

Buch, Tanja; Stöckmann, Andrea

Research Report

Entwicklung der Substituierbarkeitspotenziale auf dem Hamburger Arbeitsmarkt: Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten

IAB-Regional. IAB Nord, No. 03/2018

Provided in Cooperation with:

Institute for Employment Research (IAB)

Suggested Citation: Buch, Tanja; Stöckmann, Andrea (2018) : Entwicklung der Substituierbarkeitspotenziale auf dem Hamburger Arbeitsmarkt: Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten, IAB-Regional. IAB Nord, No. 03/2018, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/214823>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

Institut für Arbeitsmarkt-
und Berufsforschung

Die Forschungseinrichtung der
Bundesagentur für Arbeit

IAB

IAB-Regional

Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz

3/2018

Entwicklung der Substituierbarkeits- potenziale auf dem Hamburger Arbeitsmarkt

Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der
Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten

Tanja Buch
Andrea Stöckmann

ISSN 1861-051X

IAB Nord
in der Regionaldirektion

Nord

Entwicklung der Substituierbarkeitspotenziale auf dem Hamburger Arbeitsmarkt

Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der
Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten

Tanja Buch (IAB Nord)

Andrea Stöckmann (IAB Nord)

IAB-Regional berichtet über die Forschungsergebnisse des Regionalen Forschungsnetzes des IAB. Schwerpunktmäßig werden die regionalen Unterschiede in Wirtschaft und Arbeitsmarkt – unter Beachtung lokaler Besonderheiten – untersucht. IAB-Regional erscheint in loser Folge in Zusammenarbeit mit der jeweiligen Regionaldirektion der Bundesagentur für Arbeit und wendet sich an Wissenschaft und Praxis.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
1 Einleitung	9
2 Daten und Methoden	13
3 Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg	14
3.1 Substituierbarkeitspotenzial in den Berufssegmenten	14
3.2 Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau	17
3.3 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial	19
3.4 Substituierbarkeitspotenzial nach Wirtschaftsabschnitten	24
4 Fazit	27
Literatur	31
Anhang	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Hamburg, 2016/2015, Angaben in Prozent	15
Abbildung 2:	Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau in Hamburg, 2016/2015, Angaben in Prozent	18
Abbildung 3:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Hamburg, 2016/2015, Anteile in Prozent	20
Abbildung 4:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit einem hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Anforderungsniveau, Hamburg, 2016/2015	23
Abbildung 5:	Top 10 der Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Anzahl der Beschäftigten in Hamburg, 2016	24
Abbildung 6:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Wirtschaftsabschnitten in Hamburg, 2016, Anteile in Prozent	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispiel für einen Beruf mit veränderter Aufgabenzusammensetzung	10
Tabelle 2:	Beispiel für einen neu entstandenen Beruf	11
Tabelle 3:	Beispiel für einen Beruf mit veränderter Ersetzbarkeit der Tätigkeiten	12
Tabelle 4:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Hamburg, 2016/2015	19

Kartenverzeichnis

Karte 1:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Bundesländern, Anteile in Prozent	22
----------	--	----

Anhangsverzeichnis

Tabelle A 1:	Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KIdB 2010	32
Tabelle A 2:	Substituierbarkeitspotenzial 2016/2015 und Beschäftigungsanteile nach Berufssegmenten in Hamburg und Deutschland	33
Tabelle A 3:	Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Hamburg und Deutschland, 2016/2015	34
Tabelle A 4:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) in Hamburg nach Anforderungsniveau, 2016/2015	34
Tabelle A 5:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Deutschland und Hamburg nach Anforderungsniveau, 2016, Anzahl und Anteile in Prozent	35
Tabelle A 6:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Wirtschaftsabschnitten in Hamburg, 2016, Anzahl und Anteile in Prozent	36

Zusammenfassung

Im Jahr 2016 haben wir ein IAB-Regional zu den Folgen der Digitalisierung für den Arbeitsmarkt in Hamburg vorgelegt (Buch/Dengler/Stöckmann 2016). Die Studie bezifferte, wie viele der in einem Beruf anfallenden Tätigkeiten zum Zeitpunkt der Untersuchung von Computern oder computergesteuerten Maschinen hätten erledigt werden können. Seit unserer letzten Studie sind viele neue Technologien marktreif geworden. Vor diesem Hintergrund haben Dengler und Matthes (2018) eine Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten vorgenommen. Auf Basis dieser Neubewertung berechnen wir in der vorliegenden Studie den Anteil der substituierbaren Tätigkeiten in den Berufen neu, vergleichen die Ergebnisse mit denen aus der Vorstudie und untersuchen, wie sich die potenzielle Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten verändert hat. Über fast alle Berufssegmente und Anforderungsniveaus hinweg ist das Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg deutlich gestiegen. Besonders groß ist die Zunahme in den Verkehrs- und Logistikberufen. In Bezug auf das Anforderungsniveau sind die Substituierbarkeitspotenziale in den Helferberufen mit deutlichem Abstand am stärksten, in den Expertenberufen am wenigsten stark gestiegen. In den Helfer- und Fachkraftberufen ist nunmehr durchschnittlich die Hälfte der Tätigkeiten substituierbar; über die Spezialisten zu den Experten sinkt das Substituierbarkeitspotenzial dann deutlich. Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent arbeiten, ist von 9,3 Prozent auf 17,8 Prozent gestiegen.

Keywords:

Arbeitsmarkt, Digitalisierung, Hamburg, Substituierbarkeitspotenziale

Wir danken Katharina Dengler und Britta Matthes für die Bereitstellung der regionalen Daten sowie Gabriele Wydra-Somaggio für wertvolle inhaltliche Kommentare und Annette Röhrig für die redaktionelle Überarbeitung.

1 Einleitung

Im Jahr 2016 haben wir ein IAB-Regional zu den Folgen der Digitalisierung für den Arbeitsmarkt in Hamburg vorgelegt (Buch/Dengler/Stöckmann 2016). Die Studie bezifferte auf Grundlage von Berufsdaten aus der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (BA) aus dem Jahr 2013 und Beschäftigtendaten aus dem Jahr 2015, wie viele der in einem Beruf anfallenden Tätigkeiten zum damaligen Zeitpunkt potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen hätten erledigt werden können.

Diese Analyse war eine Momentaufnahme ausgehend von den technologischen Möglichkeiten und den Berufsbildern im Jahr 2013. Die technologische Entwicklung hat in den letzten Jahren deutlich an Fahrt aufgenommen. Vor diesem Hintergrund haben Dengler/Matthes (2018) für das Bundesgebiet eine Aktualisierung der Substituierbarkeitspotenziale – also der Abschätzung, in welchem Ausmaß Tätigkeiten innerhalb von einzelnen Berufen durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden könnten – vorgenommen. Sie dokumentieren für alle Anforderungsniveaus und fast alle Berufssegmente eine deutliche Zunahme der Substituierbarkeitspotenziale zwischen 2013 und 2016. Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent arbeiten, ist bundesweit von 15 Prozent im Jahr 2013 auf 25 Prozent im Jahr 2016 gestiegen.¹

Wie ist diese deutliche Zunahme zu erklären? Vier Faktoren kommen als Ursache für eine Zunahme der Substituierbarkeitspotenziale in Betracht. Sie sollen im Folgenden kurz im Hinblick auf ihre zu erwartende Wirkung auf das Substituierbarkeitspotenzial der Berufe diskutiert werden:

Veränderungen der Aufgabenzusammensetzung in Berufen

In einigen Berufen haben sich die Tätigkeitsprofile verändert. 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. In der Regel schlägt sich das darin nieder, dass eine bislang als Kerntätigkeit deklarierte Aufgabe in Stellenausschreibungen oder Ausbildungsordnungen nicht mehr erwähnt wird oder für die Ausübung des Berufes nicht mehr als zentral gewertet wird. So werden 2016 Tätigkeiten wie „Modelle anfertigen“ oder „Berechnen“ seltener als Kernkompetenz beschrieben als noch 2013 (Dengler/Matthes 2018).

Häufiger sind durch die Einführung neuer Technologien jedoch neue Tätigkeiten entstanden, die für die Ausübung eines Berufes nunmehr zentral geworden sind. Der größte Teil der seit 2013 entstandenen Tätigkeiten hat direkt mit der Einführung digitaler Technologien zu tun: Das Beherrschen neuer Softwareanwendungen, der Umgang mit den neuen Technologien oder die Einhaltung dazugehöriger gesetzlicher Vorschriften wurde in bestimmten Berufen zu einer Kernkompetenz (Dengler/Matthes 2018).

¹ Während die vorangegangene Regionalstudie für Hamburg (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) sich auf Beschäftigtenzahlen aus dem Jahr 2015 bezogen hat, bezog sich die erste Bundesstudie (Dengler/Matthes 2015) auf Beschäftigtenzahlen aus dem Jahr 2013. Beide genannten Studien basieren auf der Anforderungsmatrix aus dem BERUFENET 2013.

In Tabelle 1 ist für das Beispiel Krankenschwester/-pfleger dokumentiert, wie eine veränderte Zusammensetzung der Kerntätigkeiten zu einem veränderten Substituierbarkeitspotenzial geführt hat. Vier Tätigkeiten, die 2013 noch zu den zentralen Kompetenzen in diesem Beruf gezählt wurden (Pharmakologie, Krankenhaus- und Praxishygiene, Krankenhausinformationssysteme sowie Stationsdienst) finden sich im Jahr 2016 nicht mehr in der Aufgabenzusammensetzung. Dafür werden Kompetenzen in der Allgemeinmedizin (Pflege und Assistenz) nunmehr als zentrale Voraussetzung genannt. Sie sind nicht substituierbar (grün hinterlegt).

Kenntnisse in der Krankenhaus- und Praxishygiene und der Krankenhausinformationssysteme waren bereits im Jahr 2013 substituierbar (blau hinterlegt); somit konnten zwei der acht Kerntätigkeiten von Krankenschwestern und -pflegern durch einen Computer erledigt werden das Substituierbarkeitspotenzial lag bei 25 Prozent. Von den fünf Kernkompetenzen, die diesem Beruf im Jahr 2016 zugeordnet sind, ist keine automatisierbar; das Substituierbarkeitspotenzial liegt bei null Prozent.

Tabelle 1: Beispiel für einen Beruf mit veränderter Aufgabenzusammensetzung

Krankenschwester/-pfleger – Kerntätigkeiten	
BERUFENET 2013	BERUFENET 2016
Krankenpflege	Krankenpflege
Patientenbetreuung	Patientenbetreuung
Spritzen intramuskulär (im)	Spritzen intramuskulär (im)
Spritzen subkutan (sc)	Spritzen subkutan (sc)
Pharmakologie	---
Stationsdienst	---
Krankenhaushygiene, Praxishygiene	---
Krankenhausinformationssysteme	---
---	Allgemeinmedizin (Pflege, Assistenz)
Substituierbarkeitspotenzial = 25 %	Substituierbarkeitspotenzial = 0 %

Anm.: Grüne Einfärbung = nicht substituierbare Kerntätigkeiten, blaue Einfärbung = substituierbare Kerntätigkeiten.

Der technologische Wandel spiegelt sich also unter anderem in einer veränderten Aufgabenzusammensetzung von Berufen wider. Jedoch überwiegend derart, dass die Bedeutung ersetzbarer Tätigkeiten abnimmt und die der nicht ersetzbaren Tätigkeiten zunimmt. Zudem sind neu entstandene und in das Tätigkeitsprofil von Berufen aufgenommene Aufgaben meistens nicht substituierbar. Somit führt eine veränderte Aufgabenzusammensetzung in aller Regel zu einer Reduzierung des Substituierbarkeitspotenzials von Berufen, so dass dieser Faktor nicht zur Erklärung gestiegener Substituierbarkeitspotenziale auf dem deutschen Arbeitsmarkt dient.

