspanungsverfahren nicht herstellen könnte. Die hohe Präzision, aber auch die Möglichkeit, sehr schnell und flexibel Anpassungen in Material und Form vorzunehmen und dabei das Material höchst effizient einsetzen zu können, sprechen für diese Technologie.

So vielfältig die mit der 3D-Druck-Technologie verarbeitbaren Materialien und herstellbaren Produkte, so vielfältig sind auch die Berufe, in denen Auswirkungen bei der Einführung dieser Technologie erwartet werden können. Allerdings sind vom Einsatz des 3D-Drucks nur solche Tätigkeiten betroffen, die bereits substituierbar waren, sodass die Substituierbarkeitspotenziale deswegen nicht gestiegen sind. Jedoch eröffnet der 3D-Druck für viele Berufe neue Tätigkeitsfelder, weil Formen ausgedruckt werden können, die bislang nicht herstellbar waren, oder weil die Herstellung von Produkten im Höchstmaß individualisiert werden kann.

Neue Tätigkeiten und neue Berufe

Nicht nur die Verfügbarkeit neuer Technologien hat eine Neubewertung der Substituierbarkeitspotenziale erforderlich gemacht. Auch die Berufsbilder haben sich verändert. Substituierbare Tätigkeiten wurden automatisiert und haben an Bedeutung verloren. Allerdings sind zwischen 2016 und 2019 eher selten Kerntätigkeiten weggefallen, vielmehr haben nicht substituierbare Kerntätigkeiten an Bedeutung gewonnen. So stieg zum Beispiel die Zahl der Berufe, in denen Controlling oder Kundenberatung eine Kerntätigkeit geworden ist.

Darüber hinaus sind über 200 Tätigkeiten neu in die etwa 8.000 Tätigkeiten umfassende Liste zur Beschreibung der Tätigkeitsprofile der Berufe aufgenommen worden. Darunter beispielsweise „agiles Projektmanagement“ – also Managementkonzepte, bei denen Projekte unter intensiver Mitwirkung des Auftraggebers oder der Auftraggeberin flexibel und mit geringem bürokratischem Aufwand gesteuert werden; oder „Usability Testing“ – ein Verfahren, bei dem die Gebrauchstauglichkeit einer Software oder Hardware mit den potenziellen Nutzerinnen und Nutzern überprüft wird. Allerdings sind lediglich 27 dieser neuen Tätigkeiten als Kerntätigkeit in einen Beruf eingegangen. Meistens werden neue Tätigkeiten also nicht sofort für alle in einem Beruf Beschäftigten relevant, sondern werden – wenn überhaupt – erst nach einer gewissen Zeit zu einer Kerntätigkeit dieses Berufes.

Hinzu kommt, dass etwa 30 neue Berufe entstanden sind; darunter zum Beispiel der dreijährige Aus-

bildungsberuf Kaufmann/Kauffrau E-Commerce, bei dem man lernt, Produkte und Dienstleistungen im Internet zu verkaufen. Überwiegend sind aber Berufe neu entstanden, die nicht in einer Ausbildungs- oder Weiterbildungsordnung geregelt sind, wie etwa im UX-Design, bei dem Apps, Webseiten, Online-Services und andere digitale Elemente so optimiert werden, dass die Suche nach Informationen oder Produkten so leicht und angenehm wie möglich gemacht wird. Bei den neuen Berufen handelt es sich zumeist um Berufe, die direkt mit der Digitalisierung im Zusammenhang stehen.

Substituierbarkeitspotenziale und der IAB-Job-Futuromat

Bei der Aktualisierung der Substituierbarkeitspotenziale 2019 sind wir wieder so vorgegangen wie 2013 und 2016. Für jede der im BERUFENET zur Beschreibung der in einem Beruf auszuübenden Tätigkeiten wurde von drei Codiererinnen unabhängig voneinander recherchiert, ob es eine computergesteuerte Maschine oder ein Computerprogramm gibt, womit diese Tätigkeit vollumfänglich automatisch erledigt werden kann. Für jeden einzelnen, aktuell bekannten Beruf wird dann auf der Grundlage der aktuellen Tätigkeitsprofile berechnet, wie hoch der Anteil der substituierbaren Tätigkeiten an allen für die Ausübung dieses Berufes erforderlichen Tätigkeiten ist (vgl. Infobox 1).

