

Institut für Arbeitsmarkt-
und Berufsforschung

Die Forschungseinrichtung der
Bundesagentur für Arbeit



IAB-Regional

Berichte und Analysen aus dem Regionalen Forschungsnetz

1/2017

Digitalisierung der Arbeitswelt

Folgen für den Arbeitsmarkt in Bayern

Lutz Eigenhüller
Anja Rossen
Tanja Buch
Katharina Dengler

ISSN 1861-4752

IAB Bayern
in der Regionaldirektion
Bayern

Digitalisierung der Arbeitswelt

Folgen für den Arbeitsmarkt in Bayern

Lutz Eigenhüller

Anja Rossen

Tanja Buch

Katharina Dengler

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	9
1 Einleitung	11
2 Stand der Forschung	13
3 Daten und Methoden	15
4 Substituierbarkeitspotenziale	16
4.1 Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Deutschland und in Bayern	16
4.2 Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von Substituierbarkeitspotenzialen	17
4.3 Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau	19
5 Regionale Unterschiede in den Substituierbarkeitspotenzialen	21
5.1 Ergebnisse für Bayern	21
5.2 Unterschiede innerhalb Bayerns	26
6 Fazit	32
Literatur	35
Anhang	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Deutschland und Bayern (in Prozent)	17
Abbildung 2:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Deutschland und Bayern (in Prozent)	18
Abbildung 3:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Bayern (in Tsd. Personen)	19
Abbildung 4:	Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Deutschland und Bayern (in Prozent)	20
Abbildung 5:	Anteil der Beschäftigten nach Berufssegmenten in Deutschland und Bayern (in Prozent)	23
Abbildung 6:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) nach Anforderungsniveau in Deutschland und Bayern (in Prozent)	24
Abbildung 7:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Bayern (in Tsd. Personen)	25
Abbildung 8:	Korrelation zwischen Beschäftigungsanteil im Verarbeitenden Gewerbe und Betroffenheit von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial in den Kreisen Bayerns	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent), Auswahl der meistbetroffenen Berufe in Bayern	26
Tabelle 2:	Die 20 kreisfreien Städte und Landkreise in Bayern mit den höchsten und niedrigsten Anteilen Beschäftigter in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent)	29

Kartenverzeichnis

Karte 1:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Bundesländern (in Prozent)	22
Karte 2:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Kreisen in Bayern (in Prozent)	27
Karte 3:	Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Fachkraftniveau von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Kreisen in Bayern (in Prozent)	31

Anhangsverzeichnis

Tabelle A 1	Substituierbarkeitspotenzial nach Berufshauptgruppen (KldB 2010) und dem Anforderungsniveau in Bayern	37
Tabelle A 2	Substituierbarkeitspotenziale und Beschäftigungsanteile nach Berufssegmenten in Deutschland, Bayern sowie den bayerischen Kreisen	42

Tabelle A 3	Betroffenheit der Beschäftigten von einem Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) nach Anforderungsniveau in Bayern und den bayerischen Kreisen	45
-------------	---	----

Zusammenfassung

Eine wichtige Frage im Zusammenhang mit den Folgen der Digitalisierung der Arbeitswelt ist, inwieweit Tätigkeiten, die bisher von Menschen ausgeführt werden, durch Computer oder computergesteuerte Maschinen übernommen werden könnten. Dieser Bericht nähert sich dieser Fragestellung über die Analyse der Substituierbarkeitspotenziale von Berufen. Zur Bestimmung dieser Substituierbarkeitspotenziale wird der Anteil der Tätigkeiten berechnet, die innerhalb eines Berufs bereits heute durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden könnten. Es zeigt sich, dass Fertigungsberufe und Fertigungstechnische Berufe das höchste Substituierbarkeitspotenzial in sich tragen, während das Potenzial bei sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen nur gering ausfällt. Differenziert nach Anforderungsniveau ist das Substituierbarkeitspotenzial für Helfer und Fachkräfte ähnlich hoch und größer als das Substituierbarkeitspotenzial für Spezialisten und insbesondere für Experten. In Bayern fällt der Anteil der Beschäftigungsverhältnisse, die mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent konfrontiert sind, mit 15,4 Prozent geringfügig höher aus als im bundesweiten Durchschnitt (15 Prozent). Auf der Ebene der Kreise und kreisfreien Städte des Landes variiert der Anteil der Beschäftigungsverhältnisse, die ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen zwischen 7 Prozent in der Stadt München und circa 30 Prozent in der Stadt Schweinfurt. Um den Herausforderungen der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitswelt zu begegnen, werden lebenslanges Lernen, betriebsnahe Aus- und Weiterbildungsangebote sowie passgenaue Vermittlungen immer bedeutender.

Keywords:

Arbeitsmarkt, Bayern, Digitalisierung, Industrie 4.0

Wir bedanken uns bei Silke Hamann, Doris Baumann und Andrea Stöckmann für Kommentare und Mithilfe bei der Abfassung des Manuskripts. Besonders danken möchten wir unseren Kolleginnen Tanja Buch, Katharina Dengler und Britta Matthes, die grundlegende Vorarbeiten zu diesem Thema geleistet haben. Der Text hat inhaltliche Elemente der Autorinnen übernommen.

1 Einleitung

Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ wird derzeit allenthalben diskutiert, ob Wirtschaft und Gesellschaft vor einer vierten industriellen Revolution stehen. Nach der Einführung mechanischer Produktionsanlagen mithilfe von Wasser- und Dampfkraft im späten 18. Jahrhundert, dem Beginn arbeitsteiliger Massenproduktion mithilfe elektrischer Energie im frühen 20. Jahrhundert und der weiteren Automatisierung der Produktion durch den Einsatz von Elektronik und Informations- und Kommunikationstechnik (IT) in den 1970er-Jahren wird aktuell der smarten Produktion mit modernster IT, die u. a. auf cyberphysischen Systemen beruht, revolutionäres Potenzial zugesprochen.

Bei cyberphysischen Systemen handelt es sich um Verbünde von softwaretechnischen Komponenten und mechanischen Teilen, die über eine Dateninfrastruktur, etwa das Internet, kommunizieren. Anlagen und Maschinen können eigenständig Meldungen abgeben, Produktionsgüter anfordern oder selbstständig Wartungen vornehmen sowie benötigte Ersatzteile anfordern („Internet der Dinge“). Der Produktionsprozess wird zu einem hochflexiblen, vernetzten Prozess, in den Kunden und Zulieferer direkt eingebunden sind und der es ermöglicht, individuelle Produkte zu Bedingungen herzustellen, die vorher großen Serienproduktionen vorbehalten waren. Die Individualisierung der Produkte erstreckt sich von der Idee über den Auftrag, die Entwicklung, Fertigung und Auslieferung eines Produkts an den Endkunden¹ bis hin zum Recycling. Durch das Internet getrieben, wachsen die reale und die virtuelle Welt immer weiter zusammen.

Ob die Auswirkungen des technologischen Wandels auf den Produktionsprozess sowie die Arbeitswelt und die Gesellschaft tatsächlich revolutionären Charakter haben werden, wird erst in der Retrospektive zu beantworten sein. Unstrittig ist, dass sich mit der fortschreitenden Digitalisierung die Arbeitswelt nachhaltig (weiter) verändern wird. Dabei beschränken sich die Veränderungen nicht nur auf den Produzierenden Sektor. Auch Dienstleistungstätigkeiten stehen durch die wachsenden digitalen Möglichkeiten vor großen Veränderungen und der Anteil der Dienstleistungsunternehmen, die digitale Technologien nutzen, ist heute höher als bei den Unternehmen des Produzierenden Gewerbes (vgl. Arntz et al. 2016). Neben den Chancen, die Industrie 4.0 mit sich bringt, stehen vor allem potenzielle negative Beschäftigungseffekte im Mittelpunkt der Debatte. Technischer Fortschritt bedeutet immer auch, dass die menschliche Arbeitskraft produktiver wird. Die gleiche Menge an Gütern oder Dienstleistungen kann nun mit weniger Arbeitseinsatz hergestellt oder erbracht werden. Für die USA haben Frey/Osborne (2013) eine viel diskutierte Studie vorgelegt, der zufolge fast die Hälfte der Beschäftigten in den USA in Berufen arbeiten, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert werden können. Studien für Deutschland, die die Untersuchung von Frey/Osborne (2013) durch Umkodierung von amerikanischen Berufen auf deutsche Berufe übertragen, finden ähnlich hohe Zahlen. Brzeski/Burk (2015) beziffern etwa, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren ca. 59 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in

¹ Zugunsten der besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht in der Regel die grammatikalisch männliche Form verwendet.

Deutschland durch Computer ersetzt werden könnten. Bonin/Gregory/Zierahn (2015) kommen mit einem etwas modifizierten methodischen Ansatz auf etwa 42 Prozent.

Allerdings gibt es gute Gründe, die gegen eine direkte Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland sprechen (s. Kapitel 2). Dengler/Matthes (2015a, 2015b) haben deswegen die Automatisierungswahrscheinlichkeiten bzw. die Substituierbarkeitspotenziale direkt für Deutschland berechnet. Auf Grundlage von Daten aus der Expertendatenbank BERUFENET der Bundesagentur für Arbeit (BA) berechnen sie, in welchem Ausmaß Berufe bereits heute potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden könnten. Bundesweit beziffern sie dieses Substituierbarkeitspotenzial auf derzeit rund 15 Prozent.

Die Folgen der fortschreitenden und beschleunigten Digitalisierung der Arbeitswelt sind nicht nur auf globaler und nationaler Ebene von großem Interesse. Auch regionale Wirtschafts- und Arbeitsmarktakeure benötigen möglichst detaillierte Kenntnisse über die zu erwartenden Auswirkungen des technologischen Wandels: Die Digitalisierung wird sich regional sehr unterschiedlich auswirken (vgl. Buch/Dengler/Matthes 2016). Die daraus resultierenden Herausforderungen und die notwendigen Anpassungsprozesse werden somit regional variieren.

