

Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Wydra-Somaggio, Gabriele

**Research Report**

## Digitalisierung in den Bundesländern: Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale

IAB-Kurzbericht, No. 22/2018

**Provided in Cooperation with:**

Institute for Employment Research (IAB)

*Suggested Citation:* Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Wydra-Somaggio, Gabriele (2018) : Digitalisierung in den Bundesländern: Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale, IAB-Kurzbericht, No. 22/2018, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/185857>

**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.*

# IAB-Kurzbericht

22/2018

Aktuelle Analysen aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

## In aller Kürze

■ Die Substituierbarkeitspotenziale der Berufe – also die Anteile der Tätigkeiten in einem Beruf, der von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnte – haben wir das erste Mal für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2013 berechnet. Da seitdem viele neue Technologien marktreif geworden sind, haben wir die Substituierbarkeitspotenziale für 2016 aktualisiert.

■ Der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial – wenn also mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten ersetzbar sind – hat sich in allen Bundesländern deutlich erhöht.

■ Die Aktualisierung zeigt aber kaum Verschiebungen zwischen den Regionen: In Berlin sind mit fast 15 Prozent nach wie vor die wenigsten und im Saarland mit etwa 30 Prozent die meisten Beschäftigten betroffen.

■ Die Unterschiede zwischen den Bundesländern werden nicht nur von der regionalen Branchenstruktur, sondern auch von regionalen Unterschieden in der beruflichen Zusammensetzung der Branchen bestimmt.

■ Die hier diskutierten Substituierbarkeitspotenziale beschreiben lediglich die aktuellen technologischen Möglichkeiten. Ob und wie diese Potenziale realisiert werden, hängt aber von einer Reihe weiterer Faktoren ab.

## Digitalisierung in den Bundesländern

# Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale

von Katharina Dengler, Britta Matthes und Gabriele Wydra-Somaggio

Mit dem fortschreitenden technologischen Wandel können immer mehr berufliche Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden. Zwischen 2013 und 2016 haben sich diese sogenannten Substituierbarkeitspotenziale in fast allen Berufen erhöht. Ebenso ist der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gestiegen, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Im Folgenden zeigen wir, wie sich diese Potenziale in den deutschen Bundesländern entwickelt haben und wie das mit den regionalen Branchen- und Berufsstrukturen zusammenhängt.

Um potenzielle Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt abzuschätzen, haben wir erstmalig für das Jahr 2013 berechnet, in welchem Ausmaß berufliche Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen ausgeübt werden könnten (Dengler/Matthes 2015). In den letzten Jahren hat sich der Anteil solcher Tätigkei-

ten durch den Einsatz von mobilen, kollaborativen Robotern, selbstlernenden Computerprogrammen, 3D-Druck oder Virtueller Realität in vielen Berufen deutlich erhöht. Gleichzeitig haben sich die Tätigkeitsprofile in vielen Berufen verändert (Dengler/Matthes 2018): Automatisierbare Tätigkeiten wurden von Computern übernommen und haben für die menschliche Arbeit an Bedeutung verloren; nicht automatisierbare Tätigkeiten haben an Bedeutung gewonnen und neue Tätigkeiten sind hinzugekommen. Außerdem sind – wenn auch nur wenige – neue Berufe entstanden.

Vor diesem Hintergrund haben wir den Anteil der Tätigkeiten, die in den unterschiedlichen Berufen von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten, für das Jahr 2016 neu berechnet und die Ergebnisse mit denen von 2013 verglichen (Dengler/Matthes 2018). Dabei hat sich gezeigt, dass in Deutschland zwischen 2013 und 2016 der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten,