Für alle der rund 4.400 in Deutschland bekannten Berufe stellen wir das Substituierbarkeitspotenzial im IAB-Job-Futuromat (<https://job-futuromat.iab.de/>) dar. Dort besteht zusätzlich die Möglichkeit, das Substituierbarkeitspotenzial eines konkreten beruflichen Tätigkeitsprofils zu ermitteln. Es können Kerntätigkeiten abgewählt werden, die in einem konkreten Job keine Rolle spielen; man kann weitere Tätigkeiten ergänzen, die manchmal im Beruf zu erledigen sind. Außerdem kann man mithilfe von Schiebereglern einstellen, wie häufig die ausgewählten Tätigkeiten ausgeführt werden.

Substituierbarkeitspotenziale 2019

Für einen Überblick fassen wir im Folgenden die Berufe zunächst entlang des Anforderungsniveaus – also des typischerweise für die Ausübung eines Berufes vorausgesetzten formalen Bildungsabschlusses – zusammen. Dabei wird unterschieden zwischen Helferberufen, für die in der Regel keine berufliche Ausbildung erforderlich ist; Fachkraftberufen, für die der Abschluss einer mindestens zweijährigen Berufsausbildung typisch ist; Spezialistenberufen, für die in der Regel ein Meister-, Techniker-, Fachwirt- oder Bachelorabschluss vorausgesetzt wird; und Expertenberufen, für die meistens der Abschluss eines mindestens vierjährigen Hochschulstudiums Zugangsvoraussetzung ist.

Abbildung A1 zeigt die Substituierbarkeitspotenziale nach Anforderungsniveaus für die technologischen Möglichkeiten in den Jahren 2019, 2016 und 2013. Man erkennt, dass die Substituierbarkeitspotenziale auch 2019 noch immer in den Helfer- und Fachkraftberufen am höchsten sind. Hier könnten durchschnittlich fast 60 Prozent der Tätigkeiten durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen automatisiert erledigt werden. Bei den Spezialistenberufen liegt dieser Wert bei rund 45 Prozent und bei den Expertenberufen bei etwa 26 Prozent. Nach wie vor gilt also, je höher das Anforderungsniveau im Beruf ist, desto geringer ist der Anteil der potenziell substituierbaren Tätigkeiten – auch wenn die Substituierbarkeitspotenziale in den Helfer- und Fachkraftberufen inzwischen fast gleich hoch sind.

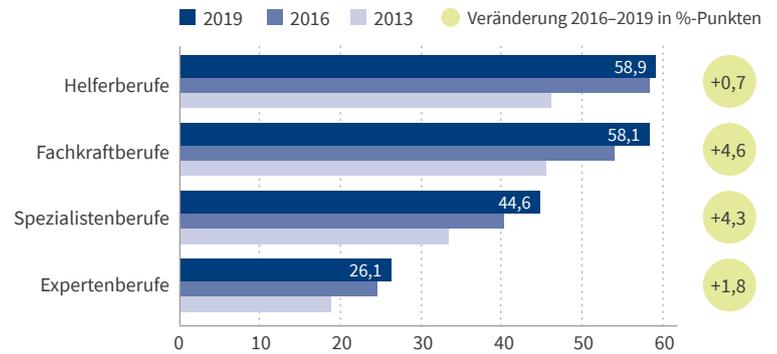
Besonders bemerkenswert ist allerdings, dass sich der Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale zwischen 2016 und 2019 gegenüber dem Anstieg zwischen 2013 und 2016 bei allen Anforderungsniveaus verlangsamt hat, und dass er zwischen 2016 und 2019 in den Fachkraft- und Spezialistenberufen am höchsten ausgefallen ist. In den Helferberufen ist das Potenzial am wenigsten gestiegen. Das liegt vor allem daran, dass die in den letzten Jahren marktreif gewordenen Technologien eher auf die Substitution komplexerer Tätigkeiten ausgerichtet und insgesamt vergleichsweise wenige Tätigkeiten zusätzlich substituierbar geworden sind.