Auch in Bayern stehen das Thema Industrie 4.0 und die Digitalisierung immer mehr im Fokus der Debatten. So wurden in der jüngeren Vergangenheit einige Studien veröffentlicht und Aktivitäten auf den Weg gebracht, die sich mindestens in Teilen mit diesem Thema und seiner Bedeutung für Bayerns Wirtschaft und Arbeitsmarkt beschäftigen. Stellvertretend seien an dieser Stelle nur die Studien „Bayern 2025“ von McKinsey & Company (2015), „Bayerns Zukunftstechnologien“ und „Industrie 4.0 Wachstumspotenziale und Konsequenzen für Produktion, Produkte und Prozesse“ (vbw 2015a, vbw 2015b) sowie „Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie“ (bayme vbm 2016) genannt. Von der Landesregierung wurde die „Zukunftsstrategie BAYERN DIGITAL“ (vgl. STMWI 2015) ins Leben gerufen, mit der unter Beteiligung von Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft durch verschiedene Initiativen und Projekte die Auswirkungen der Digitalisierung gestaltet werden sollen, u. a. durch die Förderung und Unterstützung des Mittelstands und von Gründungsaktivitäten. Bereits seit längerem ist das Thema Digitalisierung auch in der Bayerischen Cluster-Offensive verankert, z. B. in den Clustern „Informations- und Kommunikationstechnik“ und „Mechatronik und Automation“. Diese Aktivitäten reflektieren das Ziel, die aktuell, insgesamt gesehen, gute Verfassung der bayerischen Wirtschaft und des Arbeitsmarkts in die Zukunft zu transportieren, und machen auch deutlich, dass dieses Vorhaben kein Selbstläufer ist.

Vor diesem Hintergrund widmet sich die vorliegende Studie den Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt in Bayern unter Bezugnahme auf Substituierbarkeitspotenziale von Berufen bzw. Tätigkeiten. Analog zur Studie von Dengler/Matthes (2015a, 2015b) wird im Folgenden analysiert, in welchem Ausmaß Berufe bzw. sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse in Bayern derzeit durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden könnten. Die Befunde der vorliegenden Studie können sowohl der Arbeitsverwaltung als auch der Politik sowie Verbänden und weiteren Arbeitsmarktakeuren im Land wichtige Hinweise darauf geben, in welchen Bereichen und in

welchem Umfang in den kommenden Jahren mit einem technologiebedingten Wandel der Beschäftigtenstruktur in Bayern zu rechnen ist und welche Handlungsbedarfe sich daraus ableiten lassen.

Die Studie gliedert sich wie folgt: In Kapitel 2 wird der Forschungsstand zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt kurz skizziert. In Kapitel 3 werden Daten und Methoden der Analyse dokumentiert. In Kapitel 4 werden die Substituierbarkeitspotenziale nach Berufen und nach Anforderungsniveaus präsentiert. In Kapitel 5 geht es schließlich um regionale Unterschiede der Substituierbarkeitspotenziale sowohl auf Bundeslandebene als auch innerhalb Bayerns. Kapitel 6 schließt mit dem Fazit.

2 Stand der Forschung

Ausgangspunkt der aktuellen Debatte um die quantitativen Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung auf die Arbeitswelt bildet eine Studie von Frey/Osborne (2013). Die Autoren berechnen die Automatisierungswahrscheinlichkeiten für Berufe, indem sie Tätigkeitskriterien definieren, die eine zukünftige Ersetzbarkeit durch Computer unwahrscheinlich machen, sog. „Engineering Bottlenecks“: Wahrnehmung und Feinmotorik (z. B. koordiniertes Bewegen von einzelnen Fingern, um kleine Dinge zu fertigen), kreative Intelligenz (z. B. Kunst, kreative Problemlösungen) und soziale Intelligenz (z. B. verhandeln, überzeugen). Die Autoren prognostizieren dann auf Basis der Einschätzungen von Technologieexperten, dass in den USA ca. 47 Prozent der Beschäftigten in Berufen tätig sind, die eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit (über 70 Prozent) aufweisen und in den nächsten 10 bis 20 Jahren durch Maschinen ersetzt werden könnten.

Diese Studie wird häufig als Grundlage für die Berechnung von Automatisierungswahrscheinlichkeiten für Deutschland verwendet, indem die amerikanischen Werte durch Umkodierung der amerikanischen Berufe in deutsche Berufe übertragen werden. So finden z. B. Brzeski/Burk (2015) heraus, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren ca. 59 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland durch Computer ersetzt werden könnten. Auch Bonin/Gregory/Zierahn (2015) übertragen in einem ersten Schritt die Ergebnisse von Frey/Osborne (2013) direkt auf die entsprechenden Berufe in Deutschland und stellen fest, dass in Deutschland derzeit 42 Prozent der Beschäftigten eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit von mehr als 70 Prozent aufzeigen.

Ausgehend von der Feststellung, dass nicht Berufe, sondern nur Tätigkeiten durch Computer ersetzt werden können, ermitteln Bonin/Gregory/Zierahn (2015) in einem zweiten Schritt Beschäftigungseffekte, die sich aus einem tätigkeitsbasierten Ansatz für Deutschland ergeben. Unter der Annahme, dass die Technologien in Deutschland und den USA denselben Einfluss auf die Automatisierungswahrscheinlichkeit von Tätigkeiten haben, stellen sie fest, dass in den USA neun Prozent der Arbeitsplätze Tätigkeitsprofile mit einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit aufweisen, während dies in Deutschland auf zwölf Prozent der Arbeitsplätze zutrifft.

Die Studie von Frey/Osborne (2013) für den amerikanischen Arbeitsmarkt wurde somit bisher als Grundlage für die Berechnung von Automatisierungswahrscheinlichkeiten in Deutschland verwendet. Da die Studie auf Beurteilungen von Computer- und Technologieexperten beruht,

ist nicht auszuschließen, dass die Automatisierungswahrscheinlichkeiten überschätzt werden, da diese Experten das Potenzial technologischer Entwicklungen tendenziell positiver einschätzen dürften. Zudem ist die Übertragung von amerikanischen Automatisierungswahrscheinlichkeiten auf Deutschland problematisch, da sich der deutsche Arbeitsmarkt in einigen Punkten deutlich vom amerikanischen unterscheidet. So sind z. B. in den USA mehr Akademiker und Führungskräfte, in Deutschland hingegen mehr Bürokräfte und Handwerker beschäftigt. Dazu kommt, dass das duale Ausbildungssystem und die darauf aufbauenden Weiterqualifizierungsmöglichkeiten (z. B. zum Meister- oder Technikerabschluss) in Deutschland zu einer stärkeren qualifikatorischen Differenzierung des Arbeitsmarktes im mittleren Qualifikationsbereich führen. Darüber hinaus ist selbst bei formal gleichen Berufen in Deutschland und in den USA nicht zwangsläufig von gleichen Tätigkeitsinhalten auszugehen. Angesichts der Schwierigkeiten, die bei dem Versuch aufgetreten sind, die Gleichartigkeit der in den USA und Europa ausgeübten Berufe festzustellen (vgl. Sloane 2008), ist es unwahrscheinlich, dass sich die Tätigkeitsprofile in den beiden Ländern so stark gleichen, dass eine unmittelbare Übertragung der amerikanischen Automatisierungswahrscheinlichkeiten auf Deutschland angemessen ist.

Dengler/Matthes (2015a, 2015b) berechnen deswegen direkt für Deutschland bereits heute vorhandene Substituierbarkeitspotenziale von Berufen durch Digitalisierung. Oberste Prämisse für diese Abschätzung ist, dass nur Tätigkeiten durch Computer ersetzt werden können, nicht ganze Berufe. Die Substituierbarkeitspotenziale von Berufen können empirisch anhand des Anteils der so genannten Routine-Tätigkeiten, die bereits heute durch Computer oder computergesteuerte Maschinen nach programmierbaren Regeln erledigt werden können, gemessen werden. Da die Substituierbarkeitspotenziale auf Basis von Berufsdaten aus der Expertendatenbank BERUFENET der BA berechnet werden, werden die Spezifika des deutschen Arbeitsmarktes und Bildungssystems unmittelbar berücksichtigt.

Das von Dengler/Matthes (2015a, 2015b) berechnete Substituierbarkeitspotenzial konzentriert sich allein auf die technische Machbarkeit, Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen zu ersetzen. Ob und in welcher Größenordnung Tätigkeiten, die von Computern bzw. computergesteuerten Maschinen bereits heute ausgeübt werden könnten, in Zukunft tatsächlich von ihnen ausgeführt werden, hängt aber von einer Reihe von Faktoren ab, die hier nicht berücksichtigt werden. Hierzu gehören rechtliche und ethische Hürden sowie Lohn- und Investitionskosten. Möchte man, dass – angesichts des Fachkräftemangels in der Altenpflege – autonome Pflegeroboter die Pflege älterer Menschen übernehmen, wenn z. B. die permanente Überwachung mit einer gewissen Verletzung der Privatsphäre der Pflegebedürftigen einhergeht? Und wer ist schuld, wenn ein Pflegeroboter einen Unfall verursacht? Will man Kinder durch Maschinen betreuen oder unterrichten lassen? Darüber hinaus sollten bei der Abschätzung der Arbeitsmarktwirkungen des technologischen Fortschritts auch makroökonomische Anpassungsprozesse nicht unberücksichtigt bleiben. Die Investitionen in digitale Technologien müssen sich lohnen. Selbst wenn die Preise für Computer weiter sinken, ist es möglich, dass die Löhne für Tätigkeiten, die von Computern übernommen werden könnten, niedriger sind als die Kosten für Investitionen in Computer bzw. computergesteuerte Maschinen. Dementsprechend ist nicht davon auszugehen, dass Berufe, die bereits heute technisch ersetzbar sind, auch sofort wegfallen. Zudem besteht bei den wenigsten Berufen ein Substituierbarkeitspotenzial von 100 Prozent. Des Weiteren werden auch neue Arbeitsplätze entste-

hen: Fachkräfte werden gebraucht, um die neuen Maschinen zu entwickeln, zu bauen, zu warten und zu steuern. Zudem können hohe Substituierbarkeitspotenziale auch als Signal für hohe Produktivitätspotenziale verstanden werden. Wenn es gelingt diese Produktivitätspotenziale zu realisieren, dann könnten daraus Preissenkungen bei den Produkten folgen, die wiederum gerade bei innovativen Gütern eine steigende Nachfrage und damit mehr Beschäftigung erzeugen (vgl. Möller 2015).