Neu entstandene Berufe

Im Jahr 2016 sind einige Berufe im BERUFENET erfasst, die es 2013 noch nicht gab. Hierzu zählt beispielsweise der Beruf des/der Interfacedesigners/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 (Dengler/Matthes 2018). Von den zehn Kernkompetenzen in diesem Beruf ist keine substituierbar; das Substituierbarkeitspotenzial liegt bei null Prozent (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Beispiel für einen neu entstandenen Beruf

Interfacedesigner/in – Kerntätigkeiten
BERUFENET 2016
Arbeits-, Betriebs-, Organisationspsychologie
Benutzerschnittstellen, -oberflächen
Entwicklung
Entwurf
Ergonomie
Evaluation
Forschung
Gestaltung, Design
Softwareergonomie
Softwaretechnik, Softwareengineering
Substituierbarkeitspotenzial = 0 %

Anm.: Grüne Einfärbung = nicht substituierbare Kerntätigkeiten.

Neue Berufe entstehen häufig als Reaktion auf wachsende technologische Herausforderungen und Möglichkeiten. Sie weisen demzufolge in der Regel ein geringes Substituierbarkeitspotenzial auf. Damit trägt auch dieser Faktor nicht zur Erklärung steigender Substituierbarkeitspotenziale bei.

Veränderungen in der Berufsstruktur des Arbeitsmarktes

Theoretisch wäre es möglich, dass besonders starke Beschäftigungszuwächse in Berufen, die bereits im Jahr 2013 ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufgewiesen haben, zu einer Zunahme der aggregierten Substituierbarkeitspotenziale im Jahr 2016 geführt haben. Dies ist zwar in einzelnen Berufen zu beobachten, jedoch in der Wirkung von ausgesprochen untergeordneter Relevanz.

Veränderungen der Ersetzbarkeit von Tätigkeiten in Berufen

Inzwischen gibt es Computer oder computergesteuerte Maschinen auf dem Markt, die Tätigkeiten, die im Jahr 2013 als nicht ersetzbar galten, heute potenziell ersetzen können. In Tabelle 3 ist am Beispiel der Fachkraft Lagerlogistik die Zunahme des Substituierbarkeitspotenzials zwischen 2013 und 2016 dokumentiert. Grundsätzlich hat sich die Aufgabenzusammensetzung in diesem Beruf nicht verändert, nach wie vor sind im BERUFENET die gleichen elf Kerntätigkeiten für die Fachkraft Lagerlogistik erfasst. Während jedoch 2013 lediglich fünf der elf Aufgaben von einem Computer oder einer computergesteuerten Maschine hätten verrichtet werden können und das Substituierbarkeitspotenzial mit 45 Prozent auf mittlerem Niveau lag,

sind es im Jahr 2016 acht der elf Tätigkeiten. Inzwischen sind auch die Wareneingangskontrolle, das Be- und Entladen sowie die Bestandskontrolle (Lagerwirtschaft) automatisierbar. Das Substituierbarkeitspotenzial der Fachkraft Lagerlogistik ist auf 73 Prozent gestiegen und somit hoch.

Tabelle 3: Beispiel für einen Beruf mit veränderter Ersetzbarkeit der Tätigkeiten

Fachkraft Lagerlogistik – Kerntätigkeiten	
BERUFENET 2013	BERUFENET 2016
Beladeplanerstellung	Beladeplanerstellung
Lagerwirtschaft	Lagerwirtschaft
Logistik	Logistik
Beladen/Entladen	Beladen/Entladen
Bestandskontrolle (Lagerwirtschaft)	Bestandskontrolle (Lagerwirtschaft)
Warenannahme, Wareneingangskontrolle	Warenannahme, Wareneingangskontrolle
Förderanlagen u. Transportgeräte bedienen	Förderanlagen u. Transportgeräte bedienen
Kommissionieren	Kommissionieren
Lagerverwaltungssysteme	Lagerverwaltungssysteme
Verpacken	Verpacken
Versand	Versand
Substituierbarkeitspotenzial = 45 %	Substituierbarkeitspotenzial = 73 %

Anm.: Grüne Einfärbung = nicht substituierbare Kerntätigkeiten, blaue Einfärbung = substituierbare Kerntätigkeiten.

In der Zunahme der Ersetzbarkeit von Tätigkeiten in Berufen liegt die wesentliche Erklärung für die von Dengler/Matthes (2018) aufgezeigten Anstiege bei den Substituierbarkeitspotenzialen: In den letzten Jahren haben einige Technologien Marktreife erlangt, die Tätigkeiten, die 2013 noch als nicht substituierbar galten, heute ersetzen können.

In der vorliegenden Studie berechnen wir für die Stadt Hamburg den Anteil der substituierbaren Tätigkeiten in den Berufen für das Jahr 2016 neu, vergleichen die Ergebnisse mit denen aus der Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) und untersuchen, wie sich die potenzielle Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten verändert hat. Wir greifen dabei zurück auf die von Dengler/Matthes (2018) vorgenommene Neubewertung aus dem Jahr 2016.

Für die Interpretation der Zahlen ist ein Hinweis unabdingbar: Das errechnete Substituierbarkeitspotenzial bildet lediglich das technisch Machbare ab, also die Möglichkeit, dass Tätigkeiten statt vom Menschen von Computern oder computergesteuerten Maschinen ausgeführt werden könnten. Die Substituierbarkeitspotenziale der einzelnen Berufe lassen keine Rückschlüsse darauf zu, wie sich die Beschäftigung in den Berufen entwickeln wird. Gleichwohl können die Ergebnisse unserer vergleichenden Untersuchung Hinweise darauf liefern, in welchen Bereichen der fortschreitende und sich beschleunigende technologische Wandel in besonderem Maße durch Job- bzw. berufsbegleitende Qualifizierungsmaßnahmen flankiert werden sollte.

Die Studie gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 werden Daten und Methoden unserer Analyse dokumentiert. Kapitel 3 widmet sich den Ergebnissen. In Abschnitt 3.1 präsentieren wir die Substituierbarkeitspotenziale in den verschiedenen Berufssegmenten und in Abschnitt 3.2 erfolgt eine Betrachtung nach den Anforderungsniveaus. In Abschnitt 3.3 rückt die Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von den unterschiedlichen Substituierbarkeitsniveaus in den Mittelpunkt der Betrachtung. Abschnitt 3.4 widmet sich einer knappen Analyse der Betroffenheit nach Wirtschaftszweigen. Kapitel 4 schließt mit Fazit und Ausblick.

2 Daten und Methoden

Um abschätzen zu können, in welchem Maße bestimmte Berufe in Hamburg aktuell potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden können, nutzen wir die von Dengler/Matthes (2018) neu ermittelten Substituierbarkeitspotenziale in den einzelnen Berufen. Datengrundlage der Analyse sind, wie auch in der Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016), berufskundliche Informationen aus der Expertendatenbank BERUFENET (<http://berufenet.arbeitsagentur.de>) der BA, die online und kostenlos Informationen über alle in Deutschland bekannten Berufe zur Verfügung stellt. Das BERUFENET wird vor allem bei der Berufsberatung oder bei der Arbeitsvermittlung genutzt. Es enthält zum Beispiel Informationen über die zu erledigenden Aufgaben in der jeweiligen beruflichen Tätigkeit, über die verwendeten Arbeitsmittel, über die Gestaltung von Arbeitsbedingungen, über notwendige Ausbildungsabschlüsse oder rechtliche Regelungen.

Für die Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials wurde die Anforderungsmatrix aus dem BERUFENET genutzt (in der BA auch als Kompetenzmatrix bezeichnet), in der den aktuell ca. 4.000 Kernberufen² ca. 8.000 Anforderungen zugeordnet sind. Welche Tätigkeiten für einen Beruf zentral sind, arbeiten Berufsexperten im Auftrag der BA auf Basis von Ausbildungsordnungen oder Stellenausschreibungen heraus. In einem unabhängigen Codier-Verfahren wurde für jede Anforderung aus der Anforderungsmatrix 2016 erneut recherchiert, ob sie nunmehr von Computern vollumfänglich automatisch ausgeführt werden könnte oder nicht. Allein die technische Machbarkeit, also die potenzielle Ersetzbarkeit durch Computer oder computergesteuerte Maschinen, war Entscheidungskriterium dafür, ob eine Arbeitsanforderung als Routine- oder Nicht-Routine-Tätigkeit definiert wurde. Kam es bei der Zuordnung zu abweichenden Einschätzungen der Codierer, wurde anhand von Rechercheergebnissen diskutiert und entschieden, ob eine Tätigkeit als substituierbar betrachtet werden kann.

Das Substituierbarkeitspotenzial eines Berufes entspricht dem Anteil der Routine-Tätigkeiten in diesem Beruf. Es wird berechnet, indem in jedem Einzelberuf die Kernanforderungen, die einer Routine-Tätigkeit zugeordnet wurden, durch die gesamte Anzahl der Kernanforderungen im jeweiligen Einzelberuf dividiert werden (vgl. die Beispiele in Tabelle 1, Tabelle 2 und Tabelle 3). Weil uns keine Informationen darüber zur Verfügung stehen, wie viel Zeit in einem Beruf typischerweise für die Erledigung einer bestimmten Tätigkeit aufgewendet wird, müssen wir

² Mit Kernberuf ist die aktuellste beziehungsweise jüngste Berufsbezeichnung für einen bestimmten Beruf gemeint. So gibt es für den Beruf „Kraftfahrzeugmechatroniker/in“ ältere Berufsbezeichnungen wie „Kraftfahrzeugmechaniker/in“ oder spezifischere Berufsbezeichnungen wie „Kraftfahrzeugmechatroniker/in – Schwerpunkt Karosserietechnik“, die jeweils mit den Anforderungen des Kernberufs „Kraftfahrzeugmechatroniker/in“ verknüpft sind (vgl. Dengler/Matthes 2018).

bei der Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials davon ausgehen, dass jede Kerntätigkeit in einem Beruf mit gleichem zeitlichen Umfang erledigt wird. Das kann einerseits zu einer Überschätzung des Substituierbarkeitspotenzials führen; nämlich dann, wenn insgesamt weniger Zeit für die Erledigung substituierbarer Kerntätigkeiten aufgewendet wird; andererseits aber auch zu einer Unterschätzung, wenn dafür insgesamt mehr Zeit aufgewendet wird.³

Einzelberufe mit hohen Beschäftigtenzahlen beeinflussen das Substituierbarkeitspotenzial stärker als Einzelberufe mit einer kleinen Beschäftigtenzahl. Um das Substituierbarkeitspotenzial auf Berufsaggregatsebene zu ermitteln, berechnen wir deshalb den gewichteten Durchschnitt der Anteile auf Einzelberufsebene. Die Gewichtung erfolgt auf Basis der Beschäftigtenzahlen am 31.12.2016.⁴ Die Zahlen der Vorgängerstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016), die wir zu Vergleichen heranziehen, basieren auf Zahlen zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zum 30.06.2015 und der Anforderungsmatrix aus dem BERUFENET 2013.