In Abbildung A2 werden die durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenziale in den Berufsseg-

A1

Substituierbarkeitspotenziale nach Anforderungsniveau

Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern erledigt werden könnten, in Prozent

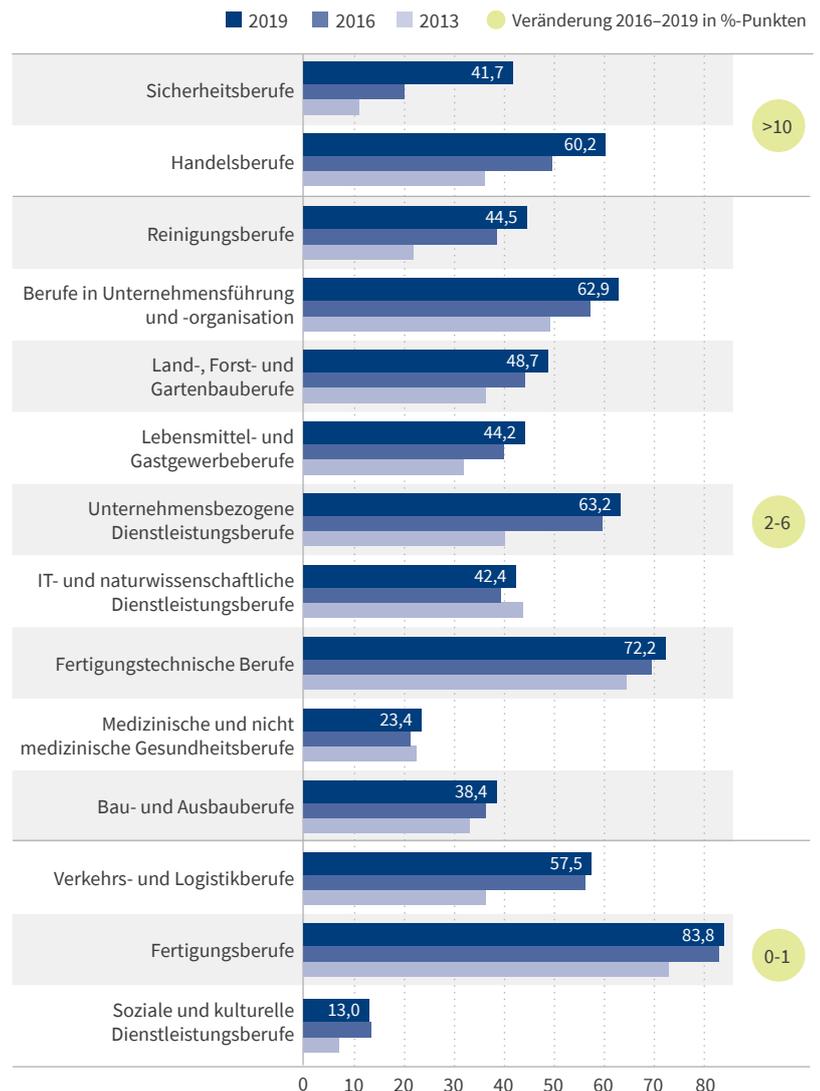


Quelle: Dengler/Matthes (2015, 2018), eigene Berechnungen für 2019. © IAB

A2

Substituierbarkeitspotenziale nach Berufssegmenten

Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern erledigt werden könnten (in Prozent), sortiert nach dem Ausmaß der Veränderung zwischen 2016 und 2019