3 Daten und Methoden

Um abschätzen zu können, in welchem Ausmaß bestimmte Berufe schon heutzutage potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzt werden können, wird der von Dengler/Matthes (2015a, 2015b) errechnete Anteil der Routine-Tätigkeiten in den einzelnen Berufen herangezogen. Die Autorinnen verwenden als Datengrundlage ihrer Berechnungen berufskundliche Informationen aus der Expertendatenbank BERUFENET der BA, die online und kostenlos Informationen über alle in Deutschland bekannten Berufe zur Verfügung stellt. Das BERUFENET wird vor allem bei der Berufsberatung und bei der Arbeitsvermittlung genutzt und umfasst momentan ca. 3.900 Einzelberufe. Es enthält z. B. Informationen über die zu erledigenden Aufgaben in der jeweiligen beruflichen Tätigkeit, über die verwendeten Arbeitsmittel, über die Gestaltung von Arbeitsbedingungen, über notwendige Ausbildungen oder rechtliche Regelungen. Damit können die Spezifika des deutschen Arbeitsmarktes und Bildungssystems unmittelbar berücksichtigt werden.

Für die Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials wird die Anforderungsmatrix (in der BA auch als Kompetenzmatrix bezeichnet) aus dem Jahr 2013 verwendet, in der den Einzelberufen ca. 8.000 Anforderungen zugeordnet sind. Dengler/Matthes/Paulus (2014) haben in einem unabhängigen Dreifach-Codier-Verfahren jede Anforderung aus der Anforderungsmatrix danach beurteilt, ob sie aktuell, d. h. im Jahr 2013, von Computern ausgeführt hätte werden können.² Dabei wurden nur die Anforderungen betrachtet, die für die Ausübung des Berufes unerlässlich sind (Kernanforderungen). Wenn die Arbeitsanforderung von Computern oder computergesteuerten Maschinen ausgeführt werden kann, dann wird sie als Routine-Tätigkeit klassifiziert, wenn nicht, als Nicht-Routine-Tätigkeit.³

Der Anteil der Routine-Tätigkeiten wird berechnet, indem die Kernanforderungen in jedem Einzelberuf (8-Stellerebene der Klassifikation der Berufe (KldB) 2010), die einer Routine-Tätigkeit

² Tätigkeiten, die Computer eventuell zukünftig übernehmen könnten, bei denen es derzeit jedoch noch technische Hürden für einen serienmäßigen Einsatz in Deutschland gibt, gelten in den Berechnungen als nicht substituierbar (vgl. Dengler/Matthes 2015a, 2015b).

³ Für nähere Informationen siehe Dengler/Matthes/Paulus (2014) sowie Dengler/Matthes (2015a). Beispielsweise können von den Kerntätigkeiten im Verkäuferberuf einige Tätigkeiten nach programmierbaren Regeln bereits heute durch einen Computer oder eine computergesteuerte Maschine ausgeführt werden: Die Warenauszeichnung ist digital ersetzbar, weil die Produkte heutzutage mit einem Barcode oder einem Minichip ausgestattet sind. Die Abrechnung ist digital ersetzbar, weil die Scannerkasse per Knopfdruck jederzeit den Kassenbestand und eine Reihe weiterer Informationen ausdrucken kann. Aber auch das Kassieren kann durch Selbstbedienungskassen ersetzt werden, sowie das Verpacken durch Verpackungsmaschinen. Nur die Kundenberatung und der Verkauf sind interaktive, durch Computer nur schlecht ersetzbare Tätigkeiten. Im Verkäuferberuf können damit vier von sechs Kerntätigkeiten computerisiert werden. Das entspricht einem Substituierbarkeitspotenzial von 67 Prozent.

zugeordnet wurden, durch die gesamte Anzahl der Kernanforderungen im jeweiligen Einzelberuf dividiert werden. Um das Substituierbarkeitspotenzial auf Berufsaggregatsebene zu ermitteln, wird der gewichtete Durchschnitt der Anteile auf Einzelberufsebene berechnet. Die Gewichtung erfolgt auf Basis der Beschäftigtenzahlen⁴ am 30.06.2015 in den jeweiligen Kreisen Bayerns bzw. den Bundesländern und dem Bund. Die Anteile an Routine-Tätigkeiten in den Berufen werden dann als Maß für die Ersetzbarkeit dieser Berufe interpretiert.⁵

4 Substituierbarkeitspotenziale

Über den Anteil an Routine-Tätigkeiten wird zunächst bestimmt, wie hoch das Substituierbarkeitspotenzial der Berufe ist. Um einerseits übersichtlich zu bleiben, aber andererseits auch das breite berufsfachliche Spektrum abzubilden, werden die Substituierbarkeitspotenziale nicht nach den Einzelberufen dargestellt, sondern für Berufssegmente, die auf Basis der KldB 2010 für Deutschland anhand berufsfachlicher Kriterien qualitativ zusammengefasst wurden (vgl. Matthes/Meinken/Neuhauser 2015)⁶. Bei der Berechnung des Substituierbarkeitspotenzials auf regionaler Ebene 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. Im Ergebnis gibt es aufgrund der unterschiedlichen Bedeutung der verschiedenen Einzelberufe innerhalb der Berufssegmente in Bayern und in Deutschland zwar Unterschiede zwischen Bayern und dem Bund, diese fallen allerdings gering aus.

4.1 Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Deutschland und in Bayern

Abbildung 1 zeigt, dass sowohl in Deutschland als auch in Bayern Berufe aus dem Produktionsbereich durch hohe Substituierbarkeitspotenziale gekennzeichnet sind. An der Spitze stehen die Fertigungsberufe, für die sich ein Substituierbarkeitspotenzial von ca. 73 Prozent errechnet. Damit unterliegen Fertigungsberufe einem sehr hohen Risiko der Substitution, das hier in Anlehnung an die Studie von Frey/Osborne (2013) bei einem Wert von mehr als 70 Prozent angesetzt wird. Bei diesem Berufssegment handelt es sich um Berufe, in denen Rohstoffe gewonnen werden und Produkte aus Materialien wie Glas, Keramik, Kunststoff, Papier etc. hergestellt werden. Auch bei den fertigungstechnischen Berufen ist das Substituierbarkeitspotenzial und damit das Risiko der Ersetzbarkeit durch Computer vergleichsweise hoch. In Bayern beträgt es 63,3 Prozent. In dieses Segment fallen Berufe im Bereich der Produktion von Fahrzeugen, Maschinen und Anlagen.

Im Vergleich zu diesen beiden Berufssegmenten, fällt das Substituierbarkeitspotenzial in den anderen Segmenten deutlich niedriger aus. Alle weiteren Berufssegmente haben ein Substituierbarkeitspotenzial von weniger als 50 Prozent. Am geringsten fällt das Risiko in den Si-

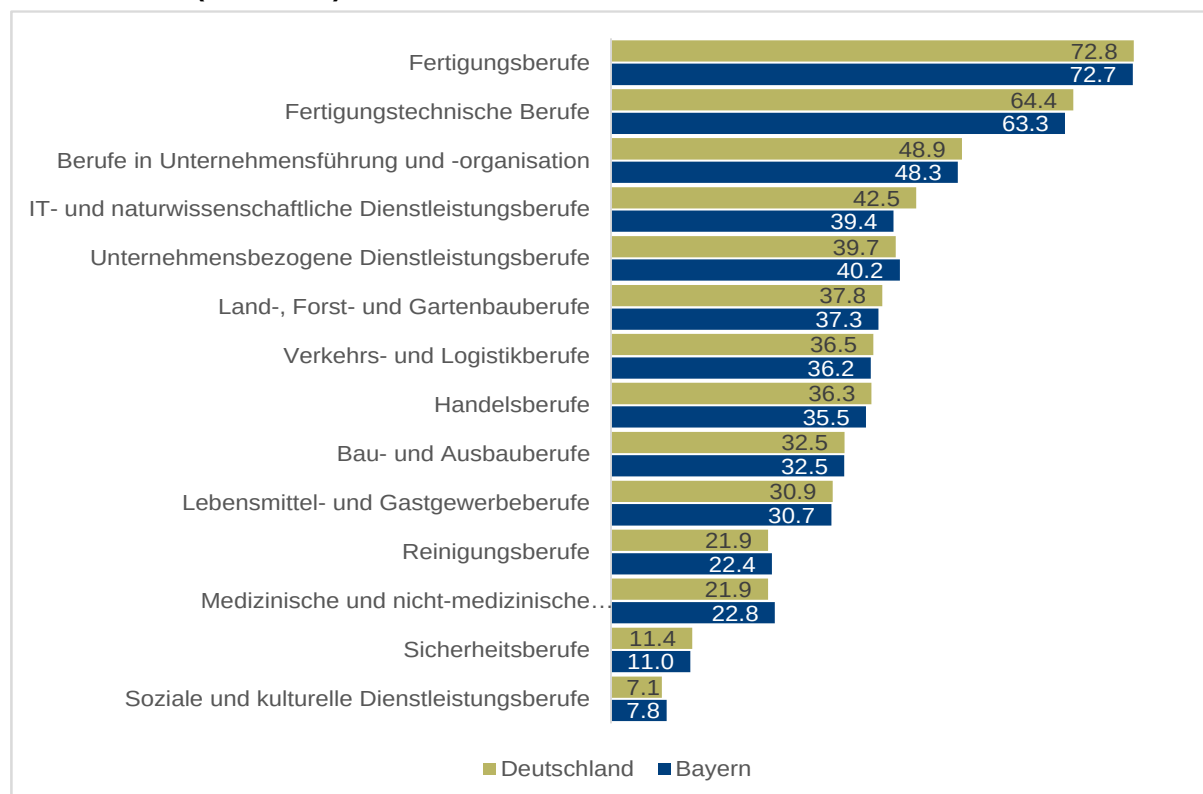
⁴ Hier und im Folgenden sind mit Beschäftigten, wenn es um Substituierbarkeitspotenziale geht, sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gemeint.

⁵ Vgl. Dengler/Matthes/Paulus (2014) und Dengler/Matthes (2015a) für detailliertere Informationen zum methodischen Vorgehen.

⁶ Im IAB-Forschungsbericht 11/2015 (Dengler/Matthes 2015a) sind außerdem noch die Substituierbarkeitspotenziale für weitere berufliche Gliederungen enthalten.

cherheitsberufen (11 Prozent in Bayern) und den sozialen und kulturellen Dienstleistungsberufen aus (knapp 8 Prozent in Bayern). Diese Berufssegmente sind durch Tätigkeiten dominiert, die derzeit nur in geringerem Umfang durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden können. Zu den Sicherheitsberufen zählen beispielsweise Polizisten, Beschäftigte im Objekt- und Personenschutz und Beschäftigte in der Lebensmittelkontrolle. Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe umfassen u. a. Erzieher, Sozialpädagogen und Schauspieler.