3 Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg

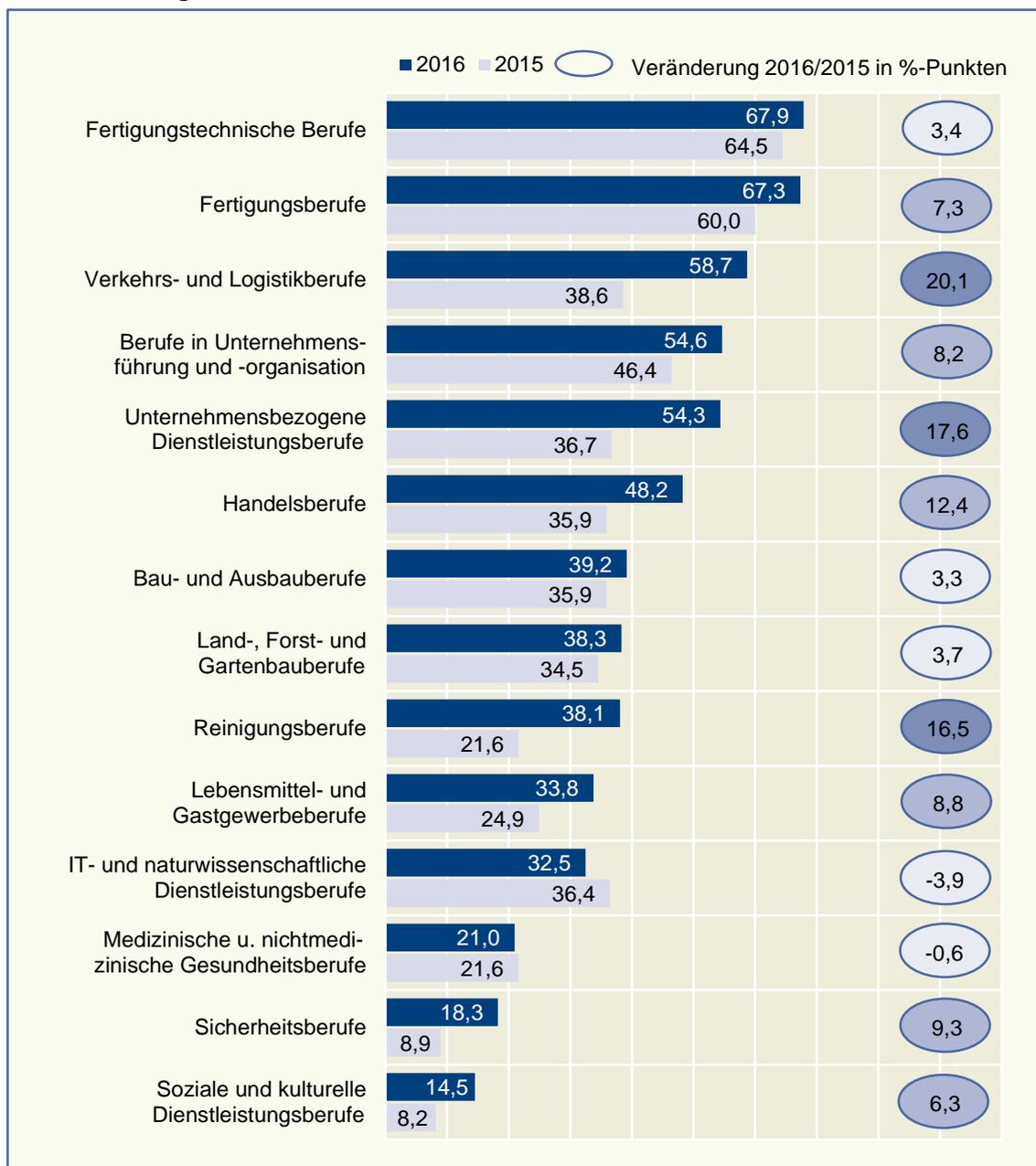
3.1 Substituierbarkeitspotenzial in den Berufssegmenten

Über den Anteil an Routine-Tätigkeiten bestimmen wir zunächst, wie sich das Substituierbarkeitspotenzial innerhalb der Berufe verändert hat. Um einerseits übersichtlich zu bleiben, aber andererseits auch das breite berufsfachliche Spektrum abzubilden, blicken wir nicht auf Einzelberufe, sondern betrachten Berufssegmente, die auf Basis der KldB 2010 für Deutschland anhand berufsfachlicher Kriterien qualitativ zusammengefasst wurden (vgl. Matthes/Meinken/Neuhauser 2015 sowie Tabelle A 1 im Anhang). Abbildung 1 bildet das Substituierbarkeitspotenzial in 14 Berufssegmenten für die Jahre 2015 (auf Basis des technologischen Standes 2013) und 2016 (auf Basis des technologischen Standes 2016) ab. In den Ellipsen am rechten Rand der Abbildung sind die Veränderungen im Substituierbarkeitspotenzial der Berufssegmente in Prozentpunkten ausgewiesen. Wie auch in den folgenden Abbildungen und Tabellen sind Veränderungen von bis zu einschließlich plus sechs Prozentpunkten hellblau markiert, Veränderungen von über sechs Prozentpunkten bis zu 13 Prozentpunkten mittelblau und Veränderungen von über 13 Prozentpunkten dunkelblau. Aus den unterschiedlichen Zuwachsraten sind ausdrücklich keine Rückschlüsse auf bevorstehende Veränderungen in der Beschäftigung zu ziehen.

³ Im IAB-Job-Futuromat (<http://job-futuromat.iab.de>) wird nicht nur das berufsspezifische Substituierbarkeitspotenzial ausgewiesen, sondern es lässt sich auch einstellen, wie häufig die einzelnen Tätigkeiten erledigt werden. Damit lässt sich ein jobspezifisches Substituierbarkeitspotenzial bestimmen.

⁴ Vgl. Dengler/Matthes/Paulus (2014) und Dengler/Matthes (2015) für detailliertere Informationen zum methodischen Vorgehen.

Abbildung 1: Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Hamburg, 2016/2015, Angaben in Prozent



Anm.: Die Daten wurden auf eine Nachkommastelle gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt. Sortierung absteigend nach Höhe des Substituierbarkeitspotenzials im Berufssegment in Hamburg 2016.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Auf den verschiedenen beruflichen Teilarbeitsmärkten haben sich die Substituierbarkeitspotenziale in Hamburg sehr unterschiedlich entwickelt. Wie schon auf Basis der Klassifizierung von 2013 in der Vorgängerstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) ist das Substituierbarkeitspotenzial in den Fertigungsberufen und in den Fertigungstechnischen Berufen am höchsten. In beiden Berufssegmenten sind durchschnittlich mehr als zwei Drittel der Tätigkeiten innerhalb der Berufe substituierbar. Während es in den Fertigungstechnischen Berufen, in denen

Fahrzeuge, Maschinen und Anlagen produziert werden, relativ moderat um gut drei Prozentpunkte auf rund 68 Prozent gestiegen ist, haben die Fertigungsberufe nochmals deutlicher um rund sieben Prozentpunkte auf ein Substituierbarkeitspotenzial von nunmehr rund 67 Prozent zugelegt. In diesem Segment, in dem Rohstoffe gewonnen und Produkte aus Glas, Keramik, Kunststoff oder Papier hergestellt werden, können beim Bestücken oder Befüllen von Maschinen nunmehr häufig mobile, kollaborative Roboter potenziell noch weitere Tätigkeiten von Menschen übernehmen und haben so zu einem weiteren Anstieg des Substituierbarkeitspotenzials geführt (Dengler/Matthes 2018).

Weiterhin am unteren Ende der Skala rangieren die sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufe. Der Anstieg um rund sechs Prozentpunkte auf knapp 15 Prozent beruht hier insbesondere auf einer zunehmenden Verfügbarkeit von digitalen Lernplattformen, die Lehrer beim Einsatz digitaler Medien und der Lernzielkontrolle unterstützen können (Dengler/Matthes 2018). Auch die Sicherheitsberufe rangieren mit einem Substituierbarkeitspotenzial von rund 18 Prozent weiterhin am unteren Ende der Skala. Sie verzeichnen einen Anstieg im Substituierbarkeitspotenzial um rund neun Prozentpunkte, der mit der in den letzten Jahren deutlich verbesserten Bilderkennungssoftware, die nunmehr einen Teil der Überwachungsaufgaben übernehmen kann, zu erklären ist (Dengler/Matthes 2018).

Die größten Veränderungen sind in den Verkehrs- und Logistikberufen zu beobachten. Das Substituierbarkeitspotenzial ist hier um rund 20 Prozentpunkte angestiegen und liegt nun bei fast 59 Prozent. Inzwischen können im Logistikbereich nahezu alle Tätigkeiten rund um den Material- und Warenfluss von Robotern vollautomatisch erledigt werden (vgl. auch das Beispiel der Fachkraft Lagerlogistik in Tabelle 3). 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 (Dengler/Matthes 2018). Eine große Zunahme im Substituierbarkeitspotenzial ist auch in den unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen zu beobachten. Das Substituierbarkeitspotenzial ist hier um fast 18 Prozentpunkte auf gut 54 Prozent angestiegen. Der große Zuwachs geht vor allem auf verschiedene inzwischen marktreif gewordene Softwareanwendungen, die gesetzliche Regelungen oder Vorschriften in teils selbstlernende Computerprogramme übersetzen können, zurück (Dengler/Matthes 2018).

Von einem niedrigen Niveau ist das Substituierbarkeitspotenzial in den Reinigungsberufen mit fast 17 Prozentpunkten auf rund 38 Prozent ebenfalls stark angestiegen. Dies ist insbesondere auf die nun potenziell von kollaborativen Robotern verrichtbaren Tätigkeiten wie das Reinigen von Rohren und Anlagen zurückzuführen (Dengler/Matthes 2018). Dass das Substituierbarkeitspotenzial in den Handelsberufen ebenfalls relativ stark um gut 12 Prozentpunkte gestiegen ist, beruht hauptsächlich auf der Tatsache, dass die Wareneingangskontrolle nunmehr als potenziell ersetzbar eingestuft wird (Dengler/Matthes 2018). Auch im Jahr 2016 weisen Berufe in der Industrieproduktion (Fertigungsberufe, Fertigungstechnische Berufe) das höchste Substituierbarkeitspotenzial auf, während Berufe im (personennahen) Dienstleistungsbereich weiterhin ein unterdurchschnittliches Substituierbarkeitspotenzial verzeichnen. Jedoch zeigen die Veränderungsdaten, dass der technische Fortschritt durchaus auch hier zu – teilweise recht deutlichen – Anstiegen des Niveaus führt.

Besonders bemerkenswert ist, dass das Substituierbarkeitspotenzial in den medizinischen und nichtmedizinischen Gesundheitsberufen sowie in den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen nicht etwa gestiegen, sondern sogar um 0,6 bzw. 3,9 Prozentpunkte gesunken ist. Durch den potenziellen Einsatz von 3D-Druckern in der Medizintechnik könnten zwar manche Tätigkeiten in den medizinischen und nichtmedizinischen Gesundheitsberufen nunmehr substituiert werden (Dengler/Matthes 2018). In anderen diesem Berufssegment zugeordneten Berufen sind die Substituierbarkeitspotenziale dagegen deutlich gesunken, vor allem weil sich in der Krankenpflege die auszuübenden Tätigkeiten derart verändert haben, dass der Anteil administrativer und damit substituierbarer Tätigkeiten zurückgegangen ist (vgl. das Beispiel Krankenschwester/Krankenpfleger in Tabelle 1). In den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen haben sich ebenfalls vor allem die auszuübenden Tätigkeiten stark verändert: Ersetzbare Tätigkeiten haben an Bedeutung verloren und neue, nicht ersetzbare Tätigkeiten haben an Bedeutung gewonnen. Hinzu kommt, dass es in diesem Bereich zunehmend weniger um die Bedienung bestimmter technischer Geräte als vielmehr um die Analyse von Daten geht.

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt zeigen sich nur wenige bemerkenswerte Unterschiede in den Veränderungsdaten des Substituierbarkeitspotenzials (vgl. Tabelle A 2 im Anhang). In den Fertigungstechnischen Berufen und in den Fertigungsberufen bleibt der Zuwachs im Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg um rund zwei Prozentpunkte bzw. um rund drei Prozentpunkte hinter dem im Bund zurück. In den Fertigungsberufen liegt das Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg damit nunmehr um fast 15 Prozentpunkte unter jenem im Bund (rund 83 Prozent).⁵ Auch in den unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen fällt die Veränderungsrate in Hamburg um rund zwei Prozentpunkte niedriger aus, so dass das Substituierbarkeitspotenzial in diesem Berufssegment in Hamburg jetzt um rund fünf Prozentpunkte unter dem Bundesdurchschnitt (rund 60 Prozent) liegt. In allen übrigen Berufssegmenten ist die Differenz zur Vorstudie in Hamburg mit der im Bund vergleichbar.