## 1 Hohes Substituierbarkeitspotenzial

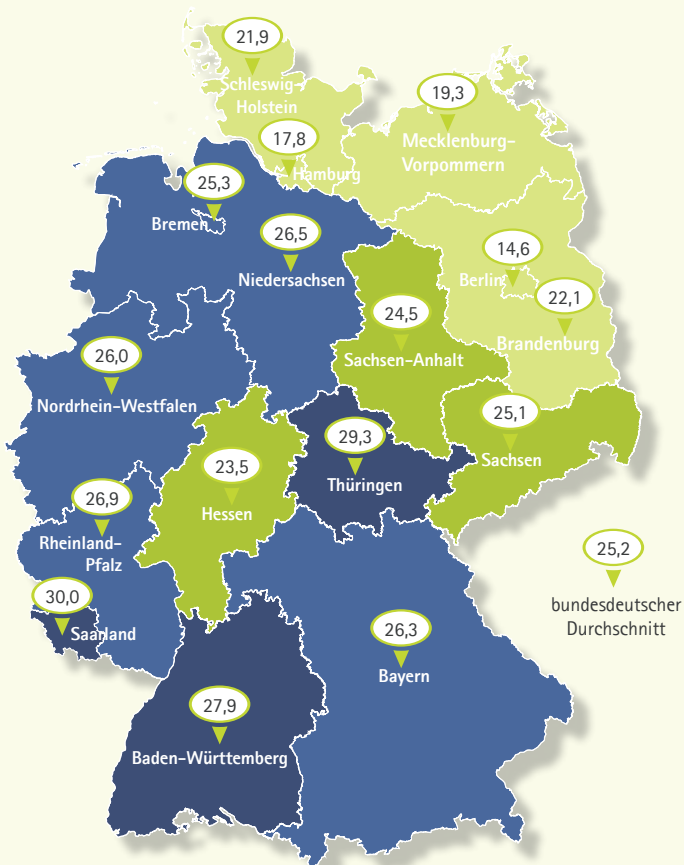
Das Substituierbarkeitspotenzial eines einzelnen Berufes wird berechnet, indem für jeden Beruf die Zahl der Kerntätigkeiten, die durch Computer und computergesteuerte Maschinen ersetzt werden können, durch die Gesamtzahl der Kerntätigkeiten geteilt wird. Kerntätigkeiten sind dabei die Tätigkeiten, die für die Ausübung des Berufs unerlässlich sind. Bestimmt man die Substituierbarkeitspotenziale von Aggregaten (Berufssegmente u. ä.), muss man berücksichtigen, dass einzelne Berufe mit hoher Beschäftigtenzahl einen größeren Einfluss auf das Substituierbarkeitspotenzial des Aggregats haben als einzelne Berufe mit geringer Beschäftigtenzahl. Deshalb wird dieses Potenzial nach der Anzahl der Beschäftigten in den einzelnen Berufen gewichtet (Dengler/Matthes/Paulus 2014).

Um die potenziellen Folgen der technologischen Möglichkeiten für die Beschäftigten oder Bundesländer abschätzen zu können, wird der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial berechnet. Das sind Berufe, in denen über 70 Prozent der Tätigkeiten potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Abbildung 1

### Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial, nach Bundesländern

2016, in Prozent



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

- mehr als 2 Prozentpunkte maximal 2 Prozentpunkte ... unter dem bundesdeutschen Durchschnitt
- maximal 2 Prozentpunkte mehr als 2 Prozentpunkte ... über dem bundesdeutschen Durchschnitt

Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 31.12.2016), Dengler/Matthes 2018; eigene Berechnungen.

© IAB

die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, von circa 15 Prozent (4,4 Millionen) auf rund 25 Prozent (7,9 Millionen) gestiegen ist. Dabei handelt es sich um Berufe, in denen mehr als 70 Prozent der Tätigkeiten von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten (vgl. Infokasten 1).

## ■ Kaum Verschiebungen zwischen den Bundesländern

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: 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 (vgl. Abbildung 1).

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.

Für diese Unterschiede zwischen den Bundesländern spielt unter anderem die historisch gewachsene Branchenstruktur eine wichtige Rolle (Zika et al. 2018). Eine genauere Betrachtung auf Bundesland-

ebene hat zum Beispiel gezeigt, dass mit steigendem Anteil der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe auch der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial steigt (Buch/Matthes/Dengler 2016).

## ■ Die regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle

Um dem Zusammenhang zwischen Branchen und der Substituierbarkeit noch etwas genauer auf den Grund zu gehen, betrachten wir im Folgenden alle Branchen – zunächst für ganz Deutschland und anschließend getrennt für die einzelnen Bundesländer.

Die Unterschiede zwischen den Substituierbarkeitspotenzialen in den Branchen – genauer gesagt zwischen den Wirtschaftsabschnitten (vgl. Infokasten 2, Seite 4) – sind in Deutschland sehr groß. Abbildung 2 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. Zusätzlich haben wir in einem [Online-Anhang](#) die Substituierbarkeitspotenziale der Berufssegmente (vgl. Infokasten 3 auf Seite 5) und die Berufsstruktur der Branchen dargestellt.