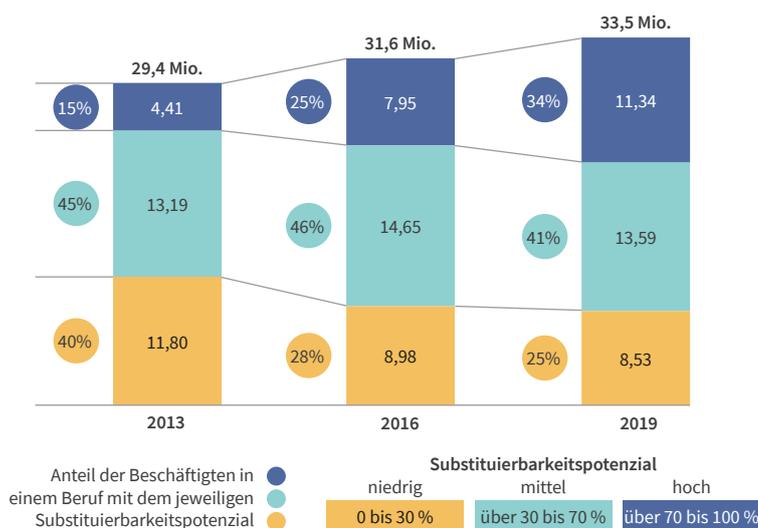
Quelle: Dengler/Matthes (2015, 2018), eigene Berechnungen für 2019. © IAB

menten – also anhand der nach Ähnlichkeit von Tätigkeiten, Kenntnissen und Fertigkeiten gruppierter Berufe – gezeigt. Zunächst kann man erkennen, dass die höchsten Substituierbarkeitspotenziale noch immer in den Fertigungsberufen vorliegen.

A3

Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe

in Millionen und Anteile in Prozent



Lesebeispiel: Im Jahr 2013 waren 40 Prozent (11,8 Mio.) der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt. Bis 2019 sank dieser Anteil auf rund 25 Prozent (8,5 Mio.).
Quelle: Dengler/Matthes (2015, 2018), eigene Berechnungen für 2019. © IAB

Durchschnittlich könnten hier fast 84 Prozent der Tätigkeiten automatisiert werden, wobei diese Substituierbarkeitspotenziale seit 2016 kaum gestiegen sind. Das könnte man als Hinweis darauf verstehen, dass es, je höher die Substituierbarkeitspotenziale sind, schwieriger und aufwendiger wird, Technologien zu entwickeln, um zusätzliche Tätigkeiten automatisierbar zu machen.

Das niedrigste Substituierbarkeitspotenzial findet man ebenfalls noch im gleichen Berufssegment wie 2016: in den sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen. Dies ist auch das einzige Berufssegment, in dem das Substituierbarkeitspotenzial nicht gestiegen ist. Hier könnten, wie schon 2016, durchschnittlich 13 Prozent der Tätigkeiten von Computern und computergesteuerten Maschinen übernommen werden.

Ein sehr geringer Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale ist neben den Fertigungsberufen auch in den Verkehrs- und Logistikberufen auszumachen. Das verwundert aber angesichts der großen Steigerung zwischen 2013 und 2016 nicht.

Die größten Zuwächse sind in den Sicherheitsberufen mit einem Plus von 22 Prozentpunkten und in den Handelsberufen mit plus 11 Prozentpunkten festzustellen. In allen anderen Berufssegmenten stiegen die Substituierbarkeitspotenziale eher moderat an: in den Bau- und Ausbauberufen sowie den medizinischen und nicht medizinischen Gesundheitsberufen um etwa 2 Prozentpunkte; in den Reinigungsberufen und den Berufen in der Unternehmensführung und -organisation um etwa 6 Prozentpunkte.

Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten

In welchem Umfang sind nun die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland von den Substituierbarkeitspotenzialen der Berufe betroffen? Um diese Frage zu beantworten, wird in Abbildung A3 gezeigt, wie viele sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit niedrigem, mittlerem oder hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Dabei gilt das Substituierbarkeitspotenzial als niedrig, wenn der Anteil an Tätigkeiten, der durch Computer oder computergesteuerte Maschinen erledigt werden könnte, bei

2

Die Corona-Pandemie als Digitalisierungsbeschleunigerin?