3.2 Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau

In diesem Abschnitt betrachten wir Veränderungen im Substituierbarkeitspotenzial differenziert nach dem Anforderungsniveau. Das Anforderungsniveau bildet unterschiedliche Komplexitätsgrade innerhalb der Berufe ab. Hierzu werden vier Anforderungsniveaus unterschieden, die sich an den formalen beruflichen Bildungsabschlüssen orientieren (Paulus/Matthes 2013):

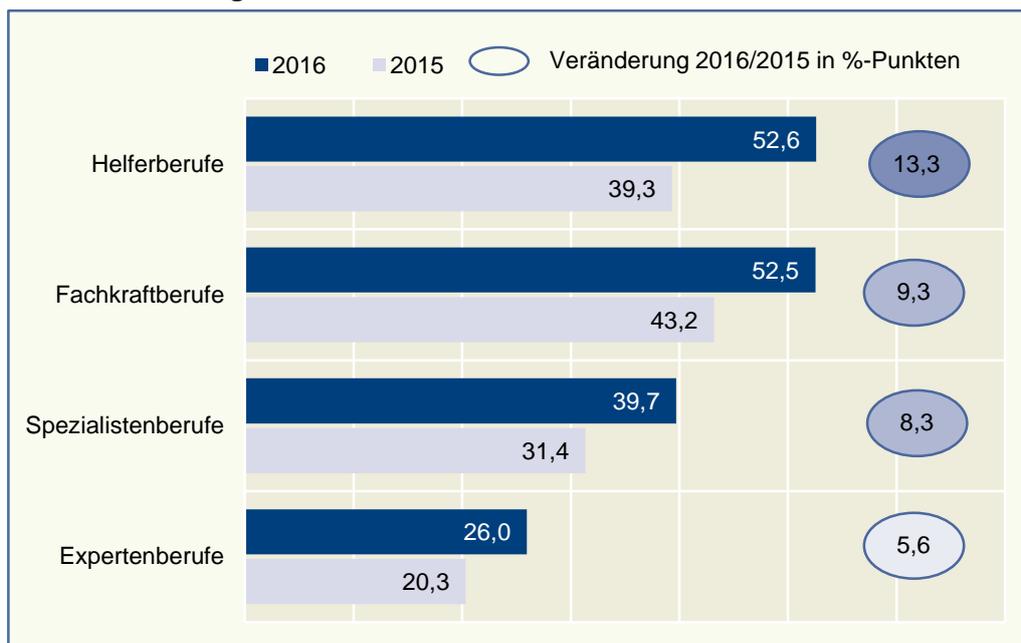
- Helfer: Keine berufliche Ausbildung oder eine einjährige Ausbildung
- Fachkräfte: Eine mindestens zweijährige Berufsausbildung oder einen berufsqualifizierenden Abschluss einer Berufsfach- oder Kollegschule
- Spezialisten: Meister- oder Techniker Ausbildung bzw. weiterführender Fachschul- oder Bachelorabschluss
- Experten: Ein mindestens vierjähriges abgeschlossenes Hochschulstudium.

⁵ Bei der Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials sind lediglich die Gewichte der in das Aggregat (Berufssegment) eingehenden Einzelberufe zwischen Bund und Land unterschiedlich. Die Substituierbarkeitspotenziale auf der Ebene der Einzelberufe unterscheiden sich nicht (vgl. Kapitel 2).

Abbildung 2 zeigt, dass der Anstieg im Substituierbarkeitspotenzial bei den Helfern mit über 13 Prozentpunkten am größten ist. Das hat zur Folge, dass das Substituierbarkeitspotenzial der Helfer in Hamburg, das im Jahr 2015 noch um vier Prozentpunkte, und damit recht deutlich, unter dem Niveau der Gruppe der Fachkräfte lag, heute dem durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenzial in den Fachkraftberufen entspricht. Im Jahr 2016 hätte im Durchschnitt also mehr als jede zweite der in den Helferberufen wie auch in den Fachkraftberufen zu erledigenden Tätigkeiten potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen verrichtet werden können. Mit steigendem Anforderungsniveau sinkt dann das Substituierbarkeitspotenzial deutlich.

Aus Abbildung 2 wird zudem ersichtlich, dass die Zunahme des Substituierbarkeitspotenzials zwischen 2015 und 2016 mit steigendem Anforderungsniveau rückläufig ist. Während in den Fachkraftberufen eine Zunahme um gut neun Prozentpunkte zu verzeichnen ist, beträgt sie in den Spezialistenberufen gut acht Prozentpunkte und bei den Expertenberufen weniger als sechs Prozentpunkte. In den letzten Jahren sind also viele Technologien verfügbar geworden, die eher einfache Tätigkeiten substituieren können.

Abbildung 2: Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau in Hamburg, 2016/2015, Angaben in Prozent



Anm.: Die Daten wurden auf eine Nachkommastelle gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Wendet man den Blick auf einen Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt (Tabelle A 3 im Anhang), so zeigen sich in Bezug auf die Veränderung des Substituierbarkeitspotenzials keine nennenswerten Unterschiede. Aufgrund des abweichenden Ausgangsniveaus nimmt das Substituierbarkeitspotenzial im Bund jedoch mit steigendem Anforderungsniveau deutlich ab, während Helfer und Fachkräfte in Hamburg auf einem Niveau liegen und erst Spezialisten ein geringeres Substituierbarkeitspotenzial aufweisen.

3.3 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial

In diesem Abschnitt widmen wir uns der Frage, in welchem Umfang die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung in Hamburg von verschiedenen hohen Substituierbarkeitspotenzialen der Berufe betroffen ist und welche Entwicklung seit der letzten Betrachtung zu verzeichnen ist. Im Jahr 2016 arbeiteten rund 299.000 der ca. 943.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten⁶ in Hamburg (rund 32 Prozent) bzw. in Berufen, in denen weniger als 30 Prozent der Tätigkeiten von Computern erledigt werden könnten (vgl. Tabelle 4 und Abbildung 3). Darunter sind gut 37.500 Beschäftigte (4 Prozent), die in Berufen arbeiten, die weiterhin keinerlei Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Hierzu zählen beispielsweise Berufe wie Busfahrer/in, deren Arbeit zwar durch Fahrassistenzsysteme unterstützt werden kann; das Führen eines Fahrzeugs im Straßenverkehr durch entsprechende Technologien wird derzeit jedoch noch erprobt, weshalb noch nicht von Marktreife gesprochen werden kann. Auch kreative Tätigkeiten wie etwa die des Dirigenten/der Dirigentin sind nicht durch Computer zu ersetzen. Gleiches gilt für verschiedene manuelle Tätigkeiten wie die von Schornsteinbauern/-bauerinnen oder Friseuren/Friseurinnen (vgl. <https://job-futuromat.iab.de/>).

Knapp 476.000 Personen (gut 50 Prozent) arbeiten in Hamburg derzeit in Berufen, die ein mittleres Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Das heißt, zwischen 30 und 70 Prozent der Tätigkeiten könnten derzeit auch von Computern erledigt werden.

Tabelle 4: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Hamburg, 2016/2015

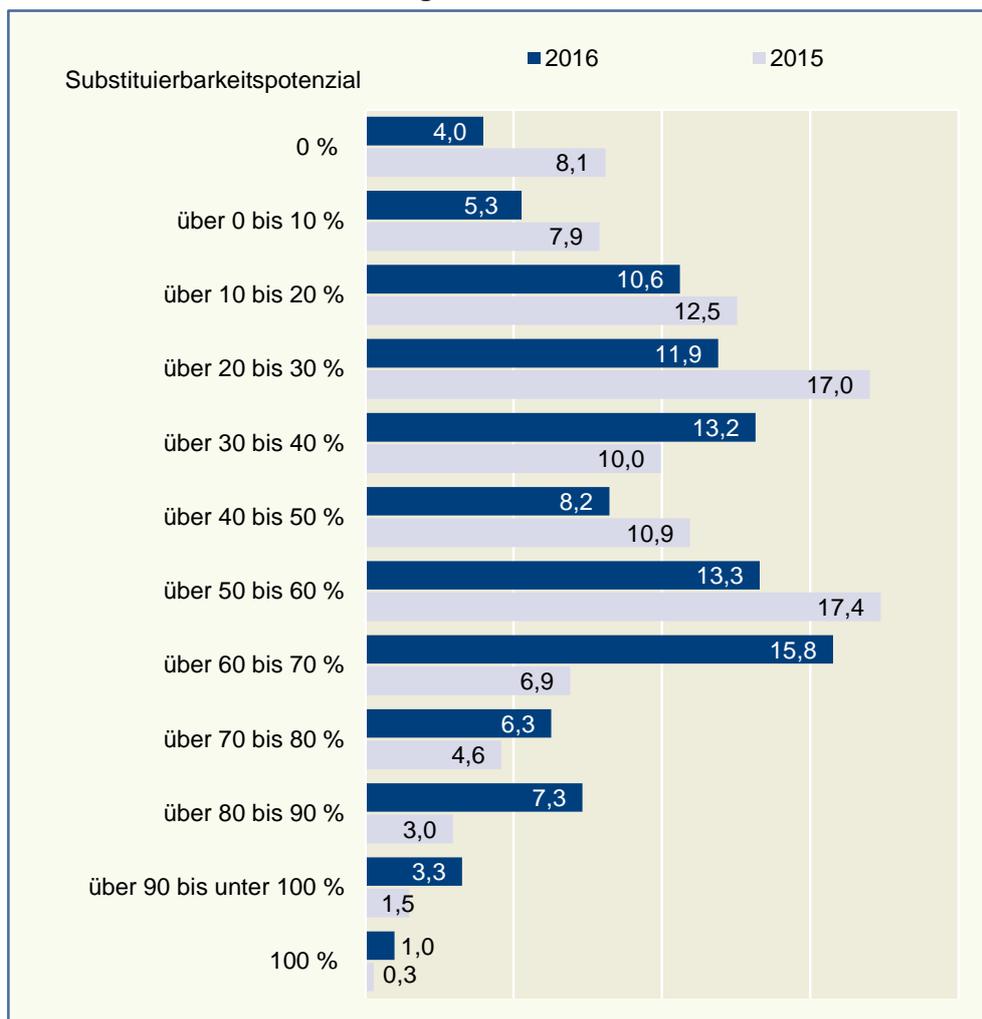
Substituierbarkeitspotenzial		Betroffene Beschäftigte			
		2016	Anteil in %	2015	Anteil in %
Niedriges Substituierbarkeitspotenzial	0 %	37.500	31,7	73.500	45,5
	über 0 bis 10 %	49.600		71.600	
	über 10 bis 20 %	100.100		113.700	
	über 20 bis 30 %	112.200		154.300	
Mittleres Substituierbarkeitspotenzial	über 30 bis 40 %	124.100	50,4	90.400	45,2
	über 40 bis 50 %	77.600		99.300	
	über 50 bis 60 %	125.400		157.600	
	über 60 bis 70 %	148.700		62.600	
Hohes Substituierbarkeitspotenzial	über 70 bis 80 %	59.100	17,8	41.600	9,3
	über 80 bis 90 %	69.000		26.800	
	über 90 bis unter 100 %	30.700		13.400	
	100 %	9.300		2.500	

Anm.: Die Daten wurden auf 100 gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

⁶ Für einige Berufe war es nicht möglich, den Anteil der Routine-Tätigkeiten zu ermitteln. Sie können deshalb in der Analyse nicht berücksichtigt werden. In Hamburg arbeiten in ihnen rund 4.800 Beschäftigte.

Abbildung 3: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Hamburg, 2016/2015, Anteile in Prozent



Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Bei Berufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent gehen wir analog zu unserer früheren Betrachtung davon aus, dass diese bei Investitionen in digitale Technik am wahrscheinlichsten rationalisiert werden. Deshalb schreiben wir dieser Gruppe ein hohes Substituierbarkeitspotenzial zu. Dies trifft in Hamburg im Jahr 2016 auf rund 168.000 Beschäftigungsverhältnisse zu, was einem Anteil von knapp 18 Prozent entspricht. Darunter sind rund 9.000 Beschäftigte (1 Prozent), die Tätigkeiten ausüben, die bereits heute umfassend von Computern oder computergesteuerten Maschinen übernommen werden könnten. Ein Beispiel aus dem Dienstleistungsbereich sind die Tätigkeiten von Korrektoren, die im Gegensatz zu Lektoren Texte nicht inhaltlich und sprachlich überarbeiten, sondern nur orthografisch, grammatikalisch und typografisch prüfen. Ihre Aufgaben können schon heute gänzlich von Computerprogrammen übernommen werden.