Abbildung 1: Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten in Deutschland und Bayern (in Prozent)



Anm.: Darstellung der Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010. Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Daten: Berufssegmente sind nach Deutschlandwerten sortiert.

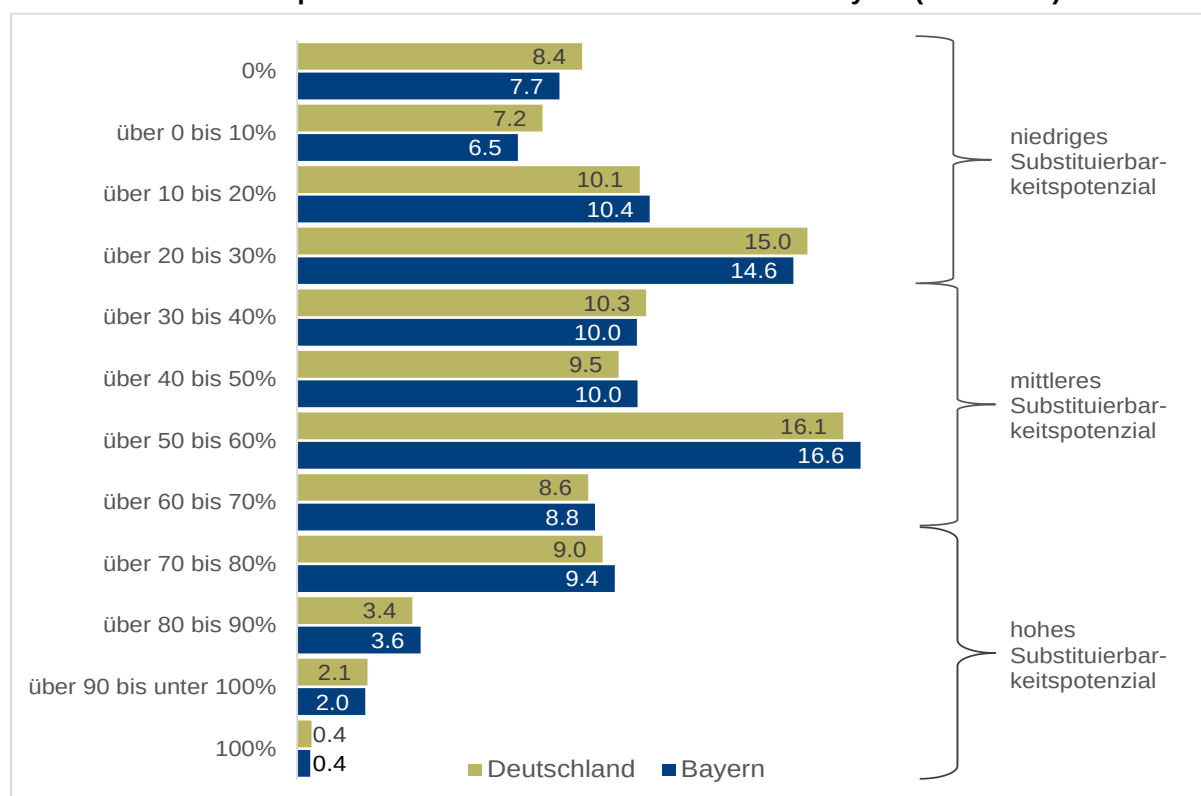
Quellen: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

4.2 Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von Substituierbarkeitspotenzialen

Im Folgenden wird dargestellt, in welchem Ausmaß die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung von Substituierbarkeitspotenzialen der Berufe betroffen ist. Abbildung 2 zeigt, dass die Unterschiede zwischen Deutschland und Bayern wiederum relativ gering ausfallen. Etwa 40 Prozent der Beschäftigten arbeiten in Berufen mit einem niedrigen Substituierbarkeitspotenzial von bis zu maximal 30 Prozent. Weitere ca. 45 Prozent sind in Berufen mit einem mittleren Substituierbarkeitspotenzial von bis zu 70 Prozent beschäftigt. Die übrigen 15 Prozent arbeiten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent.

Für etwa acht Prozent der Beschäftigten in Deutschland und in Bayern lässt sich außerdem festhalten, dass sie in Berufen tätig sind, deren Substituierbarkeitspotenzial bei null Prozent liegt, in denen also keine Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden können. Hierzu zählen z. B. Berufe wie Busfahrer, Lehrer, Friseur oder künstlerische Berufe (vgl. Dengler/Matthes 2015a, 2015b). Gleichzeitig gibt es auch einen kleinen Teil Beschäftigter in Berufen, für die sich ein Substituierbarkeitspotenzial von 100 Prozent errechnet. Darunter fallen bspw. Berufe wie der Aufbereitungsmechaniker für Steinkohle oder der Korrektor (vgl. Dengler/Matthes 2015a, 2015b).

Abbildung 2: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Deutschland und Bayern (in Prozent)

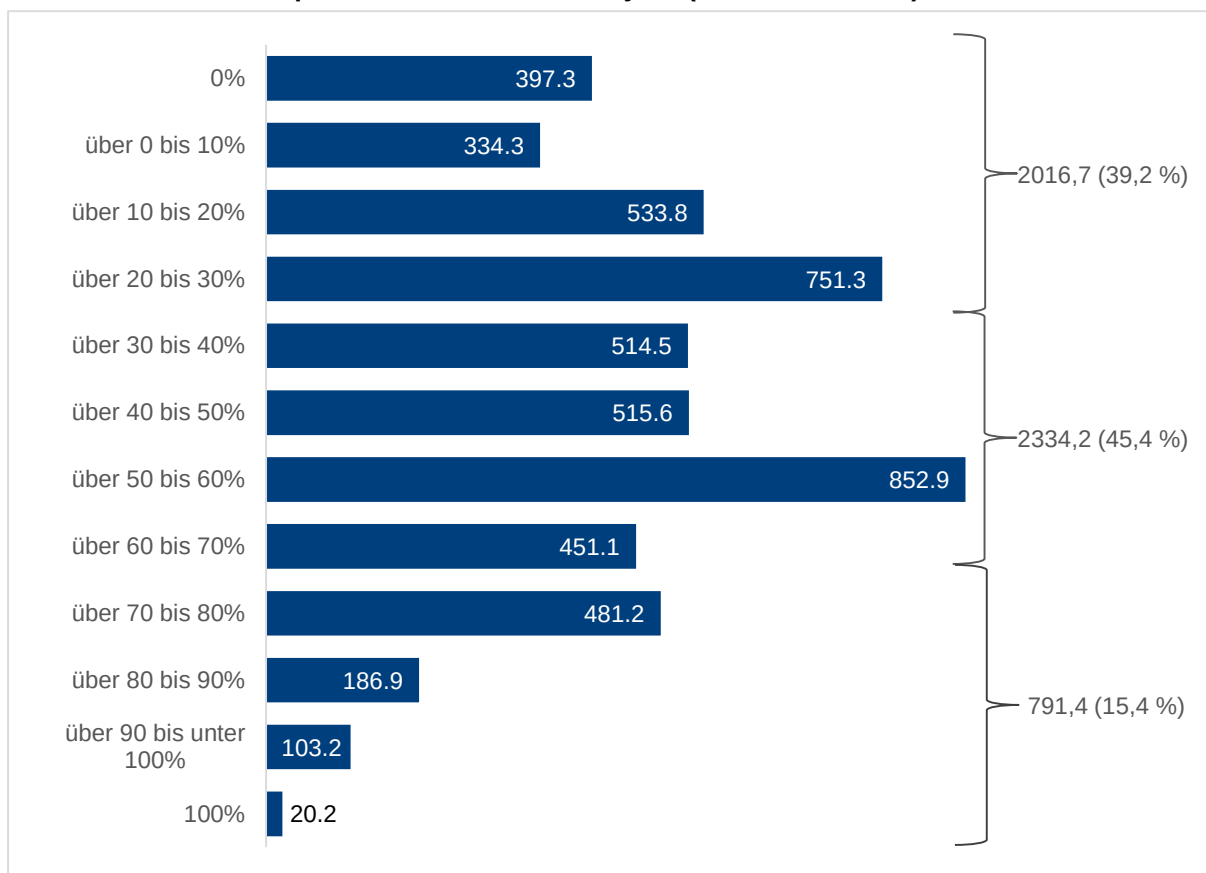


Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

In absoluten Zahlen bedeutet dies, dass in Bayern etwas mehr als zwei Millionen Beschäftigte in Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial arbeiten. Gut 2.230.000 Beschäftigte sind in Berufen mit einem mittleren Substituierbarkeitspotenzial tätig und für etwa 791.000 Beschäftigte ist das Substituierbarkeitspotenzial aufgrund ihrer Tätigkeit hoch (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe in Bayern (in Tsd. Personen)



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quellen: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Insgesamt ist also eine Minderheit der Beschäftigten in Bayern in ihren Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial konfrontiert. Allerdings handelt es sich immerhin um etwa jeden siebten Beschäftigten. Hinzu kommt eine größere Gruppe von Beschäftigten, deren Substituierbarkeitspotenzial zwischen 50 und 70 Prozent beträgt, und damit in einem Bereich liegt, der sicherlich erhöhte Aufmerksamkeit bzgl. einer möglichen Ersetzbarkeit durch Computer verdient.