Hinweise darauf, dass die Covid-19-Pandemie in manchen Berufen einen Digitalisierungsschub hervorgerufen hat, gibt es zahlreiche: So hat sich im Gesundheitswesen gezeigt, beispielweise durch das Angebot von Telemedizin oder der Einführung der Corona-Warn-App, welchen großen Mehrwert der Einsatz moderner digitaler Technologien im Alltag haben kann. Ein anderes Beispiel ist, dass viele Betriebe aus Gründen des Infektionsschutzes auf den eingeschränkten Präsenzbetrieb umgestellt haben, sodass viele Beschäftigte – zu großen Teilen das erste Mal – von zu Hause aus arbeiten. Dabei ging es nicht nur darum, die notwendige IT-Ausstattung anzuschaffen, sondern auch um die Digitalisierung von Geschäftsprozessen, indem zum Beispiel Verfahren zum digitalen Signieren von Dokumenten oder zum datenschutzsicheren Durchführen von Onlinekonferenzen geschaffen wurden.

Es lassen sich noch eine Reihe weiterer Beispiele benennen, die als Beleg für einen Digitalisierungsschub während der Covid-19-Pandemie sprechen (wie das Bezahlen mit mobilen Endgeräten, Online-Identifizierung per Video-Chat, virtuelle Messen und Konferenzen, verstärkte Onlinepräsenz des Einzelhandels oder automatisierte Kreditvergabe). Man muss allerdings auch davon ausgehen, dass die Pandemie in manchen Berufen zu einer Digitalisierungsbremse geworden ist. Betriebe schieben zum Beispiel geplante Digitalisierungsvorhaben auf, weil Unsicherheiten bezüglich des Verlaufs der Pandemie bestehen und es deshalb schwer abschätzbar ist, ob sich die geplanten Digitalisierungsinvestitionen überhaupt noch lohnen bzw. nicht doch möglicherweise für die Verhinderung einer Insolvenz eingesetzt werden müssen. Weiterbildung wurde zurückgefahren, weil sie meist als Präsenzveranstaltung konzipiert war und nur partiell durch Online-Lernangebote kompensiert werden konnte. Auch Praktika, bei denen neue Technologien an die betriebsspezifischen Anforderungen angepasst werden, konnten zum Teil nicht stattfinden.

maximal 30 Prozent liegt; ein mittleres Potenzial liegt vor, wenn dieser Anteil zwischen 30 und maximal 70 Prozent beträgt; und ein hohes, wenn es mehr als 70 Prozent sind. Zum besseren Vergleich sind auch die Werte für 2013 und 2016 ausgewiesen.

Während im Jahr 2013 noch 40 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt waren, sank diese Zahl im Jahr 2019 auf rund 25 Prozent (8,5 Millionen). Dabei arbeiteten 2019 etwa 1,2 Millionen Beschäftigte in einem Beruf, in dem keine der zu erledigenden Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen hätte übernommen werden können. Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die 2019 in Berufen mit einem mittleren Substituierbarkeitspotenzial tätig waren, beträgt 41 Prozent (13,6 Millionen), während etwa ein Drittel (11,3 Millionen) in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial gearbeitet hat.

Die Verschiebungen über die Zeit sind vor allem auf die potenziellen Einsatzmöglichkeiten der neuen Technologien zurückzuführen, weniger darauf, dass sich die Zahl der Beschäftigten in den Berufen verändert hat.

Betroffenheit nach Bundesländern

Die regionale Betrachtung zeigt, dass der Anteil sozialversicherungspflichtig Beschäftigter in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial 2019 in allen Bundesländern gestiegen ist, wobei sich kaum Verschiebungen ergeben haben: In Berlin sind mit knapp 23 Prozent nach wie vor die wenigsten Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig; im Saarland ist der Anteil mit rund 39 Prozent am höchsten (vgl. Abbildung A4). Thüringen, Baden-Württemberg und – seit 2019 auch – Rheinland-Pfalz weisen ebenfalls einen überdurchschnittlichen Anteil an Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial auf. In vielen Bundesländern liegt dieser Anteil aber nur maximal 2 Prozentpunkte über dem bundesdeutschen Durchschnitt (Bremen, Nordrhein-Westfalen, Bayern und Niedersachsen) oder maximal 2 Prozentpunkte unter dem bundesdeutschen Durchschnitt (Sachsen-Anhalt, Hessen und Sachsen).