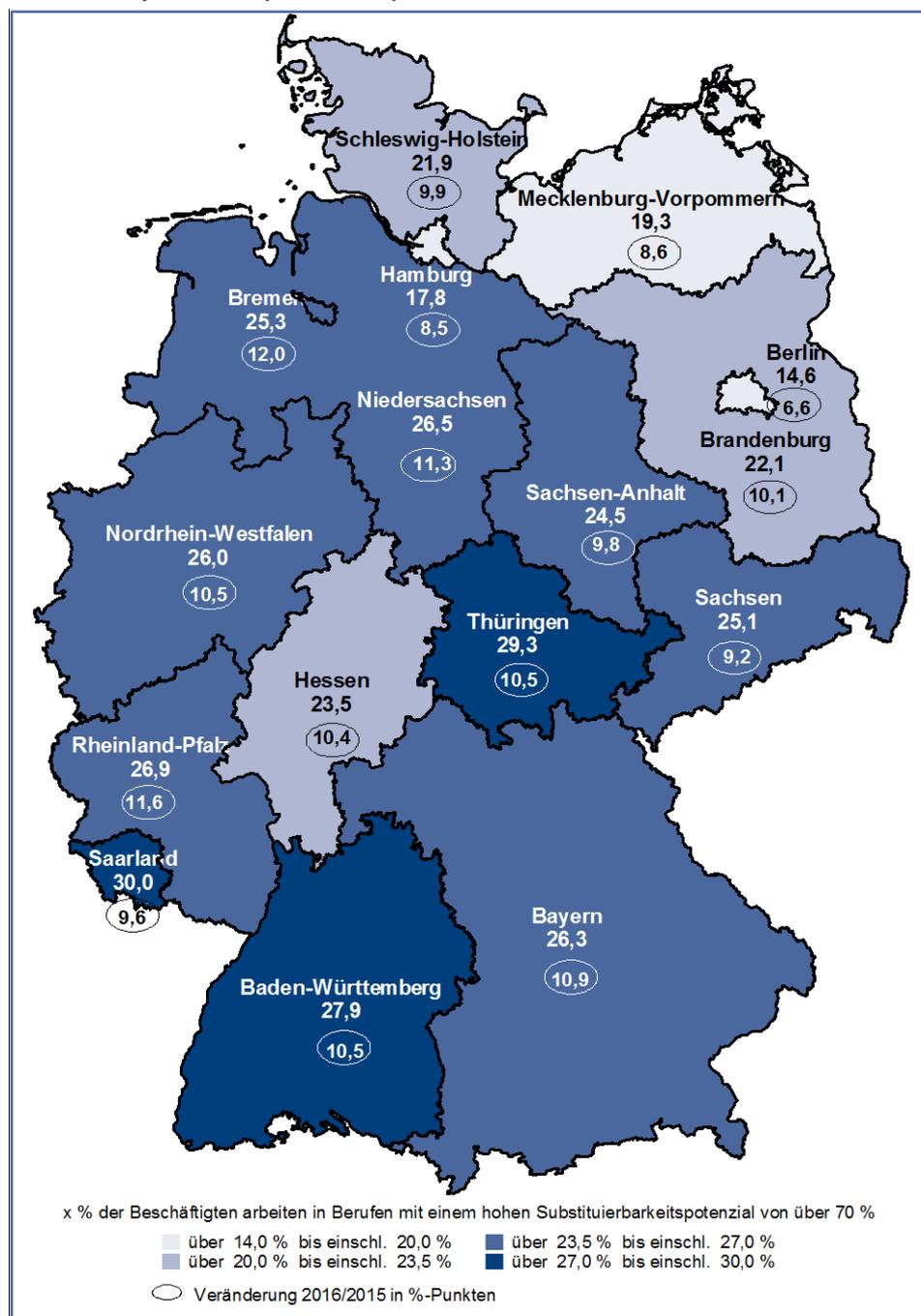
Im Vergleich zur Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) ist der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in Hamburg in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspoten-

zial arbeiten, um 8,5 Prozentpunkte bzw. 83.800 Personen gestiegen. Gleichzeitig ist insbesondere der Anteil der Beschäftigten, die in Berufen mit geringem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, von knapp 46 Prozent auf rund 32 Prozent deutlich zurückgegangen.

Mit 17,8 Prozent liegt der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg weiterhin deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (25,2 Prozent). Karte 1 weist die Anteile der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial inklusive der Differenz zur Vorstudie in Prozentpunkten für die einzelnen Bundesländer aus. Wie in der Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) weist lediglich Berlin (14,6 Prozent) einen noch geringeren Anteil an Beschäftigten in hoch substituierbaren Berufen auf. Auch der Zuwachs ist in Hamburg mit 8,5 Prozentpunkten nach Berlin (6,6 Prozentpunkte) am niedrigsten. Neben den beiden Stadtstaaten weisen Mecklenburg-Vorpommern (19,3 Prozent), Schleswig-Holstein (21,9 Prozent) und Brandenburg (22,1 Prozent) ebenfalls unterdurchschnittliche Anteile Beschäftigter in hoch substituierbaren Berufen auf. Am oberen Ende der Skala rangieren weiterhin Baden-Württemberg (27,9 Prozent), Thüringen (29,3 Prozent) und das Saarland (30,0 Prozent). Ausgehend von einem hohen Ausgangsniveau verzeichnen sie wie die meisten anderen Länder Veränderungsraten von rund zehn Prozentpunkten. Am höchsten fällt das Wachstum mit 12,0 Prozentpunkten auf 25,3 Prozent in Bremen aus, am geringsten in Berlin (6,6 Prozentpunkte).

Aus dieser länderspezifischen Betroffenheitsverteilung ist weiterhin ein Zusammenhang mit der Wirtschaftsstruktur zu erkennen. Länder, in denen das Produzierende Gewerbe eine höhere Bedeutung hat, weisen tendenziell einen höheren Anteil von Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial auf (siehe die Diskussion in Buch/Dengler/Matthes 2016). Im Saarland, in Thüringen und in Baden-Württemberg arbeiten überdurchschnittlich viele sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Fertigungs- und Fertigungstechnischen Berufen, die ein sehr hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Dies ist ein Grund für den deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegenden Anteil von Beschäftigungsverhältnissen, die in diesen Bundesländern ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. Das muss aber nicht heißen, dass diesen Ländern ein Beschäftigungsabbau bevorsteht (Zika et al. 2018). Hohe Substituierbarkeitspotenziale können auch als Signale für hohe Produktivitätspotenziale verstanden werden, die es auszuschöpfen gilt: Weil Berufe aus substituierbaren und nicht-substituierbaren Tätigkeiten bestehen, haben Beschäftigte in Berufen mit hohen Substituierbarkeitspotenzialen – mit der Unterstützung von Computern – das Potenzial, produktiver zu werden. Daraus können Preissenkungen folgen, die wiederum gerade bei innovativen Gütern eine steigende Nachfrage und damit mehr Beschäftigung erzeugen können (Möller 2015).

Karte 1: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Bundesländern, Anteile in Prozent

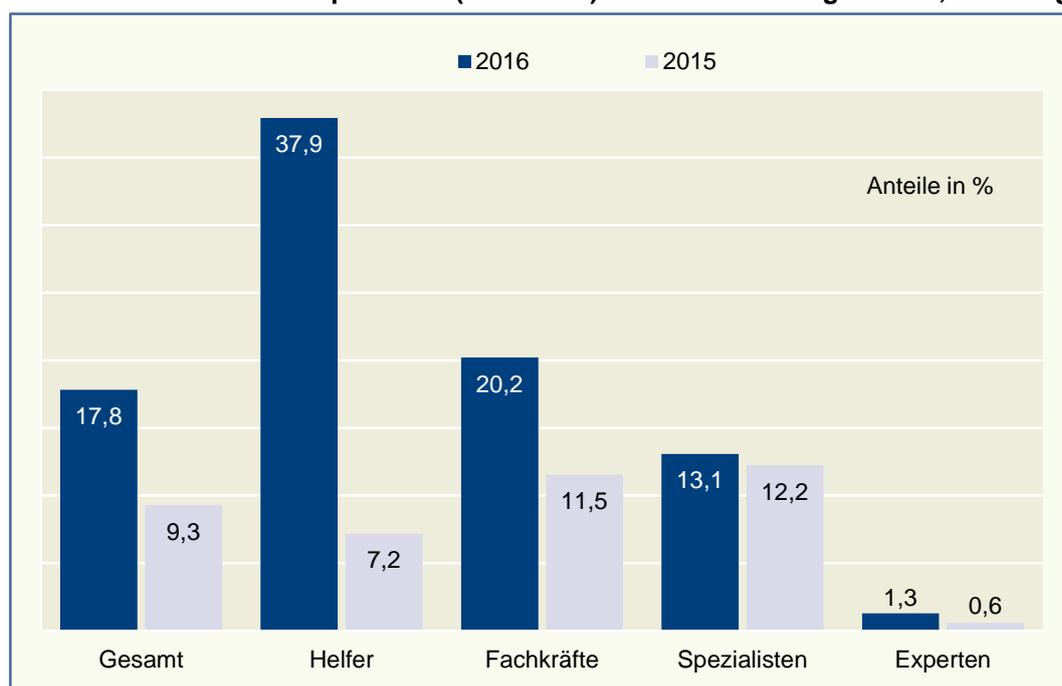


Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

In Bezug auf das Anforderungsniveau der von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigungsverhältnisse haben sich im Vergleich zur Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) massive Verschiebungen ergeben. Während der Anteil Beschäftigter in hoch substituierbaren Berufen unter den Helfern mit 7,2 Prozent im Jahr 2015 noch deutlich geringer ausfiel als unter den Fachkräften (11,5 Prozent) und die Spezialisten mit 12,2 Prozent den höchsten Anteil aufwiesen, hat sich das Bild im Jahr 2016 gedreht: Nunmehr ist der Anteil

unter den Helfern mit 37,9 Prozent mit großem Abstand am höchsten und damit um bemerkenswerte 30,7 Prozentpunkte gestiegen (vgl. Abbildung 4). Während Hamburg im Vergleich zum Bundesdurchschnitt bei den Fachkräften und Spezialisten sowie insgesamt geringere Veränderungsraten verzeichnet, fiel die Zunahme bei den Helfern um drei Prozentpunkte höher aus als im Bund (vgl. Tabelle A 4 im Anhang). In Hamburg sind also überdurchschnittlich viele Beschäftigte auf Arbeitsplätzen mit relativ geringen Anforderungen von der Zunahme im Substituierbarkeitspotenzial betroffen. Nunmehr sind rund 42.700 Helfer in der Stadt auf Arbeitsplätzen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial beschäftigt. In der Gruppe der Fachkräfte liegt der Anteil hoch substituierbarer Beschäftigungsverhältnisse nun bei 20,2 Prozent. Wegen ihrer Bedeutung auf dem deutschen Arbeitsmarkt stellen die Fachkräfte mit 102.200 Betroffenen allerdings weiterhin die mit Abstand größte Gruppe unter den von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigten. Unter den Spezialisten ist der Anteil geringfügig auf 13,1 Prozent bzw. 21.100 Beschäftigte gestiegen. Weiterhin weisen nur wenige Experten auf dem Hamburger Arbeitsmarkt ein hohes Substituierbarkeitspotenzial auf (1,3 Prozent bzw. 2.100 Beschäftigte). Die mit sinkendem Anforderungsniveau zunehmende Betroffenheit von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial entspricht nunmehr dem Bild, das den Bundesdurchschnitt schon im Jahr 2015 gekennzeichnet hat (vgl. Tabelle A 4 im Anhang).

Abbildung 4: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit einem hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Anforderungsniveau, Hamburg, 2016/2015



Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

In Abbildung 5 sind die zehn beschäftigungsstärksten Berufe unter den Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial aufgelistet. Mit mehr als 25.000 Betroffenen wird die Liste mit deutlichem Abstand angeführt von den Helfern der Lagerwirtschaft. Von allen Helfern die in Hamburg in Berufen tätig sind, die ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen, arbeiten nahezu 60 Prozent in der Lagerwirtschaft. Auch Fachkräfte der Lagerwirtschaft sind unter den Top 10 der meistbetroffenen Berufe vertreten. Damit sind mehr als 20 Prozent der insgesamt

rund 168.000 Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial in der Stadt als Helfer oder Fachkräfte in der Lagerwirtschaft tätig. Mit der neuen Bewertung sind Tätigkeiten wie die Warenannahme und Wareneingangskontrolle, das Be- und Entladen und die Bestandskontrolle (Lagerwirtschaft) nunmehr als substituierbar klassifiziert. Dadurch ist das Substituierbarkeitspotenzial sowohl bei den Helfern als auch bei den Fachkräften der Lagerwirtschaft auf über 70 Prozent gestiegen.