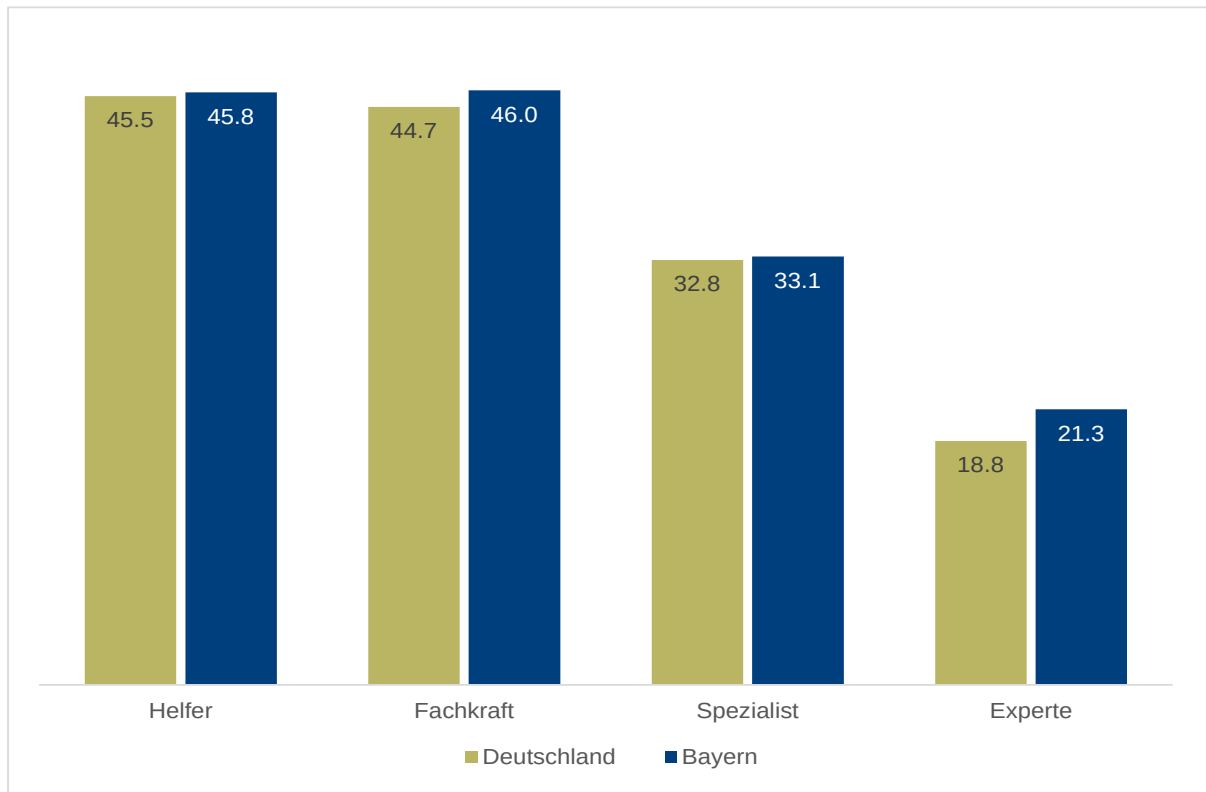
4.3 Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau

Im folgenden Abschnitt wird das Substituierbarkeitspotenzial differenziert nach dem Anforderungsniveau der Berufe betrachtet. 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
- Fachkraft: eine mindestens zweijährige Berufsausbildung oder ein berufsqualifizierender Abschluss einer Berufsfach- oder Kollegscheule

- Spezialisten: Meister- oder Technikerausbildung bzw. weiterführender Fachschul- oder Bachelorabschluss
- Experten: ein mindestens vierjähriges abgeschlossenes Hochschulstudium

Abbildung 4: Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Deutschland und Bayern (in Prozent)



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Zwischen diesen Anforderungsniveaus variiert das Substituierbarkeitspotenzial erheblich (vgl. Abbildung 4). Für Deutschland liegt es für Helferberufe mit 45,5 Prozent am höchsten. Allerdings ist das Substituierbarkeitspotenzial bei den Fachkräften mit 44,7 Prozent kaum geringer. Deutlich niedriger ist dagegen das Substituierbarkeitspotenzial für Spezialisten mit knapp 33 Prozent und vor allem für Experten mit 18,8 Prozent. Dengler/Matthes (2015a) weisen darauf hin, dass das ähnlich hohe Substituierbarkeitspotenzial für das Helfer- und Fachkraftniveau auf den ersten Blick kontraintuitiv sein mag. Es lässt sich aber dadurch erklären, dass es Berufe gibt, in denen die Ersetzbarkeit durch Computer oder computergesteuerte Maschinen für Helfer und Fachkräfte etwa gleich stark ausgeprägt ist, z. B. in den Fertigungsberufen und den Fertigungstechnischen Berufen. Zudem gibt es auch Berufe, in denen Fachkrafttätigkeiten sogar leichter durch Computer erledigt werden können, da sie sich einfacher in programmierbare Algorithmen übersetzen lassen, als die Tätigkeiten für Helfer, bei denen es sich überwiegend um Nicht-Routine-Tätigkeiten handelt. Ein Beispiel hierfür sind Bau- und Ausbauberufe, in denen Helfer das niedrigste Substituierbarkeitspotenzial aufweisen, während die anderen

Anforderungsniveaus stärker durch Planungs- und Berechnungstätigkeiten geprägt sind, die auch von Computern übernommen werden können.

Die Werte für Bayern unterscheiden sich bei Helfern und Spezialisten kaum von den deutschen Werten. Für Fachkräfte und insbesondere für Experten liegen die Substituierbarkeitspotenziale höher als in Deutschland. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in Bayern Beschäftigte mit diesen Anforderungsniveaus in Berufen mit höheren Substituierbarkeitspotenzialen etwas häufiger vertreten sind als im bundesweiten Durchschnitt. Beispielsweise errechnet sich für die Berufshauptgruppe „Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe“ ein für Experten sehr hohes Substituierbarkeitspotenzial von 60,5 Prozent (vgl. Tabelle A 1) und der Anteil der Experten ist in dieser Berufshauptgruppe in Bayern immerhin 1,7 Prozentpunkte höher als in Deutschland.

5 Regionale Unterschiede in den Substituierbarkeitspotenzialen

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse zu den Substituierbarkeitspotenzialen auf Ebene der Bundesländer vorgestellt und anschließend die Unterschiede innerhalb Bayerns aufgezeigt. Gerade für die Interpretation der Daten auf kleinräumiger regionaler Ebene scheint es wichtig, nochmals zu betonen, dass sich allein aus hohen Substituierbarkeitspotenzialen in einzelnen Berufssegmenten kein Automatismus ergibt, der zu einem sofortigen Wegfall der entsprechenden Arbeitsplätze führt. In Kapitel 2 wurde angesprochen, dass rechtliche und ethische Hürden hierbei eine Rolle spielen sowie, dass der Einsatz menschlicher Arbeitskraft nach wie vor kostengünstiger sein kann als der Einsatz computergesteuerter Maschinen. Insbesondere auf kleinräumiger Ebene kann außerdem auch zu berücksichtigen sein, dass Unternehmen zumindest an einzelnen Standorten die Arbeitsplätze von Beschäftigten in Berufen mit hohen Substituierbarkeitspotenzialen bereits mit Tätigkeiten angereichert haben können, die (noch) nicht als Kernanforderungen erfasst sind, aber Nicht-Routine-Elemente darstellen, welche einer Substituierbarkeit entgegenstehen. So ist es denkbar, dass Beschäftigte, die in ihren Betrieben formal Fertigungsberufe mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial ausüben, durch Qualifizierungen Arbeitsfelder erschließen, welche das Risiko mildern, ersetzt zu werden. Gleiches gilt auch für Tätigkeiten in der Verwaltung. Um dies einschätzen zu können, sind freilich die Akteure vor Ort gefordert. Aussagen über regionale Substituierbarkeitspotenziale sind insofern – wie es durch den Begriff „Potenzial“ bereits ausgedrückt wird – vor allem auch als Hinweis zu verstehen, genauer hinzusehen, um ggf. rechtzeitig auf drohende Arbeitsplatzverluste reagieren zu können.

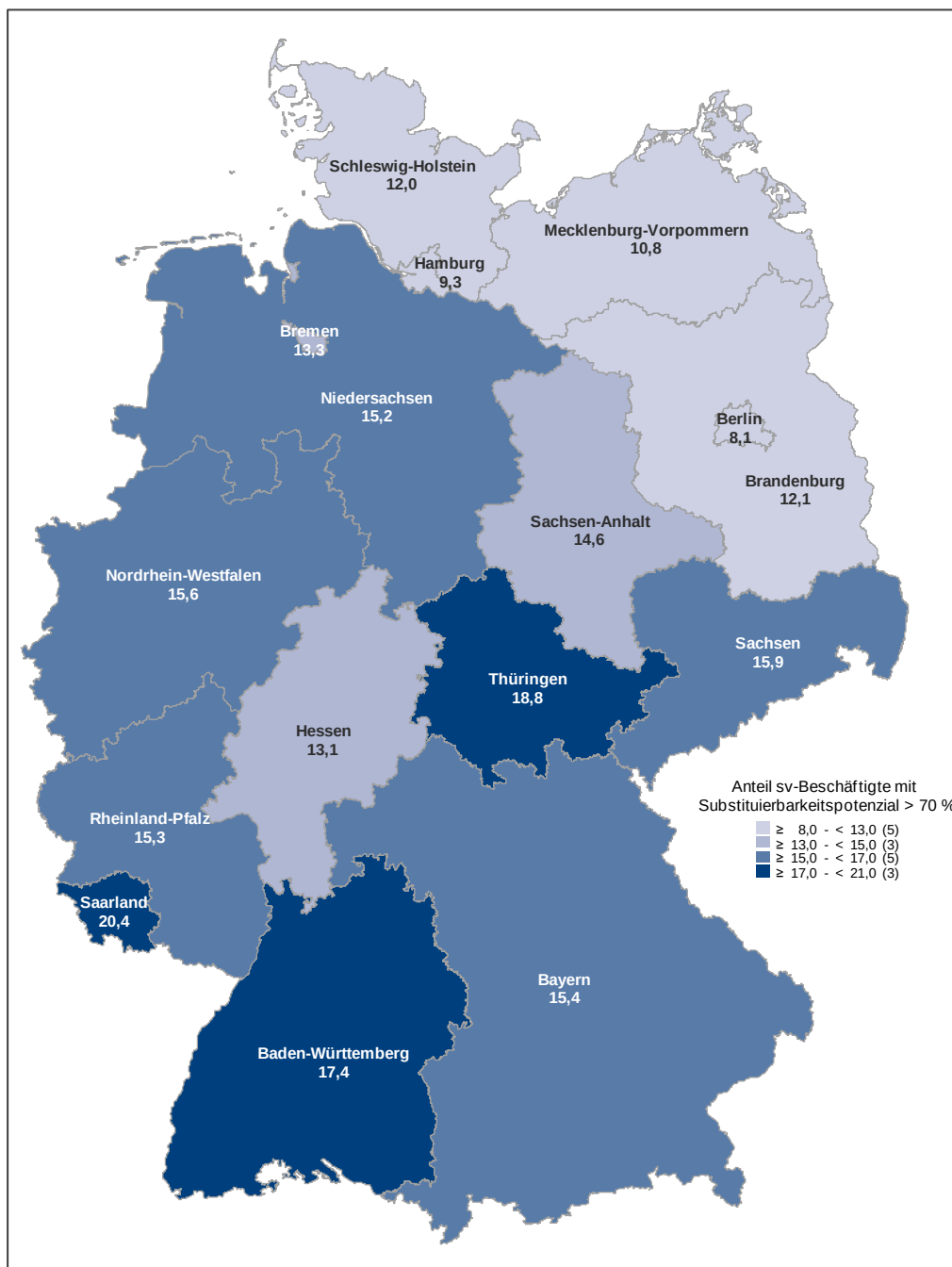
5.1 Ergebnisse für Bayern

Karte 1 zeigt, wie hoch in den Bundesländern der Anteil der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsverhältnisse ist, die mit über 70 Prozent ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen. In Deutschland trifft dies für 15 Prozent der Beschäftigten zu. In den Bundesländern reicht der Anteil von 8 Prozent in Berlin bis zu mehr als 20 Prozent im Saarland.