Fazit

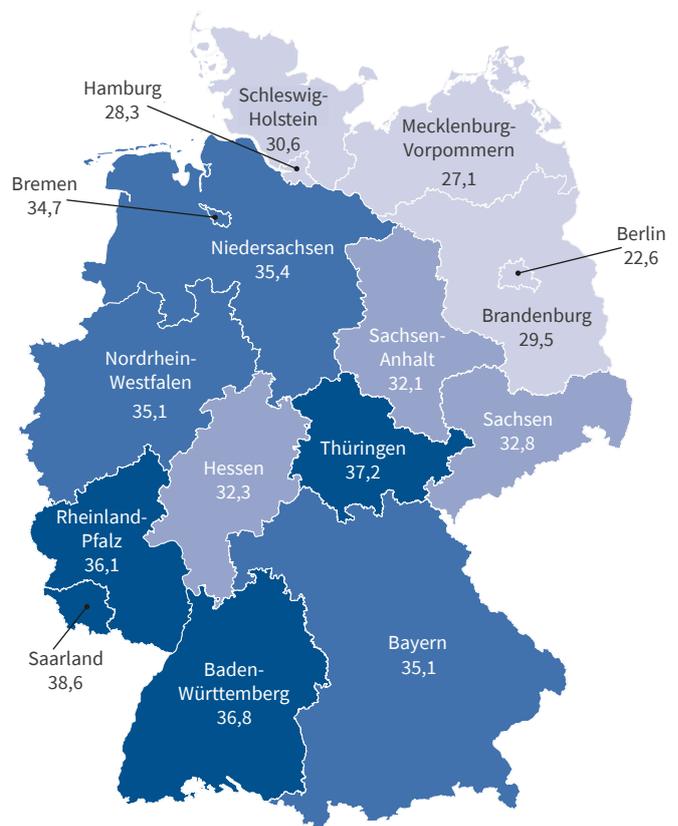
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Substituierbarkeitspotenziale 2019 erneut gestiegen sind, aber weniger stark als zwischen 2013 und 2016. Wie weiterführende Analysen zeigen, hängt dieser Anstieg vor allem mit der potenziellen Einsatzmöglichkeit neuer digitaler Technologien zusammen. Zwar sind auch etwa 30 Berufe und mehr als 200 Tätigkeiten neu entstanden und die Tätigkeitsprofile in einigen Berufen sowie die Zahl der Beschäftigten in den Berufen haben sich verändert – aber insgesamt treibt die technologische Entwicklung den Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale. Das deutet insbesondere darauf hin, dass sich nach wie vor die Tätigkeitsprofile der Berufe langsamer verändern als die Technologien beziehungsweise die potenziellen Einsatzmöglichkeiten von Technologien.

A4

Hohes Substituierbarkeitspotenzial in den Bundesländern 2019

Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (>70 %) liegt ...

- mehr als 2 Prozentpunkte ... unter dem bundesdeutschen Durchschnitt (33,9 %)
- maximal 2 Prozentpunkte ... über dem bundesdeutschen Durchschnitt (33,9 %)
- maximal 2 Prozentpunkte ... unter dem bundesdeutschen Durchschnitt (33,9 %)
- mehr als 2 Prozentpunkte ... über dem bundesdeutschen Durchschnitt (33,9 %)



Quelle: Eigene Berechnungen. © IAB



Dr. Katharina Dengler

ist Leiterin der Arbeitsgruppe „Digitale und ökologische Transformation“ und wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe „Berufe in der Transformation“ am IAB.
katharina.dengler@iab.de



Dr. Britta Matthes

ist Leiterin der Forschungsgruppe „Berufe in der Transformation“ am IAB.
britta.matthes@iab.de