Die Helfer im Büro- und Sekretariatsbereich stellen eine zweite beschäftigungsstarke Gruppe aus dem Helferbereich, die durch die Neubewertung nunmehr ein Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent aufweist. So ist die Terminplanung/-überwachung nunmehr als substituierbar klassifiziert. Mit den Buchhaltern ist auch ein Spezialistenberuf in der Liste vertreten – sie hatten allerdings schon in der alten Bewertung ein hohes Substituierbarkeitspotenzial. Alle übrigen Berufe sind aus dem Fachkraftbereich. Mit den Bankkaufleuten und den Steuerberatern sind Fachkräfte aus dem unternehmensbezogenen Dienstleistungsbereich vertreten. Kraftfahrzeugtechniker, Luft- und Raumfahrttechniker, Informations- und Telekommunikationstechniker und Maschinenbau- und Betriebstechniker sind dem Fertigungstechnischen Berufssegment zugeordnet.

Abbildung 5: Top 10 der Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Anzahl der Beschäftigten in Hamburg, 2016



Anm.: Die Zahlen wurden auf 100 gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt. Daten wurden absteigend nach der Anzahl der betroffenen Beschäftigten in Hamburg sortiert.

Quelle: BERUFENET (2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016); eigene Berechnungen.

3.4 Substituierbarkeitspotenzial nach Wirtschaftsabschnitten

Abschließend soll eine kurze Betrachtung Aufschluss über die Substituierbarkeitspotenziale differenziert nach Branchen geben. Dabei fokussieren wir auf die Beschäftigten in Berufen mit

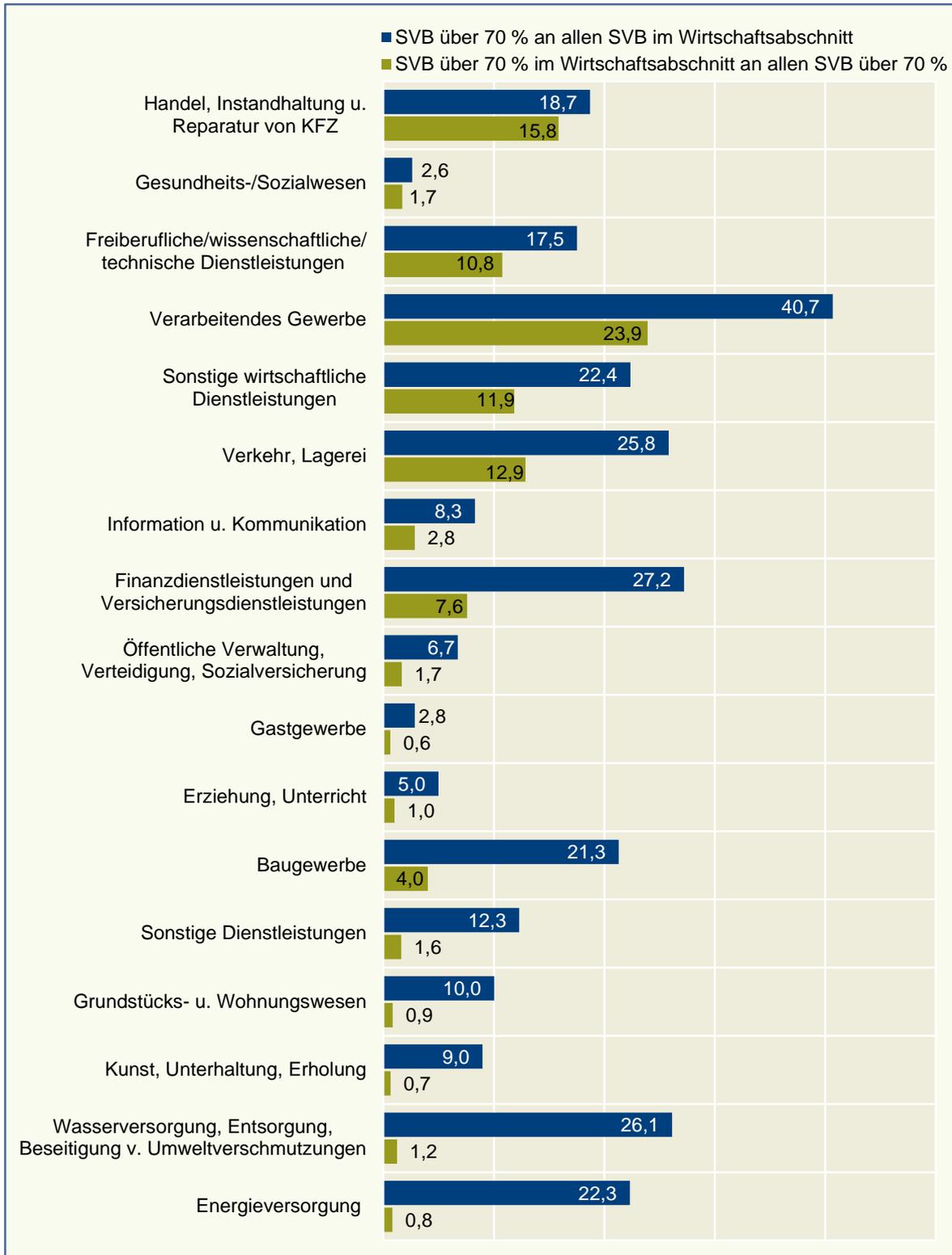
einem hohen Substituierbarkeitspotenzial. Da wir eine entsprechende Betrachtung erstmals durchführen und für das Jahr 2015 keine Vergleichsdaten vorliegen, erfolgt hier lediglich eine Diskussion des Status Quo.

Abbildung 6 liefert in den blauen Balken Informationen zu den Anteilen der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial innerhalb der einzelnen Wirtschaftsabschnitte in Hamburg. Die grünen Balken stellen die Anteile der Betroffenen aus dem jeweiligen Wirtschaftsabschnitt an allen Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg dar. So arbeitet beispielsweise in der Energieversorgung zwar mehr als jeder fünfte Beschäftigte (22,3 Prozent) in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Wegen der geringen Bedeutung dieses Wirtschaftsabschnitts in der Beschäftigtenstruktur Hamburgs stellen Beschäftigte mit hohem Substituierbarkeitspotenzial aus dieser Branche jedoch weniger als ein Prozent der in der Stadt insgesamt von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial Betroffenen.

Die Abbildung kann also Hinweise darauf geben, wie die Herausforderungen, vor denen Hamburg im Zusammenhang mit der fortschreitenden Digitalisierung steht, sich auf die einzelnen Branchen verteilen. Weit vorne findet sich erwartungsgemäß das Verarbeitende Gewerbe. 40,7 Prozent der hier Beschäftigten arbeiten in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Sie stellen mit 23,9 Prozent fast ein Viertel der insgesamt von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigten in Hamburg. Sie arbeiten beispielsweise im Bereich Metallbau-/verarbeitung oder in der Maschinenbau- und Betriebstechnik. Auch der Wirtschaftsabschnitt Handel, Instandhaltung und Reparatur von Fahrzeugen fällt ins Auge. Ihm kommt traditionell eine zentrale Rolle in der Wirtschaftsstruktur der Hansestadt zu. Mit 15 Prozent aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten handelt es sich um die beschäftigungsstärkste Branche der Stadt (siehe Tabelle A 6 im Anhang). Sie steht im Zusammenhang mit der Digitalisierung ebenfalls vor großen Herausforderungen: 18,7 Prozent der Beschäftigten weisen ein hohes Substituierbarkeitspotenzial auf. Das entspricht 15,8 Prozent der in Hamburg insgesamt in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial Beschäftigten. Beschäftigungsstarke Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial in diesem Wirtschaftsabschnitt sind beispielsweise solche in der Fahrzeugtechnik, in der Logistik oder im Verkauf (Kassierer).

Im Wirtschaftsabschnitt Verkehr und Lagerei arbeiten knapp 9 Prozent der Hamburger Beschäftigten. Gut jeder vierte in diesem Wirtschaftsabschnitt Tätige weist ein hohes Substituierbarkeitspotenzial auf; das sind 12,9 Prozent der in Hamburg insgesamt mit hohem Substituierbarkeitspotenzial Beschäftigten. In der Branche Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen sind 22,4 Prozent der Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen. Das entspricht knapp zwölf Prozent der insgesamt in der Stadt Betroffenen. Beispiele für Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial in dieser Branche sind Helfer im Büro- und Sekretariatsbereich und Fachkräfte in der Personalentwicklung und -sachbearbeitung. Und schließlich arbeiten in den Freiberuflichen/wissenschaftlichen/technischen Dienstleistungsberufen 17,5 Prozent der Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial. Sie stellen knapp elf Prozent der insgesamt im Land Betroffenen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Helfer im Büro- und Sekretariatsbereich sowie Buchhalter und Steuerberater.

Abbildung 6: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Wirtschaftsabschnitten in Hamburg, 2016, Anteile in Prozent



Anm.: Ausgewählte Wirtschaftsabschnitte. Die Daten wurden absteigend nach der Beschäftigtenzahl in den Wirtschaftsabschnitten in HH sortiert. SVB = Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

Quelle: BERUFENET (2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (31.12.2016); eigene Berechnungen.

Weitere Wirtschaftsabschnitte haben zwar eine geringere Bedeutung in der Beschäftigtenstruktur der Stadt, dafür aber mitunter einen weit überdurchschnittlichen Anteil an Beschäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial. So arbeiten im Wirtschaftsabschnitt Finanz- und Versicherungsdienstleistungen 27,2 Prozent der Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Dieser Wert liegt immer noch weit unter dem bundesweiten Durchschnitt, weil die Branche in Hamburg stärker durch Berufe mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial (z. B. Anlageberater oder Finanzanalysten) geprägt ist und weniger durch Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (z. B. Bankkaufleute und Fachkräfte bzw. Spezialisten in der Buchhaltung und in der Steuerberatung). Im Wirtschaftsabschnitt Wasserversorgung, Entsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzungen liegt der Anteil der Beschäftigten in hoch substituierbaren Berufen bei gut 26 Prozent. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um Klempner und Fachkräfte der Wasserversorgung sowie der Ver- und Entsorgung.

4 Fazit

In den letzten Jahren haben einige Technologien Marktreife erlangt, die bestimmte, bislang nur vom Menschen ausführbare Tätigkeiten, automatisiert erledigen können. Zeitgleich haben sich in einigen Berufen die Berufsbilder verändert. In der Regel sind dabei substituierbare Tätigkeiten weggefallen und nicht substituierbare Tätigkeiten hinzugekommen. Zudem sind ein paar Berufe neu entstanden. In ihnen ist das Substituierbarkeitspotenzial in der Regel sehr gering. Eine veränderte Aufgabenzusammensetzung von Berufen und neue Berufe wirken als Folgen des technologischen Fortschritts somit tendenziell dämpfend auf das Substituierbarkeitspotenzial der Berufe. Diese Wirkung ist über alle Berufe hinweg jedoch ungleich geringer als die Wirkung des technologischen Fortschritts, der sich in einer zunehmenden Substituierbarkeit von Tätigkeiten spiegelt. Als Folge ist im Vergleich zu unserer ersten Studie zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt in Hamburg (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) insgesamt ein deutlicher Anstieg der Substituierbarkeitspotenziale zu beobachten.

Über fast alle Berufssegmente und Anforderungsniveaus hinweg ist das Substituierbarkeitspotenzial in Hamburg deutlich gestiegen. Besonders groß ist die Zunahme in den Verkehrs- und Logistikberufen. In Bezug auf das Anforderungsniveau sind die Substituierbarkeitspotenziale in den Helferberufen mit deutlichem Abstand am stärksten, in den Expertenberufen am wenigsten gestiegen. In den Helfer- und Fachkraftberufen ist nunmehr durchschnittlich die Hälfte der Tätigkeiten substituierbar; über die Spezialisten zu den Experten sinkt das Substituierbarkeitspotenzial dann deutlich. Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent arbeiten, ist von 9,3 Prozent auf 17,8 Prozent gestiegen. In Hamburg ist die Zahl der Beschäftigten in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial im Vergleich zu unserer Vorstudie (Buch/Dengler/Stöckmann 2016) damit von rund 84.000 auf rund 168.000 gestiegen.