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 medizinischen und nicht-medizinischen Gesundheitsberufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von 21 Prozent tätig.

Der Handel stellt mit 13,9 Prozent der Beschäftigten die drittgrößte Branche in Deutschland dar. In dieser Branche arbeiten 22,1 Prozent der Beschäftigten in Berufen, in denen Computer oder computergesteuerte Maschinen über 70 Prozent der Tätigkeiten erledigen könnten. Hier dominieren Handelsberufe, in denen das Substituierbarkeitspotenzial 50 Prozent beträgt.

Abbildung 2

### 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



Lesebeispiel: 5,5 Prozent der Beschäftigten in Deutschland arbeiten im Baugewerbe, darunter sind 1,2 Prozent in einem Beruf mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent tätig. Dies bedeutet, dass 21,1 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Baugewerbe in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten.

Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 31.12.2016), Dengler/Matthes 2018; eigene Berechnungen.

© IAB

## 2 Die Branchen<sup>1)</sup>

Im Kurzbericht verwendete Kurzformen	Bezeichnung des Wirtschaftsabschnitts	Enthaltene Wirtschaftsabteilungen (2-Steller)
Landwirtschaft	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten; Forstwirtschaft und Holzeinschlag; Fischerei und Aquakultur
Bergbau	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	Kohlenbergbau; Gewinnung von Erdöl und Erdgas; Erzbergbau; Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau; Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau und für die Gewinnung von Steinen und Erden
Verarbeitendes Gewerbe	Verarbeitendes Gewerbe	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeherstellung; Tabakverarbeitung; Herstellung von Textilien; Herstellung von Bekleidung; Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen; Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel); Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus; Herstellung von Druckerzeugnissen, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern; Kokerei und Mineralölverarbeitung; Herstellung von chemischen Erzeugnissen; Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen; Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren; Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden; Metallherzeugung und -bearbeitung; Herstellung von Metallherzeugnissen; Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen; Herstellung von elektrischen Ausrüstungen; Maschinenbau; Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen; Sonstiger Fahrzeugbau; Herstellung von Möbeln; Herstellung von sonstigen Waren; Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen
Energieversorgung	Energieversorgung	Energieversorgung
Wasserversorgung	Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	Wasserversorgung; Abwasserentsorgung; Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen, Rückgewinnung; Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung
Baugewerbe	Baugewerbe	Hochbau; Tiefbau; Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe
Handel	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	Handel mit Kraftfahrzeugen, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen, Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen); Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
Verkehr und Lagerei	Verkehr und Lagerei	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen; Schifffahrt; Luftfahrt; Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr; Post-, Kurier- und Expressdienste
Gastgewerbe	Gastgewerbe	Beherbergung, Gastronomie
Information und Kommunikation	Information und Kommunikation	Verlagswesen; Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen, Kinos, Tonstudios und Verlegen von Musik; Rundfunkveranstalter; Telekommunikation; Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie; Informationsdienstleistungen
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	Erbringung von Finanzdienstleistungen; Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung); mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten
Immobilien-dienstleistungen	Grundstücks- und Wohnungswesen	Grundstücks- und Wohnungswesen
Wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	Erbringung von freiberuflichen wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung; Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben, Unternehmensberatung; Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung; Forschung und Entwicklung; Werbung und Marktforschung; Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten; Veterinärwesen
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	Vermietung von beweglichen Sachen; Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften; Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen; Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien; Gebäudebetreuung, Garten- und Landschaftsbau; Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. g.
Öffentliche Verwaltung	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
Erziehung und Unterricht	Erziehung und Unterricht	Erziehung und Unterricht
Gesundheits- und Sozialwesen	Gesundheits- und Sozialwesen	Gesundheitswesen; Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime); Sozialwesen (ohne Heime)
Kunst und Unterhaltung	Kunst, Unterhaltung und Erholung	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten; Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten; Spiel-, Wett- und Lotteriewesen; Erbringung von Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung
Sonstige Dienstleistungen	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen (ohne Sozialwesen und Sport); Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten und Gebrauchsgütern, Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen

<sup>1)</sup> Zur Darstellung der Branchenergebnisse verwenden wir in diesem Kurzbericht die Definition der Wirtschaftsabschnitte gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008. Aufgrund geringer Fallzahlen werden die Wirtschaftsabschnitte „Private Haushalte mit Hauspersonal, Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt“ sowie „Exterritoriale Organisationen und Körperschaften“ aus der Analyse ausgeschlossen.