Deutlich unterdurchschnittliche Anteile finden sich außer in Berlin auch in Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg. Leicht unterdurchschnittlich ist der Anteil von hoch substituierbaren Beschäftigungsverhältnissen in Hessen, Bremen und Sachsen-Anhalt. Eine leicht

über dem Durchschnitt liegende Betroffenheit weisen Niedersachsen, Rheinland-Pfalz, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen auf. Überdurchschnittlich betroffen sind Baden-Württemberg, Thüringen und das Saarland.

Karte 1: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Bundesländern (in Prozent)

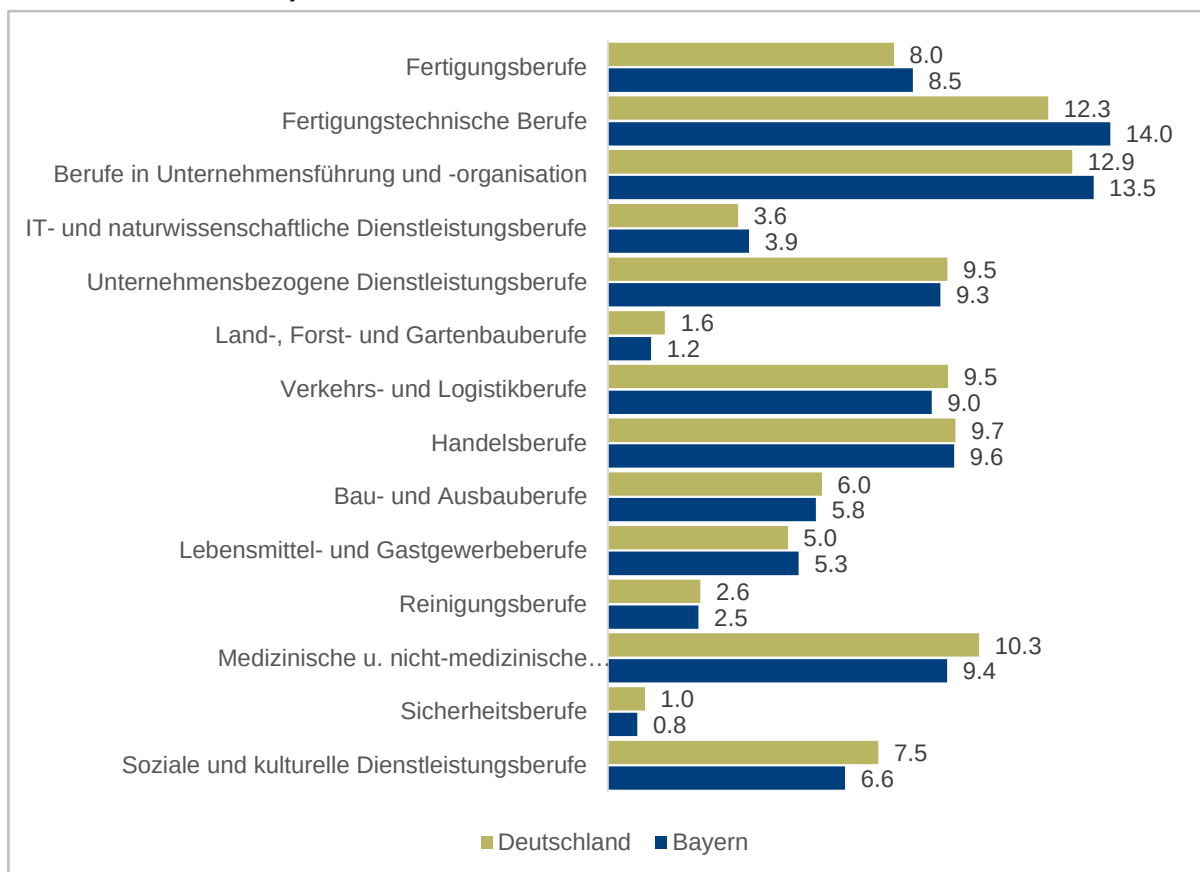


Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Diese Unterschiede in der Betroffenheit der Bundesländer deuten auf einen Zusammenhang zwischen dem Anteil der Beschäftigten mit hohen Substituierbarkeitspotenzialen und der Wirtschaftsstruktur der Bundesländer hin: Länder, in denen das Verarbeitende Gewerbe eine höhere Bedeutung hat und dementsprechend überdurchschnittlich viele Beschäftigte in Fertigungsberufen arbeiten, weisen tendenziell einen höheren Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial auf (vgl. Buch/Dengler/Matthes 2016).

Abbildung 5: Anteil der Beschäftigten nach Berufssegmenten in Deutschland und Bayern (in Prozent)



Anmerkung: Berufssegmente absteigend sortiert nach der Größe des Substituierbarkeitspotenzials.

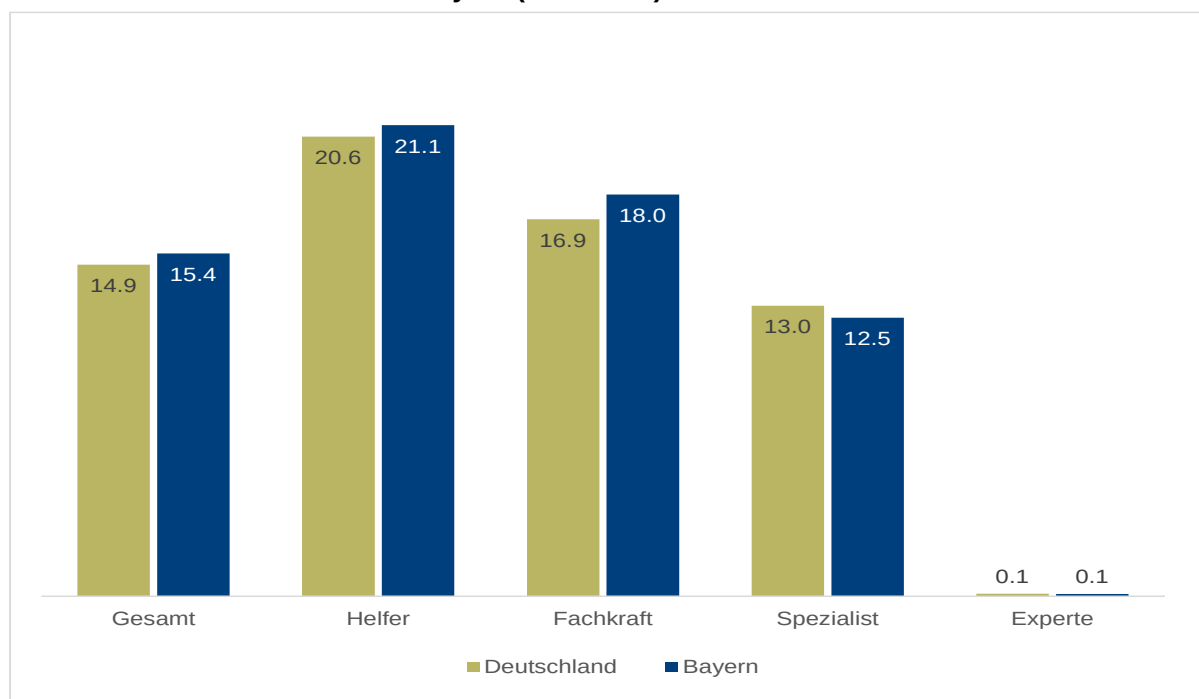
Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am 30.06.2015.

In Bayern sind die beschäftigungsstärksten Berufssegmente die „Fertigungstechnischen Berufe“ und die „Berufe in der Unternehmensführung und -organisation“ mit einem Anteil von 14 bzw. 13,5 Prozent an allen Beschäftigten (vgl. Abbildung 5). Vor allem die Fertigungstechnischen Berufe sind damit in Bayern deutlich stärker vertreten als in Deutschland (+1,7 Prozentpunkte), bei den Berufen in der Unternehmensführung und -organisation ist der Anteil in Bayern 0,6 Prozentpunkte höher als im Bund. Der Anteil der Beschäftigten in Fertigungsberufen, für die sich das höchste Substituierbarkeitspotenzial errechnet, liegt mit 8,5 Prozent zwar „nur“ im Mittelfeld der Berufssegmente, aber ebenfalls über dem deutschen Wert (+0,5 Prozentpunkte). Gerade die überdurchschnittlichen Anteile in den Fertigungsberufen und den Fertigungstechnischen Berufen, dürften dazu beitragen, dass der Anteil der Beschäftigten, die von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind, in Bayern etwas höher als in

Deutschland ausfällt. In den Stadtstaaten Berlin und Hamburg, wo sich deutschlandweit die geringsten Anteile Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial finden, liegen dagegen die Anteile in den Fertigungsberufen und den Fertigungstechnischen Berufen deutlich unter dem deutschen Durchschnitt (vgl. Buch/Dengler/Matthes 2016).⁷

Differenziert man nach Anforderungsniveaus, wird deutlich, dass der Anteil der Beschäftigten mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial mit steigendem Anforderungsniveau zurückgeht (vgl. Abbildung 6). Dieser Zusammenhang gilt für Deutschland, für Bayern und die Mehrzahl der anderen Bundesländer. In den Stadtstaaten Hamburg und Berlin sowie den nordostdeutschen Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg sind allerdings die Anteile unter den Spezialisten und/oder Fachkräften höher als unter den Helfern. Dies kann damit zu tun haben, dass in diesen Bundesländern insgesamt relativ wenige Beschäftigte von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind und Dienstleistungsberufe vergleichsweise große Beschäftigungsanteile ausmachen. Mit einem steigenden Anteil der von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigten und steigender Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes zeigt sich dagegen, dass mit steigendem Anforderungsniveau der Anteil der Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial abnimmt (vgl. Buch/Dengler/Matthes 2016).