Bislang zumindest lässt ein hohes Substituierbarkeitspotenzial in einem Beruf keine Rückschlüsse auf eine rückläufige Beschäftigungsentwicklung zu. So ist die Zahl der Fachkräfte in der Lagerlogistik in den letzten Jahren trotz eines nunmehr hohen Substituierbarkeitspotenzials (vgl. Tabelle 3) sogar überdurchschnittlich gestiegen (vgl. <https://job-futuromat.iab.de/>). Dementsprechend stellen Dengler/Matthes (2018) für die Jahre 2013 bis 2016 auf Bundes-

ebene nur einen sehr schwachen negativen Zusammenhang zwischen dem Substituierbarkeitspotenzial und dem Beschäftigungswachstum auf Berufsebene fest. Offenbar sind Investitionen in digitale Technologien (bislang) häufig nicht lukrativ. Und selbst wenn die Preise für digitale Technologien weiter sinken, ist es möglich, dass die Lohnkosten für grundsätzlich substituierbare Tätigkeiten niedriger ausfallen als die Kosten für Investitionen in Computer oder computergesteuerte Maschinen. Zudem können Konsumentenpräferenzen die Entscheidung, ob ein Substituierbarkeitspotenzial ausgeschöpft wird, beeinflussen (Dengler/Matthes 2018). Wenn zum Beispiel ein im Handwerksbetrieb hergestelltes Brot im Vergleich zur maschinell hergestellten Ware aus dem Backshop als qualitativ hochwertiger wahrgenommen wird, wird es Kunden geben, die bereit sind, einen höheren Preis für die bessere Qualität zu zahlen. Damit wird es weiterhin Betriebe geben, die handwerklich produzieren und die entsprechenden Tätigkeiten des Bäckers werden trotz eines Substituierbarkeitspotenzials von 100 Prozent in diesem Beruf (vgl. <https://job-futuromat.iab.de/>) nicht substituiert. Schließlich können auch rechtliche oder ethische Hürden einer Substitution entgegenstehen (Bonin/Gregory/Zierahn 2015).

Darüber hinaus gehen durch den technischen Wandel nicht nur Arbeitsplätze verloren, sondern es entstehen auch neue – beispielsweise dort, wo kollaborative Roboter und 3D-Drucker gebaut und gewartet werden müssen. Innovative Produkte und sinkende Preise aufgrund einer gestiegenen Produktivität können zudem die Konsumnachfrage und damit die Beschäftigung stimulieren, wie es beispielsweise auf dem Markt intelligenter Haussteuerungssysteme zu beobachten ist. In diesem Sinne erwarten Wolter et al. (2016), dass die Digitalisierung das Gesamtbeschäftigungsniveau in Deutschland bis zum Jahr 2035 kaum beeinflussen wird. Arntz/Gregory/Zierahn (2018) prognostizieren bis zum Jahr 2021 sogar einen leicht positiven Beschäftigungseffekt betrieblicher Technologieinvestitionen. Und schließlich ist zu berücksichtigen, dass die Beschäftigungswirkungen der Digitalisierung immer im Kontext der anderen den Arbeitsmarkt prägenden Trends diskutiert werden müssen. Dies gilt insbesondere für den demografischen Wandel sowie die Diskussion um Fachkräftengpässe.

Auch wenn Befürchtungen um einen massiven Arbeitsplatzabbau derzeit unbegründet scheinen, wird der mit dem digitalen Wandel einhergehende Strukturwandel erhebliche Umwälzungen für den Arbeitsmarkt mit sich bringen. So erwarten Wolter et al. (2016) bis zum Jahr 2025 bundesweite Beschäftigungsverluste in Höhe von rund 1,5 Millionen Jobs, denen Beschäftigungsgewinne in nahezu gleicher Höhe gegenüberstehen. Die Autoren prognostizieren jedoch, dass Berufe, Branchen und insbesondere Qualifikationsniveaus sehr unterschiedlich vom digitalen Wandel betroffen sein werden. Demzufolge nimmt der Bedarf an komplexen und hoch komplexen Tätigkeiten zu, während er bei Helfern, aber vor allem auf der Ebene der fachlichen Tätigkeiten, zurückgeht.

Aufbauend auf die zitierte Studie von Wolter et al. (2016) haben Zika et al. (2018) eine regionalspezifische Modellrechnung zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt vorgelegt. Dabei wurden für die Region Nord die (strukturell höchst heterogenen) Gebiete Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein zusammengefasst. Für Hamburg von besonderem Interesse sind die Prognosen für die Dienstleistungsbranchen „Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen“ sowie „Freiberufliche, wissenschaftliche und

technische Dienstleistungen“. Diese Branchen, die in der Hansestadt überdurchschnittlich vertreten sind, reagieren dieser Studie zufolge überproportional auf die Digitalisierung der Arbeitswelt und werden überdurchschnittliche Beschäftigungsverluste zu verkraften haben. Zu den in Hamburg bedeutenden Berufen, die relativ stark von den negativen Auswirkungen des Wirtschaft-4.0-Szenarios betroffen sein werden, zählen der Prognose zufolge die „Büro-, (und) kaufmännischen Dienstleistungsberufe“ sowie die „Verkehrs-, Lager- und Transportberufe“. Insgesamt erwarten die Autoren der Studie für die Region Nord jedoch bis zum Jahr 2035 über alle Branchen und Berufe hinweg nur moderate Beschäftigungsverluste.

Die zentrale Herausforderung der digitalen Transformation besteht also darin, auf der Angebotsseite technologiebedingte Arbeitslosigkeit zu vermeiden und für die Nachfrageseite eine ausreichende Anzahl von Fachkräften sicherzustellen, die für die jeweils aktuellen Arbeitsplatzanforderungen ausreichend qualifiziert sind. Das wesentliche Handlungsfeld zur Bewältigung des mit dem digitalen Wandel einhergehenden Strukturwandels stellt somit der Bereich Aus- und Weiterbildung dar (Weber 2017). Um die wachsende Bedeutung der Weiterbildung zu unterstreichen und den sich wandelnden und wachsenden Anforderungen des Arbeitsmarktes gerecht zu werden, wäre die Institutionalisierung einer Weiterbildungspolitik sinnvoll, die die Weiterbildung auf den Stellenwert der Erstausbildung hebt (Weber 2017).

Inhaltlich gilt es, IT-Kompetenzen noch stärker als bisher in den Bildungskanon aufzunehmen. Aber auch Kompetenzen wie Kreativität, Kommunikations- und Teamfähigkeit, Prozessverständnis und Abstraktionsfähigkeit werden immer wichtiger und sollten systematisch geschult werden. Die Betriebe sollten als Kooperationspartner der öffentlich geförderten Weiterbildungspolitik fungieren (Weber 2017). Zum einen verfügen sie über Informationen zu den konkreten Bedarfen. Zum anderen muss der technologische Wandel in erster Linie von den Beschäftigten in den Betrieben bewältigt werden und deshalb gilt es, Weiterbildungsmaßnahmen präventiv umzusetzen, um Arbeitslosigkeit zu vermeiden. Den staatlichen Institutionen kommt dabei insbesondere die Aufgabe einer unabhängigen und hochwertigen Qualifizierungsberatung für Betriebe und Beschäftigte sowie eine Beteiligung an den Kosten von Maßnahmen und Arbeitsausfall zu. Dabei sollte eine finanzielle Beteiligung der Politik sich auf Weiterbildungen konzentrieren, die generelle Kenntnisse und Fähigkeiten entwickeln, und geringer ausfallen bei spezifischen Maßnahmen, die auf einen bestimmten Betrieb mit bestimmten Tätigkeiten zugeschnitten sind (ebenda). Wo Maßnahmen nicht sinnvoll auf betrieblicher Ebene angesiedelt werden können, sollte die Förderung auch unabhängig vom betrieblichen Kontext erfolgen.

Auch in der Vermittlung von Arbeitslosen durch die Arbeitsagenturen werden Kooperationen mit Betrieben immer wichtiger. Während nämlich die Anforderungen einerseits breiter und anspruchsvoller werden, erhöht sich andererseits auch die betriebliche Spezifität der Arbeitsplätze. Damit wächst die Bedeutung einer passgenauen Vermittlung und einer Individualisierung von Qualifizierungsangeboten noch weiter.

Trotz aller Weiterbildungsinitiativen wird sich Arbeitslosigkeit durch den strukturellen Wandel nicht gänzlich vermeiden lassen. Die Arbeitsmarktdynamik wird im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung wahrscheinlich deutlich zunehmen – und damit auch die Zugänge in Arbeitslo-

sigkeit. Hier wird die Herausforderung darin bestehen, temporäre Verlierer des Strukturwandels aufzufangen, indem ihnen neue Jobperspektiven angeboten werden. Dabei steht insbesondere die Arbeitsvermittlung vor der Herausforderung, im Einzelfall schnell und fundiert zu entscheiden, ob eine Wiederbeschäftigung im bisherigen Tätigkeitsfeld realistisch ist, eine Weiterentwicklung notwendig oder gar eine Neuorientierung der richtige Weg ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zu den Veränderungen der Substituierbarkeitspotenziale von Beschäftigten verschiedener Berufe, Branchen und Anforderungsniveaus in Hamburg können als Informationsgrundlage für die Ausgestaltung der regionalen Handlungsansätze dienen.

Literatur

Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. Mannheim.

Bonin, Holger; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim.

Buch, Tanja; Dengler, Katharina; Stöckmann, Andrea (2016): Digitalisierung der Arbeitswelt. Folgen für den Arbeitsmarkt in der Freien und Hansestadt Hamburg. IAB-Regional. Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz. IAB Nord, 05/2016, Nürnberg. [http://doku.iab.de/regional/N/2016/regional_n_0516.pdf]

Buch, Tanja; Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2016): Relevanz der Digitalisierung für die Bundesländer: Saarland, Thüringen und Baden-Württemberg haben den größten Anpassungsbedarf. IAB-Kurzbericht, 14/2016, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb1416.pdf>]

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht, 04/2018, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf>]

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB-Forschungsbericht, 11/2015, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb1115.pdf>]

Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Paulus, Wiebke (2014): Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. FDZ-Methodenreport Nr. 12, Nürnberg.

Matthes, Britta; Meinken, Holger; Neuhauser, Petra (2015): Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Methodenbericht der Statistik der BA, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/externe/2015/k150424301.pdf>]

Möller, Joachim (2015): Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution. IAB-Discussion Paper, 18/2015, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1815.pdf>]

Paulus, Wiebke; Matthes, Britta (2013): Klassifikation der Berufe. Struktur, Codierung und Umsteigeschlüssel. FDZ-Methodenreport, 08/2013, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1815.pdf>]

Weber, Enzo (2017): Digitalisierung als Herausforderung für eine Weiterbildungspolitik. Wirtschaftsdienst, Jg. 97, H. 5, S. 372–374.