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 die regionalen Branchen- und Berufsstrukturen sind wichtig

Die Unterschiede zwischen den Substituierbarkeitspotenzialen in den Bundesländern können mit den Unterschieden in der regionalen Branchenstruktur in Zusammenhang gebracht werden. So beträgt 2016 der Anteil der im Verarbeitenden Gewerbe Beschäftigten in Berlin – dem Bundesland mit dem niedrigsten Anteil an Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial – 7,7 Prozent, während er im Saarland – dem Bundesland mit dem höchsten Anteil an Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial – 25,6 Prozent beträgt (vgl. Tabelle 1, Seite 6). Umgekehrt geht ein überdurchschnittlicher Anteil an Beschäftigten in Dienstleistungsbranchen – wie dem Gastgewerbe – mit einem niedrigeren Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial in den Bundesländern einher.

Die hier betrachtete regionale Branchenstruktur erklärt aber nur einen Teil der Unterschiede zwischen den Substituierbarkeitspotenzialen in den Bundesländern. Hinzu kommt, dass sich die berufliche Zusammensetzung der Beschäftigten innerhalb einer Branche in den Bundesländern unterscheidet. So sind 44,7 Prozent der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Berlin in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig, während es im Saarland 63,9 Prozent sind (vgl. Tabelle 1). Das vergleichsweise niedrige Substituierbarkeitspotenzial in Berlin kommt also nicht nur dadurch zustande, dass relativ wenige Beschäftigte im Verarbeitenden Gewerbe tätig sind, sondern auch dadurch, dass die dort Beschäftigten seltener in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Auch in Bayern sind die Beschäftigten des Verarbeitenden Gewerbes – anders als beispielsweise im Saarland – seltener als im Bundesdurchschnitt in Berufen mit

## 3 Die Berufe

In Deutschland gibt es viele Berufsbezeichnungen; häufig sind die Unterschiede zwischen diesen Bezeichnungen aber nicht so groß, dass es gerechtfertigt ist, von zwei unterschiedlichen Berufen zu sprechen. Das ist der wichtigste Grund, warum berufliche Tätigkeiten klassifiziert werden. Die aktuelle Klassifikation der Berufe 2010 unterscheidet zwei Dimensionen der beruflichen Tätigkeiten:

In der ersten Dimension, der Berufsfachlichkeit, werden die Berufe hinsichtlich der Ähnlichkeit ihrer Tätigkeiten sowie der benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten gruppiert. Hier benutzen wir zur Beschreibung „Berufssegmente“.

Die zweite Dimension, das Anforderungsniveau, bildet die unterschiedlichen Komplexitätsgrade innerhalb der Berufe ab. Hierzu werden vier Anforderungsniveaus unterschieden, die sich an den formalen beruflichen Bildungsabschlüssen orientieren (Paulus/Matthes 2013):

- Helfer: keine berufliche Ausbildung oder eine einjährige Berufsausbildung
- Fachkräfte: eine mindestens zweijährige Berufsausbildung oder ein berufsqualifizierender Abschluss an einer Berufsfach- oder Kollegschule
- Spezialisten: Meister- oder Techniker Ausbildung bzw. weiterführender Fachschul- oder Bachelorabschluss
- Experten: ein mindestens vierjähriges abgeschlossenes Hochschulstudium

hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig. Das liegt vor allem daran, dass das Verarbeitende Gewerbe im Saarland stärker von der Fertigung geprägt ist, während in Bayern die Technische Forschung und Entwicklung sowie die Produktionsplanung eine größere Bedeutung haben.

Die Kombination der Informationen über die regionale Branchen- und Berufsstruktur lässt also interessante Unterschiede zwischen den Bundesländern sichtbar werden. Ein weiteres Beispiel sind die Sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen, zu denen unter anderem die Gebäudereinigung, das Sicherheitsgewerbe, aber auch die Arbeitnehmerüberlassung gehören: Der Anteil der Beschäftigten in dieser Branche ist in Berlin, Hamburg und Bremen überdurchschnittlich. In Berlin und Hamburg sind aber deutlich unterdurchschnittlich viele Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig, während dies in Bremen überdurchschnittlich viele sind. Das ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass in Bremen in dieser Branche vor allem Helfer in der Lagerwirtschaft arbeiten, während in Hamburg und Berlin Berufe in der Gebäudereinigung, im Objektschutz und Dialogmarketing eine wichtigere Rolle spielen.