Abbildung 6: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) nach Anforderungsniveau in Deutschland und Bayern (in Prozent)



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

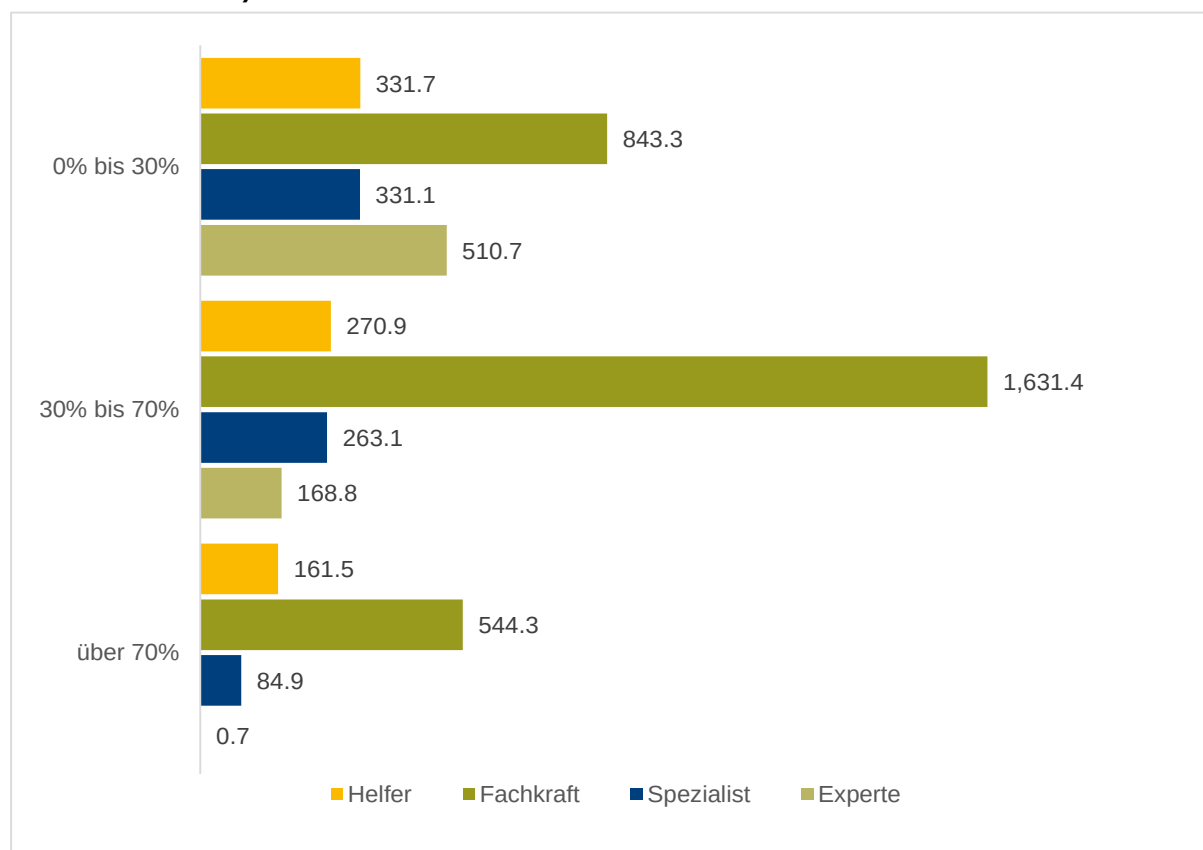
Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

⁷ Ein Überblick über die Beschäftigungsanteile der einzelnen Berufssegmente in Deutschland und allen Bundesländern findet sich bei Buch/Dengler/Matthes (2016).

In Bayern üben 21 Prozent der Beschäftigten Helfertätigkeiten mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent aus. Für das Fachkraftniveau sind es noch 18 Prozent. Geringer ist der Anteil dagegen bei den Spezialisten mit 12,5 Prozent und bei den Experten mit nahe null Prozent. Die Unterschiede zu den Werten für Deutschland sind gering. Der Anteil der Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial ist in Bayern sowohl für die Helfer als auch für die Fachkräfte etwas höher als im Bund und für Spezialisten etwas niedriger (vgl. Abbildung 6). Dies dürfte wiederum auf die unterschiedlichen Beschäftigungsanteile der betroffenen Berufe in Bayern und Deutschland zurückzuführen sein.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass zwar der Anteil der Beschäftigten, die in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial arbeiten, auf dem Helferniveau am höchsten ist, in absoluten Zahlen aber die Fachkräfte die größte Gruppe derjenigen stellen, die mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial konfrontiert sind. Dies lässt sich auch darauf zurückführen, dass Beschäftigte auf dem Fachkraftniveau den mit Abstand höchsten Anteil an der Gesamtbeschäftigung ausmachen. Abbildung 7 zeigt, dass in Bayern etwas mehr als 544.000 Fachkräfte Berufe mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent ausüben. Auf dem Helferniveau sind es knapp 162.000, bei den Spezialisten knapp 85.000 und bei den Experten lediglich 700 Beschäftigte.

Abbildung 7: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe nach Anforderungsniveau in Bayern (in Tsd. Personen)



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quellen: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Tabelle 1 zeigt schließlich für die Ebene des 5-Stellers der Berufsklassifikation, in welchen Berufen und für welches Anforderungsniveau in Bayern die Zahl der Beschäftigten mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial am höchsten ist. Insgesamt belegt die Übersicht abermals, dass in Fertigungsberufen die Beschäftigten vergleichsweise häufig ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen und dies sowohl auf dem Fachkraft- als auch auf dem Helferniveau. Sowohl der Beruf „Maschinenbau- und Betriebstechnik“ als auch der Beruf „Kunststoff- und Kautschukherstellung (o. S.)“ sind auf dem Fachkraftniveau und auf dem Helferniveau vertreten. Aus dem Dienstleistungsbereich zählen die Spezialisten im Beruf „Buchhaltung“ und die Fachkräfte aus der „Informations- und Kommunikationstechnik“ zu den Berufen, in denen besonders viele Beschäftigte von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind. Hier zeigt sich das hohe Substituierbarkeitspotenzial Beschäftigter – gerade auch auf formal relativ hohem Anforderungsniveau – in klassischen Bürotätigkeiten sowie die Betroffenheit derjenigen, die in IT-Berufen an Digitalisierungsprozessen mitarbeiten und keinen Hochschulabschluss besitzen.

Tabelle 1: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent), Auswahl der meistbetroffenen Berufe in Bayern

Bezeichnung Beruf	Anforderungsniveau
Maschinenbau-, Betriebstechnik (o. S.)	Fachkraft
Metallbearbeitung (o. S.)	Helfer
Buchhaltung	Spezialist
Bauelektrik	Fachkraft
Maschinen-, Gerätezusammensetzer	Fachkraft
Spanende Metallbearbeitung	Fachkraft
Maschinenbau-, Betriebstechnik (o. S.)	Helfer
Kunststoff-, Kautschukherstellung (o. S.)	Fachkraft
Informations-, Telekommunikationstechnik	Fachkraft
Kunststoff-, Kautschukherstellung (o. S.)	Helfer

Hinweis: o. S. = ohne Spezialisierung.

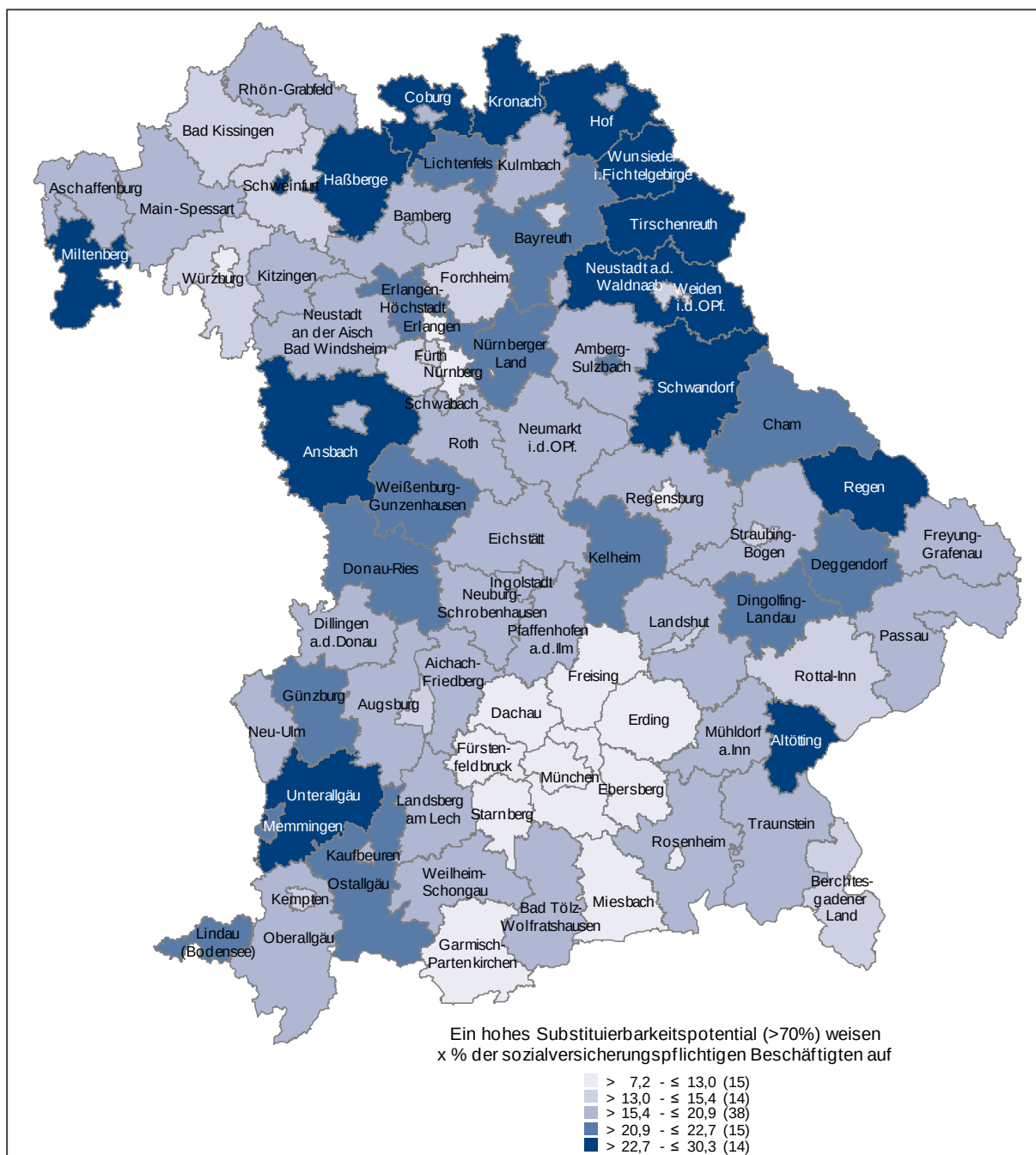
Quelle: BERUFENET (2013): Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnung.