Wolter, Marc Ingo; Mönning, Anke; Hummel, Markus; Weber, Enzo; Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Neuber-Pohl, Caroline (2016): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht Nr. 13. [<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2016/fb1316.pdf>]

Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc Ingo (2018): Arbeitseffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. IAB-Kurzbericht, 09/2018, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0918.pdf>]

Anhang

Tabelle A 1: Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010

Berufssektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	
S1 Produktionsberufe	S11 Land-, Forst- und Gartenbauberufe	11	Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe
		12	Gartenbauberufe, Floristik
	S12 Fertigungsberufe	21	Rohstoffgewinn, Glas, Keramikverarbeitung
		22	Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung
		23	Papier-, Druckberufe, technische Mediengestaltung
		24	Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau
		28	Textil- und Lederberufe
		93	Produktdesign, Kunsthandwerkli. Berufe
	S13 Fertigungstechnische Berufe	25	Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe
		26	Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe
		27	Techn. Entwicklungs-, Konstruktions-, Produktionssteuerungsberufe
	S14 Bau- und Ausbauberufe	31	Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe
		32	Hoch- und Tiefbauberufe
		33	(Innen-)Ausbauberufe
34		Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	
S2 Personenbezogene Dienstleistungsberufe	S21 Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	29	Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung
		63	Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe
	S22 Medizinische und nichtmedizinische Gesundheitsberufe	81	Medizinische Gesundheitsberufe
		82	Nichtmedizinische Gesundheits-, Körperpflege- und Wellnessberufe, Medizintechnik
	S23 Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	83	Erziehung, soz., hauswirtschaftliche Berufe, Theologie
		84	Lehrende und ausbildende Berufe
		91	Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissenschaftliche Berufe
		94	Darstellende, unterhaltende Berufe
S3 Kaufmännische und unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	S31 Handelsberufe	61	Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe
		62	Verkaufsberufe
	S32 Berufe in Unternehmensführung und -organisation	71	Berufe in Unternehmensführung, -organisation
	S33 Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	72	Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen, Steuerberatung
		73	Berufe in Recht und Verwaltung
		92	Werbung, Marketing, kaufmännische, redaktionelle Medienberufe
S4 IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	S41 IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	41	Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe
		42	Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe
		43	Informatik- und andere IKT-Berufe
S5 Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungsberufe	S51 Sicherheitsberufe	01	Angehörige der regulären Streitkräfte
		53	Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe
	S52 Verkehrs- und Logistikberufe	51	Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.)
		52	Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten
S53 Reinigungsberufe	54	Reinigungsberufe	

Quelle: Matthes/Meinken/Neuhauser (2015: 18).

Tabelle A 2: Substituierbarkeitspotenzial 2016/2015 und Beschäftigungsanteile nach Berufssegmenten in Hamburg und Deutschland

Berufssegment	Substituierbarkeitspotenzial in %						Beschäftigungsanteile 2016 in %	
	Hamburg			Deutschland			Hamburg	Deutschland
	2016	2015	Veränderung 2016/2015 in %-Punkten	2016	2015	Veränderung 2016/2015 in %-Punkten		
Fertigungstechnische Berufe	67,9	64,5	3,4	69,6	64,4	5,2	8,9	12,2
Fertigungsberufe	67,3	60,0	7,3	82,8	72,8	10,0	3,6	7,7
Verkehrs- und Logistikberufe	58,7	38,6	20,1	56,3	36,5	19,8	10,4	9,6
Berufe in Unternehmensführung und -organisation	54,6	46,4	8,2	57,2	48,9	8,3	16,3	13,0
Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	54,3	36,7	17,6	59,5	39,7	19,8	13,8	9,5
Handelsberufe	48,2	35,9	12,4	49,5	36,3	13,2	10,1	9,7
Bau- und Ausbauberufe	39,2	35,9	3,3	36,5	32,5	3,9	4,4	5,8
Land-, Forst- und Gartenbauberufe	38,3	34,5	3,7	44,3	37,8	6,4	0,7	1,4
Reinigungsberufe	38,1	21,6	16,5	38,6	21,9	16,7	3,0	2,6
Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	33,8	24,9	8,8	39,9	30,9	9,0	5,7	5,0
IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	32,5	36,4	-3,9	39,4	42,5	-3,1	5,1	3,7
Medizinische u. nichtmedizinische Gesundheitsberufe	21,0	21,6	-0,6	21,3	21,9	-0,6	9,4	10,6
Sicherheitsberufe	18,3	8,9	9,3	20,2	11,4	8,8	1,5	1,1
Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	14,5	8,2	6,3	13,4	7,1	6,3	7,4	8,0

Anm.: Zur erleichterten Einordnung der Ergebnisse sind Veränderungen von bis zu einschließlich plus 6 Prozentpunkten hellblau markiert, Veränderungen von über 6 Prozentpunkten bis zu 13 Prozentpunkten mittelblau und Veränderungen von über 13 Prozentpunkten dunkelblau. Die Daten wurden auf eine Nachkomastelle gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Daten: Die Daten wurden gerundet und absteigend nach dem Substituierbarkeitspotenzial in den Berufssegmenten (2016) in Hamburg sortiert.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Tabelle A 3: Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Hamburg und Deutschland, 2016/2015

Anforderungs-niveau	Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau					
	Hamburg			Deutschland		
	2016	2015	Veränderung 2016/2015 in %-Punkten	2016	2015	Veränderung 2016/2015 in %-Punkten
Helferberufe	52,6	39,3	13,3	58,2	45,5	12,7
Fachkraftberufe	52,5	43,2	9,3	53,8	44,7	9,2
Spezialistenberufe	39,7	31,4	8,3	40,0	32,8	7,2
Expertenberufe	26,0	20,3	5,6	24,4	18,8	5,5

Anm.: Zur erleichterten Einordnung der Ergebnisse sind Veränderungen von bis zu einschließlich plus 6 Prozentpunkten hellblau markiert, Veränderungen von über 6 Prozentpunkten bis zu 13 Prozentpunkten mittelblau und Veränderungen von über 13 Prozentpunkten dunkelblau. Die Daten wurden auf eine Nachkommastelle gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Tabelle A 4: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) in Hamburg nach Anforderungsniveau, 2016/2015

Anforderungs-niveau	Substituierbarkeitspotenzial über 70 % – Betroffene Beschäftigte					
	Deutschland			Hamburg		
	2016	2015	Veränderung 2015/2016	2016	2015	Veränderung 2015/2016
	Absolute Werte		absolut	Absolute Werte		absolut
Helfer	2.305.600	946.500	1.359.100	42.700	7.700	35.000
Fachkräfte	5.030.400	3.081.600	1.948.800	102.200	56.600	45.600
Spezialisten	585.800	500.700	85.100	21.100	19.100	2.000
Experten	23.100	4.300	18.900	2.100	900	1.200
Gesamt	7.944.900	4.533.100	3.411.800	168.100	84.300	83.800
	Anteile in %		in %-Punkten	Anteile in %		in %-Punkten
Helfer	48,2	20,6	27,6	37,9	7,2	30,7
Fachkräfte	26,9	16,9	9,9	20,2	11,5	8,7
Spezialisten	14,6	13,0	1,6	13,1	12,2	0,8
Experten	0,6	0,1	0,5	1,3	0,6	0,7
Gesamt	25,2	14,9	10,3	17,8	9,3	8,5

Anm.: Die Daten wurden auf 100 bzw. eine Nachkommastelle gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2013, 2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016 und 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Tabelle A 5: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Deutschland und Hamburg nach Anforderungsniveau, 2016, Anzahl und Anteile in Prozent

Substituierbarkeitspotenzial	Anforderungsniveau	Betroffene Beschäftigte			
		Anzahl		Anteile in %	
		Deutschland	Hamburg	Deutschland	Hamburg
Niedrige Betroffenheit 0 bis 30 %	Helfer	965.000	26.400	20,2	23,4
	Fachkraft	4.010.700	113.400	21,4	22,4
	Spezialist	1.387.500	55.000	34,6	34,1
	Experte	2.616.800	104.500	64,8	63,9
	Gesamt	8.980.200	299.300	28,4	31,7
Mittlere Betroffenheit über 30 bis 70 %	Helfer	1.513.000	43.500	31,6	38,7
	Fachkraft	9.693.900	290.200	51,7	57,4
	Spezialist	2.038.700	85.200	50,8	52,8
	Experte	1.398.500	56.900	34,6	34,8
	Gesamt	14.644.100	475.800	46,4	50,4
Hohe Betroffenheit über 70 bis 100 %	Helfer	2.305.600	42.700	48,2	37,9
	Fachkraft	5.030.400	102.200	26,9	20,2
	Spezialist	585.800	21.100	14,6	13,1
	Experte	23.100	2.100	0,6	1,3
	Gesamt	7.944.900	168.100	25,2	17,8

Anm.: Die Absolut-Werte wurden auf 100 gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016); eigene Berechnungen.

Tabelle A 6: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %) nach Wirtschaftsabschnitten in Hamburg, 2016, Anzahl und Anteile in Prozent

Wirtschaftsabschnitt (WZ08)	Hamburg				
	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SVB)		SVB mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (über 70 %)		
	Insgesamt	Anteil SVB im Wirtschaftsabschnitt an SVB insgesamt	Insgesamt	Anteil (3) an (1)	Anteil (3) an SVB (über 70 %) insgesamt in %
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	700	<0,1	<100	6,3	<0,1
Bergbau, Gewinnung Steine/Erde	400	<0,1	100	15,5	<0,1
Verarbeitendes Gewerbe	98.900	10,5	40.200	40,7	23,9
Energieversorgung	6.100	0,7	1.400	22,3	0,8
Wasserversorgung; Entsorgung, Beseitigung v. Umweltverschmutzungen	7.900	0,8	2.100	26,1	1,2
Baugewerbe	31.700	3,4	6.800	21,3	4,0
Handel, Instandhaltung u. Reparatur von KFZ	142.400	15,1	26.600	18,7	15,8
Verkehr, Lagerei	83.800	8,9	21.600	25,8	12,9
Gastgewerbe	37.800	4,0	1.100	2,8	0,6
Information u. Kommunikation	57.700	6,1	4.800	8,3	2,8
Finanzdienstleistungen und Versicherungsdienstleistungen	46.900	5,0	12.800	27,2	7,6
Grundstücks- u. Wohnungswesen	14.300	1,5	1.400	10,0	0,9
Freiberufliche/wissenschaftliche/technische Dienstleistungen	103.100	10,9	18.100	17,5	10,8
Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	89.100	9,4	19.900	22,4	11,9
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	41.500	4,4	2.800	6,7	1,7
Erziehung, Unterricht	33.900	3,6	1.700	5,0	1,0
Gesundheits-/Sozialwesen	110.500	11,7	2.900	2,6	1,7
Kunst, Unterhaltung, Erholung	12.400	1,3	1.100	9,0	0,7
Sonstige Dienstleistungen	22.200	2,4	2.700	12,3	1,6
Wirtschaftszweig insgesamt	943.300	100,0	168.100	17,8	100,0

Anm.: Die Absolut-Werte wurden auf 100 gerundet. Eventuelle Differenzen sind rundungsbedingt.

Quelle: BERUFENET (2016); Statistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand 31.12.2016); eigene Berechnungen.

In der Reihe IAB-Regional Nord sind zuletzt erschienen:

Nummer	Autoren	Titel
02/2018	Buch, Tanja; Stöckmann, Andrea	Entwicklung der Substituierbarkeitspotenziale auf dem Arbeitsmarkt in Mecklenburg-Vorpommern – Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten
01/2018	Buch, Tanja; Stöckmann, Andrea	Entwicklung der Substituierbarkeitspotenziale auf dem Arbeitsmarkt in Schleswig-Holstein – Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten
01/2017	Niebuhr, Annekatriin; Meister, Moritz; Stöckmann, Andrea	Die Arbeitsmarktsituation von Migrantinnen und Migranten in Hamburg
07/2016	Homolkova, Katerina; Niebuhr, Annekatriin; van Rienen, Viola	Arbeitsmarkteintritt der Studierenden der Fachhochschule Kiel – Analyse des Erwerbseintritts, der Mobilität und der frühen Erwerbsphase der Studierenden der Fachhochschule Kiel im Zeitraum 2005–2014
06/2016	Buch, Tanja; Dengler, Katharina; Stöckmann, Andrea	Digitalisierung der Arbeitswelt – Folgen für den Arbeitsmarkt in Mecklenburg-Vorpommern

Eine vollständige Liste aller Veröffentlichungen der Reihe „IAB-Regional“ finden Sie [hier](#):

<http://www.iab.de/de/publikationen/regional.aspx>

Impressum

IAB-Regional. IAB Nord
Nr. 03/2018
29.10.2018

Herausgeber

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

Rechte

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Genehmigung
des IAB gestattet

Website

<http://www.iab.de>

Bezugsmöglichkeit

http://doku.iab.de/regional/N/2018/regional_n_0318.pdf

Eine vollständige Liste aller erschienenen Berichte finden
Sie unter
<http://www.iab.de/de/publikationen/regional/nord.aspx>

ISSN 1861-051X

Rückfragen zum Inhalt an:

Tanja Buch
Telefon 0431.3395 3920
E-Mail Tanja.Buch@iab.de