Darüber hinaus liegt der Anteil an Beschäftigten in den Wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen in Berlin und Hamburg deutlich über dem Durchschnitt aller Bundesländer, während er in den ostdeutschen Bundesländern – außer Sachsen – unterdurchschnittlich ist. Hinzu kommt, dass die Beschäftigten in Berlin und Hamburg in dieser

Tabelle 1

### Anteil der Beschäftigten einer Branche an allen Beschäftigten sowie Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial innerhalb der Branchen in Deutschland und in den Bundesländern

Anteile in Prozent<sup>1)</sup>

Branche a) Beschäftigungsanteil b) davon: Anteil der Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial		Deutschland	Berlin	Hamburg	Mecklenburg- Vorpommern	Schleswig-Holstein	Brandenburg	Hessen	Sachsen-Anhalt	Sachsen	Bremen	Nordrhein-Westfalen	Bayern	Niedersachsen	Rheinland-Pfalz	Baden-Württemberg	Thüringen	Saarland
Verarbeitendes Gewerbe	a)	21,5	7,7	10,5	12,5	15,1	14,0	18,0	17,7	20,1	17,3	20,5	25,9	21,5	23,3	29,6	24,2	25,6
	b)	53,7	44,7	40,7	55,9	51,6	56,4	51,7	59,6	59,1	50,5	56,2	50,9	55,3	54,7	52,0	61,0	63,9
Gesundheits- und Sozialwesen	a)	14,2	15,1	11,7	17,8	16,6	15,9	12,6	15,6	14,8	13,5	15,4	12,8	15,1	15,4	12,3	15,2	15,6
	b)	5,4	4,3	2,6	4,5	5,8	4,9	4,8	4,7	5,8	6,8	6,2	5,2	4,9	6,6	5,4	6,3	5,8
Handel	a)	13,9	12,2	15,1	13,0	17,8	13,2	13,9	12,8	12,4	12,6	14,8	13,8	14,7	14,4	13,3	12,2	14,3
	b)	22,1	15,4	18,7	21,6	22,6	23,7	22,0	22,7	22,9	21,0	22,6	22,3	22,4	24,1	22,0	24,7	24,1
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	a)	7,2	10,0	9,5	8,5	7,0	8,7	7,8	9,0	8,2	9,3	7,7	6,2	6,8	5,6	5,5	7,8	7,1
	b)	31,3	14,9	22,4	19,5	24,1	26,6	24,6	30,4	31,9	41,0	33,4	32,5	37,3	38,9	36,3	46,3	35,0
Wissenschaftlich technische Dienstleistungen	a)	6,6	9,6	11,0	4,0	5,2	4,1	7,9	3,7	5,2	7,7	6,8	6,8	5,7	4,9	7,1	3,8	5,3
	b)	24,2	19,4	17,5	29,1	28,8	25,7	21,2	29,1	25,6	23,0	23,5	24,1	29,4	29,6	24,6	29,2	29,4
Öffentliche Verwaltung	a)	5,6	5,9	4,4	7,5	6,4	9,1	5,5	7,9	6,1	4,3	5,1	4,7	6,1	6,3	5,3	6,5	6,1
	b)	8,4	10,2	6,7	8,0	9,1	6,0	8,8	6,6	5,9	8,3	9,2	10,1	9,7	8,8	6,9	6,2	6,4
Baugewerbe	a)	5,5	4,4	3,4	7,4	6,8	7,7	4,8	7,3	6,6	3,9	4,9	5,5	6,3	6,3	5,2	6,9	5,1
	b)	21,1	20,2	21,3	20,5	20,5	21,7	19,5	22,7	22,0	20,9	21,7	22,1	20,2	21,0	19,6	22,4	20,1
Verkehr und Lagerei	a)	5,4	5,0	8,9	5,7	5,2	7,4	7,0	6,2	5,6	11,0	5,3	4,6	5,3	4,7	4,2	4,9	4,2
	b)	22,2	16,1	25,8	17,2	17,8	23,0	18,5	17,1	19,9	32,6	24,5	22,5	23,1	22,7	23,0	22,6	18,9