Dass der Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale zwischen 2016 und 2019 in den Fachkraft- und Spezialistenberufen am höchsten und in den Helferberufen am geringsten ausgefallen ist, macht deutlich, dass durch den Einsatz von neuen digitalen Technologien zunehmend komplexe Tätigkeiten automatisiert werden können. Jedoch ist durch die in den letzten Jahren marktreif gewordenen Technologien die Zahl der substituierbaren Tätigkeiten weniger stark gestiegen als zwischen 2013 und 2016. Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass es, je höher die Substituierbarkeitspotenziale bereits sind, schwieriger und aufwendiger wird, Technologien zu entwickeln, damit zusätzliche Tätigkeiten automatisierbar werden. Dies zeigt sich zum Beispiel bei den Fertigungsberufen, die bereits 2016 ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufgewiesen haben und der Anstieg bis 2019 nur sehr gering ausgefallen ist.

Insgesamt ist inzwischen rund ein Drittel der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (>70 Prozent) beschäftigt. Regional kam es kaum zu Verschiebungen: In Berlin sind mit etwa 23 Prozent nach wie vor die wenigsten, im Saarland mit etwa 39 Prozent die meisten Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig.

Dabei bleibt nach wie vor anzumerken, dass Substituierbarkeitspotenziale lediglich etwas über die technische Machbarkeit aussagen. Ob dieses Potenzial ausgeschöpft wird, hängt auch von einer Reihe anderer Aspekte ab. Eine hohe Automatisierbarkeit bedeutet nicht zwingend, dass tatsächlich und sofort automatisiert wird. Eher nicht substituiert wird, wenn menschliche Arbeit wirtschaftlicher, flexibler oder von besserer Qualität ist oder wenn rechtliche oder ethische Hürden einer Substitution entgegenstehen. Zudem werden durch die Digitalisierung nicht nur Tätigkeiten substituierbar, sondern es entstehen auch neue Arbeitsplätze – beispielsweise um die neuen Technologien

einsetzen zu können. Allerdings kann man auch weiterhin davon ausgehen, dass die Beschäftigung in solchen Berufen stärker wächst, in denen das Substituierbarkeitspotenzial niedriger ist (Dengler et al. 2020; Dengler/Matthes 2018).

In diesem Zusammenhang kommt häufig die Frage auf, ob es im Zuge der Covid-19-Pandemie zu einem Digitalisierungsschub gekommen sei. Feststellen lässt sich zunächst, dass sich die Substituierbarkeitspotenziale nicht kurzfristig ändern, da es eine gewisse Zeit braucht, um neue Technologien zu entwickeln oder die Tätigkeitsprofile der Berufe zu verändern. Es kann aber vermutet werden, dass vorhandene Substituierbarkeitspotenziale in der Corona-Krise verstärkt oder schneller als geplant realisiert wurden (vgl. Infobox 2). Das Ausmaß lässt sich empirisch fundiert allerdings erst eine gewisse Zeit nach dem Ende der Pandemie einschätzen. Es bleibt abzuwarten, ob und in welchen Bereichen die Covid-19-Pandemie zu einer beschleunigten Substitution von Beschäftigung geführt hat. Auf jeden Fall hat sie gezeigt, dass man sehr schnell lernen kann, mit digitalen Technologien umzugehen, auch wenn diese bislang keine Rolle im Arbeitsalltag gespielt haben.

Literatur

- Dengler, Katharina; Fitzenberger, Bernd; Kagerl, Christian; Matthes, Britta (2020): [Der IAB-Job-Futuroomat: Beschäftigungsentwicklung und Fachkräfteengpässe variieren mit dem Substituierbarkeitspotenzial](#). In: IAB-Forum, 4.12.2020.
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): [Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt](#). IAB-Kurzbericht 4/2018, Nürnberg.
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): [Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar](#). IAB-Kurzbericht 24/2015, Nürnberg.
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Paulus, Wiebke (2014): [Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt – eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank](#). FDZ-Methodenreport 12/2014, Nürnberg.