Erziehung und Unterricht	a)	3,9	6,8	3,6	5,1	3,4	3,4	3,8	4,9	5,5	4,3	3,8	3,4	3,9	4,3	3,2	4,4	3,5
	b)	4,4	4,5	5,0	3,7	2,9	3,3	5,0	3,0	3,4	3,5	4,6	4,8	6,3	2,8	4,1	3,0	4,6
Gastgewerbe	a)	3,2	5,2	4,0	5,8	3,9	3,5	3,3	2,9	3,3	3,0	2,6	3,4	2,9	3,2	2,8	2,8	2,5
	b)	3,3	2,9	2,8	2,5	2,9	2,5	5,7	2,1	2,3	2,6	3,6	3,6	2,7	3,3	3,2	2,5	2,5
Information und Kommunikation	a)	3,2	6,2	6,1	1,3	1,9	1,4	3,7	1,4	2,5	3,0	3,1	3,8	1,9	2,3	3,5	1,7	2,2
	b)	11,5	9,6	8,3	12,9	14,5	15,9	11,1	17,9	16,4	13,8	12,4	10,7	13,6	10,8	10,1	17,1	11,8
Finanz- und Versicherungs- dienstleistungen	a)	3,1	2,5	5,0	1,5	2,6	1,5	5,6	1,6	1,7	2,5	3,3	3,5	2,8	2,7	3,0	1,6	3,2
	b)	47,9	41,6	27,2	60,9	56,4	55,9	45,6	60,3	50,6	45,1	45,6	43,8	56,1	61,6	53,5	66,8	53,4
Sonstige Dienstleistungen	a)	2,6	4,1	2,4	2,9	3,2	2,9	2,6	2,5	2,7	3,3	2,7	2,3	2,5	2,9	2,1	2,7	2,0
	b)	9,5	6,9	12,3	8,5	9,6	8,1	11,7	7,1	10,1	9,0	10,0	8,2	11,2	10,0	9,2	7,4	10,6
Kunst und Unterhaltung	a)	0,9	1,5	1,3	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	1,1	1,3	0,9	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8
	b)	7,3	8,7	9,0	6,3	6,9	7,0	6,2	5,4	7,9	7,1	6,7	8,3	6,7	8,0	7,4	6,1	5,8
Immobilienleistungen	a)	0,8	2,1	1,5	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	1,3	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,8	0,4
	b)	9,8	9,6	10,0	9,1	9,3	8,4	12,9	9,8	9,3	7,1	9,2	9,3	9,3	9,3	10,4	9,8	12,7
Wasserversorgung	a)	0,8	1,0	0,8	1,1	0,7	1,2	0,7	1,4	1,0	0,9	0,8	0,5	0,8	0,8	0,5	1,0	0,7
	b)	27,5	20,9	26,1	30,0	26,5	30,3	23,5	34,3	26,2	26,8	27,9	27,1	31,2	25,0	27,7	28,5	28,4
Energieversorgung	a)	0,7	0,6	0,7	0,9	0,9	1,0	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,8
	b)	32,3	26,5	22,3	32,3	36,6	33,9	33,2	35,7	30,1	24,9	31,6	34,2	33,1	36,1	30,7	34,2	37,8
Land- und Forstwirtschaft	a)	0,7	0,0	0,1	2,7	1,4	2,3	0,3	1,8	1,2	0,1	0,4	0,5	1,2	0,8	0,3	1,6	0,2
	b)	9,9	4,5	6,3	13,2	7,7	15,0	6,4	15,0	13,3	26,2	7,4	6,6	8,8	7,0	6,6	14,3	4,5
Bergbau	a)	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,8	0,3	0,8	0,1	0,0	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1
	b)	48,2	16,9	15,5	35,7	31,2	41,6	42,3	56,3	41,2	46,2	63,3	37,7	42,9	44,8	39,9	47,2	45,3

  mehr als 2 Prozentpunkte unter dem bundesdeutschen Durchschnitt

  mehr als 2 Prozentpunkte über dem bundesdeutschen Durchschnitt

<sup>1)</sup> Abweichungen zu 100 Prozent kommen durch Rundungen zustande.

Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 31.12.2016), Dengler/Matthes 2018; eigene Berechnungen.

© IAB

Branche seltener in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Das liegt aber nicht nur daran, dass Berlin und Hamburg Hochschulstandorte mit vielen Beschäftigten in Forschung und Lehre sind, sondern auch daran, dass dort der Anteil der Rechtsanwälte und Unternehmensberater größer ist.

Außerdem haben Berlin und Hamburg einen deutlich überdurchschnittlichen Beschäftigungsanteil in der Branche Information und Kommunikation und die dort Beschäftigten sind seltener als in anderen Bundesländern in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig. Das hat vor allem damit zu tun, dass in dieser Branche in Berlin und Hamburg – als zwei der führenden Medienstandorte in Deutschland – beispielsweise deutlich häufiger als in anderen Bundesländern Redakteure und Journalisten beschäftigt sind, und das sind Berufe mit einem niedrigen Substituierbarkeitspotenzial.

Bemerkenswert sind auch die Finanz- und Versicherungsdienstleistungen. Abgesehen von Hamburg und Hessen sind in dieser Branche die Beschäftigungsanteile in allen Bundesländern ähnlich hoch. Gleichzeitig gibt es deutliche Unterschiede im Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial: In Hamburg liegt dieser Anteil mit 27 Prozent mehr als 20 Prozentpunkte unter dem bundesdeutschen Durchschnitt. Viele der in Hamburg Beschäftigten sind in unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen tätig (vgl. [Online-Anhang](#)). Genauer betrachtet sind in Hamburg – wo sich der Sitz einiger großer Versicherungsunternehmen befindet – die Beschäftigten im Vergleich zu allen anderen Bundesländern viel seltener als Fachkräfte (wie Versicherungskaufleute), sondern häufiger als Spezialisten (wie Versicherungsfachwirte) oder Experten (wie Versicherungsbetriebswirte) beschäftigt. Das Substituierbarkeitspotenzial der Versicherungskaufleute beträgt 75 Prozent (<https://job-futuromat.iab.de>), das der Versicherungsfachwirte 58 Prozent und das der Versicherungsbetriebswirte 38 Prozent, so dass sich in dieser Branche für Hamburg deutliche Unterschiede zu den anderen Bundesländern ergeben.

Da dieser Zusammenhang nicht nur für die Versicherungsbranche gilt, kann man sagen, dass die niedrigen Substituierbarkeitspotenziale in den beiden Stadtstaaten Berlin und Hamburg sich auch deshalb ergeben, weil dort in vielen Branchen häufiger als in anderen Bundesländern Spezialisten und Experten beschäftigt sind, die in der Regel ein niedrigeres Substituierbarkeitspotenzial aufweisen als die entsprechenden Fachkräfte.

## ■ Fazit

Die Aktualisierung der Substituierbarkeitspotenziale für das Jahr 2016 hat gezeigt, dass der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzialen durch die neuen technologischen Möglichkeiten in allen Bundesländern gestiegen ist. Dabei kam es kaum zu Verschiebungen zwischen den Regionen: In Berlin sind nach wie vor die wenigsten und im Saarland die meisten Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig.

Die Unterschiede zwischen den Bundesländern hängen unter anderem mit der historisch gewachsenen Branchenstruktur zusammen: Je mehr Beschäftigte in einem Bundesland im Verarbeitenden Gewerbe tätig sind, desto höher ist dort auch der Anteil der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Bundesländer mit einem hohen Anteil an Beschäftigten in Dienstleistungsbranchen wie dem Gastgewerbe haben dagegen wenige Beschäftigte in diesen Berufen.

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

Das bedeutet aber nicht, dass Berlin und Hamburg keinen Anpassungsbedarf haben. Die Substituierbarkeitspotenziale sagen nämlich lediglich etwas über die aktuell bestehenden technologischen Möglichkeiten aus, berufliche Tätigkeiten von Computern und computergesteuerten Maschinen automatisch erledigen zu lassen. Auch weiterhin werden Technologien neu- oder weiterentwickelt. Dabei können die Bundesländer beispielsweise durch Forschungsförderung, aber auch durch die Gestaltung der Beziehung zwischen Hochschulen und Wirtschaftsunternehmen darüber mitentscheiden, in welchen Bereichen welche neuen Technologien erforscht und





Dr. Katharina Dengler ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Forschungsgruppe „Berufliche Arbeitsmärkte“ im IAB.  
katharina.dengler@iab.de



Dr. Britta Matthes ist Leiterin der Forschungsgruppe „Berufliche Arbeitsmärkte“ im IAB.  
britta.matthes@iab.de



Dr. Gabriele Wydra-Somaggio ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Regionalem Forschungsnetz, Regional-einheit Rheinland-Pfalz-Saarland, im IAB.  
gabriele.wydra-somaggio@iab.de

entwickelt werden; oder beeinflussen, wie schnell solche Technologien Marktreife erlangen.

Es müssen aber nicht nur technische Probleme gelöst werden, sondern häufig auch ethische (zum Beispiel: Für welche Zwecke dürfen wem die Daten, die ein Lernroboter im Kinderzimmer erfasst, zur Verfügung gestellt werden?) oder rechtliche (zum Beispiel: Welche Eigenschaften muss ein Auslieferungsroboter haben, damit er eine Betriebsgenehmigung erhält?). Die Bundesländer können – etwa durch die Einrichtung einer mit diesem spezifischen Auftrag versehenen Ethikkommission – unterstützen, solche Hürden zu überwinden.

Selbst wenn technische, ethische und rechtliche Hürden genommen sind, können kostentechnische Überlegungen noch eine Rolle spielen. Solange menschliche Arbeit billiger ist, lohnen sich Investitionen in Computer und computergesteuerte Maschinen erst nach längerer Zeit oder gar nicht. Bei starkem Lohngefälle zwischen den Regionen führt das dazu, dass in Bundesländern mit niedrigeren Löhnen weniger in neue digitale Technologien investiert wird als in anderen – was letztlich zu einer Vertiefung des regionalen Lohngefälles führt. Ein Ausbau der digitalen Infrastruktur ist deshalb insbesondere in strukturschwachen Regionen zu empfehlen.

Investitionen in digitale Technologien ziehen aber auch einen in Umfang und Struktur veränderten Fachkräftebedarf nach sich, denn es muss entsprechend qualifiziertes Personal geben, das die neuen Technologien bedienen und warten kann. Dafür sind Investitionen nicht nur in Maschinen, sondern auch in die vorhandene Belegschaft erforderlich. Angesichts der demografischen Entwicklung wird sich die Konkurrenz um die neu auf den Arbeitsmarkt eintretenden Generationen in den nächsten Jahren weiter verschärfen, sodass auch ältere Erwerbstätige mithelfen müssen, die digitale Transformation zu bewältigen. Hier können die Bundesländer unterstützen, indem sie beispielsweise die Voraussetzungen für eine Bildungslandschaft schaffen, die den Herausforderungen der zukünftigen digitalen Arbeitswelt angemessen ist.

Ob und wie die Substituierbarkeitspotenziale realisiert werden, hängt von einer Reihe weiterer

Faktoren ab, wie der demografischen Entwicklung, der Migrationsströme, der Effizienzsteigerung der Produktion, der Neuentstehung von Produkten, der Lohn- und Preisentwicklung, der Veränderungen von Konsumverhalten, von Arbeitsangebot und -nachfrage, usw. In Projektionen wird deshalb versucht, durch Fortschreibung der Entwicklungen aus der Vergangenheit – unter begründeter Annahme über die Größe und Richtung der wirtschaftlich relevanten Entwicklungen – Szenarien zu entwerfen, die beispielsweise aufzeigen, mit welchen Veränderungen in Zahl und Struktur der Beschäftigten zu rechnen ist. Aus dem Wirtschaft-4.0-Szenario geht hervor, dass die größte Herausforderung der Digitalisierung weniger in der Zahl der Arbeitsplatzverluste, sondern in der stark veränderten Branchen- und Berufsstruktur besteht (Zika et al. 2018).

Das Substituierbarkeitspotenzial darf deswegen auch nicht als Vorhersage für mögliche Beschäftigungsverluste missverstanden werden. Es zeigt vielmehr auf, in welchen Branchen und Berufen in den Bundesländern technologische 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.

## 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 (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. [IAB-Kurzbericht Nr. 4.](#)
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. [IAB-Kurzbericht Nr. 24.](#)
- Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc Ingo (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. [IAB-Kurzbericht Nr. 9.](#)