5.2 Unterschiede innerhalb Bayerns

Auch innerhalb Bayerns zeigen sich deutliche Unterschiede in der Größe des Anteils der Beschäftigten, die in einer Region von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind (vgl. Karte 2). So ist der Anteil der Beschäftigten mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial in der Stadt München mit 7,3 Prozent bayernweit am niedrigsten und in der Stadt Schweinfurt mit 30,3 Prozent am höchsten.

Auf der einen Seite gibt es vor allem in Nordbayern, Ostbayern, Westmittelfranken und Schwaben relativ viele Kreise mit hohen Anteilen von Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial. Auf der anderen Seite finden sich im Ballungsraum München sowie in den Städten Erlangen, Würzburg, Nürnberg und Regensburg vergleichsweise niedrige Anteile Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial.

Karte 2: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Kreisen in Bayern (in Prozent)

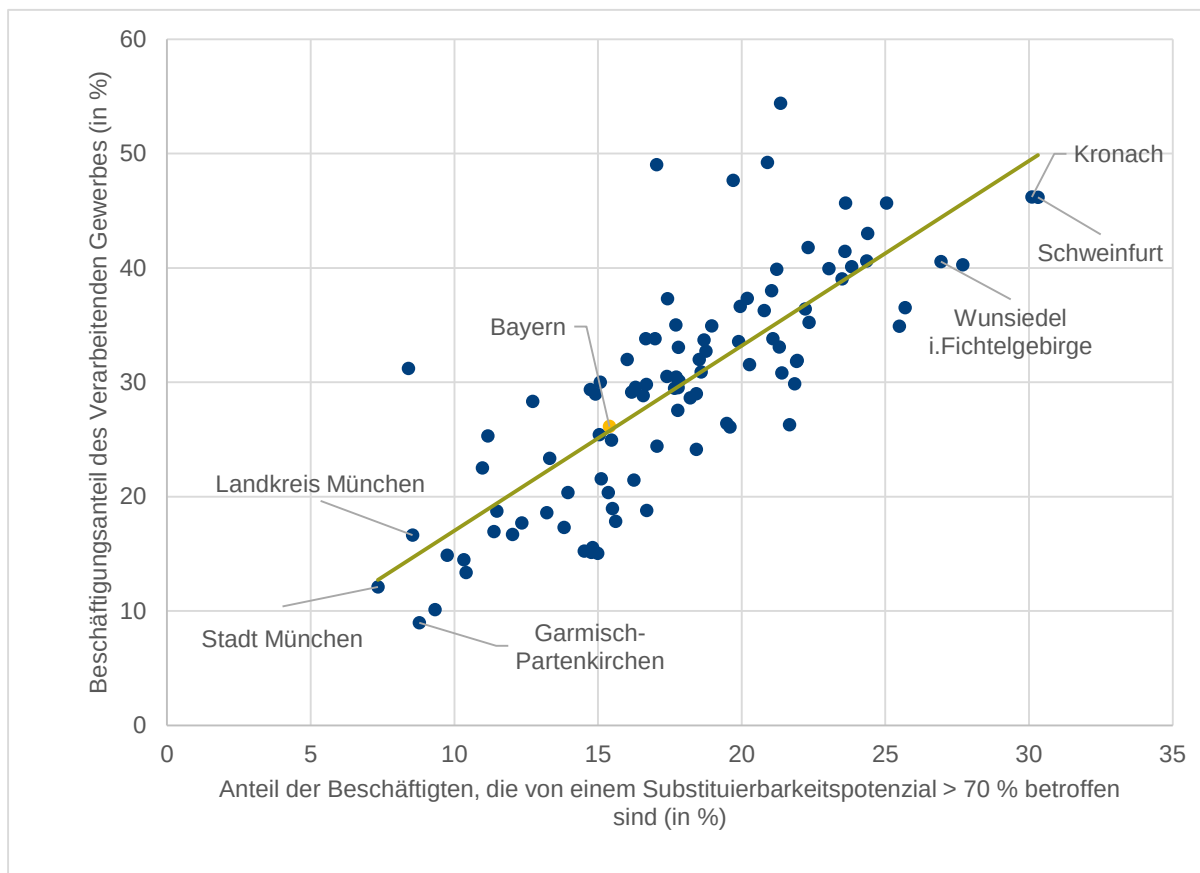


Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Auch auf der Ebene der kreisfreien Städte und Landkreise zeigt sich der positive Zusammenhang zwischen dem Beschäftigungsgewicht des Verarbeitenden Gewerbes bzw. der Fertigungsberufe und dem Anteil der Beschäftigten, die von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind (vgl. Abbildung 8 und Tabelle 2).

Abbildung 8: Korrelation zwischen Beschäftigungsanteil im Verarbeitenden Gewerbe und Betroffenheit von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial in den Kreisen Bayerns



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

So liegt bspw. der Anteil der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Garmisch-Partenkirchen (9 Prozent), in der Stadt München (12,1 Prozent) oder im Landkreis München (16,6 Prozent) deutlich unter dem bayerischen Durchschnitt von 26,1 Prozent und der Anteil der von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigten ist in diesen Regionen vergleichsweise gering. In Regionen, in denen das Verarbeitende Gewerbe ein sehr hohes Gewicht hat, wie z. B. in der Stadt Schweinfurt (46,2 Prozent) oder den Landkreisen Kronach (46,2 Prozent) und Wunsiedel im Fichtelgebirge (40,5 Prozent), findet man dagegen häufig auch einen großen Anteil Beschäftigter, die in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial tätig sind.

Und auch bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Bedeutung der Fertigungsberufe für die Beschäftigung und dem regionalen Substituierbarkeitspotenzial bestätigt sich, dass dieses Berufssegment in Regionen mit einem hohen Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitsrisiko eine vergleichsweise große Rolle spielt, in den Regionen mit einem kleineren Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial dagegen eine geringere. Betrachtet man beispielhaft die zehn Kreise und Städte mit den höchsten und niedrigsten Anteilen von Be-

schäftigten in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial, findet man, mit einer Ausnahme, jeweils über- bzw. unterdurchschnittliche Beschäftigungsanteile in den Fertigungsberufen (vgl. Tabelle 2 und Tabelle A 2). Während in Bayern 8,5 Prozent aller Beschäftigten in Fertigungsberufen arbeiten, sind es in den Landkreisen Coburg und Kronach bspw. jeweils mehr als zwanzig Prozent der Beschäftigten. In der Stadt Erlangen arbeiten dagegen nur etwas mehr als zwei Prozent der Beschäftigten in Fertigungsberufen, in der Stadt und im Landkreis München sowie in Freising sind es etwas mehr als drei Prozent. In diesen Regionen dominieren dagegen hohe Anteile in verschiedenen Dienstleistungsberufen mit niedrigeren Substituierbarkeitspotenzialen. Hierunter fallen z. B. vor allem in den Großstädten relativ hohe Anteile in den Berufen der Unternehmensführung und -organisation und den Unternehmensbezogenen Dienstleistungsberufen oder auch medizinische und nicht-medizinische Dienstleistungsberufe in Garmisch-Partenkirchen und Verkehrs- und Logistikberufe in Erding und Freising.

Tabelle 2: Die 20 kreisfreien Städte und Landkreise in Bayern mit den höchsten und niedrigsten Anteilen Beschäftigter in Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent)

	Stadt Landkreis	Anteil mit hohem Subpotenzial (in %)	Anteil Fertigungsberufe (in %)
Die zehn Kreise und Städte mit dem niedrigsten Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial	München, Stadt	7,3	3,4
	Erlangen, Stadt	8,4	2,2
	München	8,5	3,3
	Garmisch-Partenkirchen	8,8	4,6
	Würzburg, Stadt	9,3	4,2
	Freising	9,8	3,3
	Fürstenfeldbruck	10,3	4,6
	Erding	10,4	5,8
	Starnberg	11,0	4,7
	Miesbach	11,2	6,0
	...		
Die zehn Kreise und Städte mit dem höchsten Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial	Hof	23,8	18,3
	Miltenberg	24,3	13,1
	Neustadt an der Waldnaab	24,4	18,4
	Coburg	25,0	22,6
	Regen	25,5	16,5
	Schwandorf	25,7	16,1
	Wunsiedel im Fichtelgebirge	26,9	16,6
	Altötting	27,7	6,2
	Kronach	30,1	21,6
	Schweinfurt, Stadt	30,3	17,4
	Bayern	15,4	8,5

Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit; sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am 30.06.2015.

Allerdings gibt es auch Fälle, die nicht gänzlich diesem Muster entsprechen. So findet sich z. B. in Altötting zwar ein vergleichsweise hoher Anteil Beschäftigter in Berufen mit hohem

Substituierbarkeitspotenzial, aber nur ein unterdurchschnittlicher Anteil Beschäftigter in Fertigungsberufen. Dominant ist in Altötting das Berufssegment „IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe“ mit einem Beschäftigungsanteil von etwas mehr als 20 Prozent. In diesem Berufssegment finden sich u. a. auch die Berufe der Chemischen Industrie, die in Altötting ein wichtiger Teil der Wirtschaft ist. In diesen Berufen weisen sowohl das Helfer- als auch das Fachkraftniveau hohe Substituierbarkeitspotenziale auf. Und gerade bei den Beschäftigten auf Fachkraftniveau, die in Berufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent arbeiten, errechnet sich für Altötting mit einem Anteil von 35,6 Prozent der zweithöchste Wert in Bayern (vgl. Tabelle A 3).

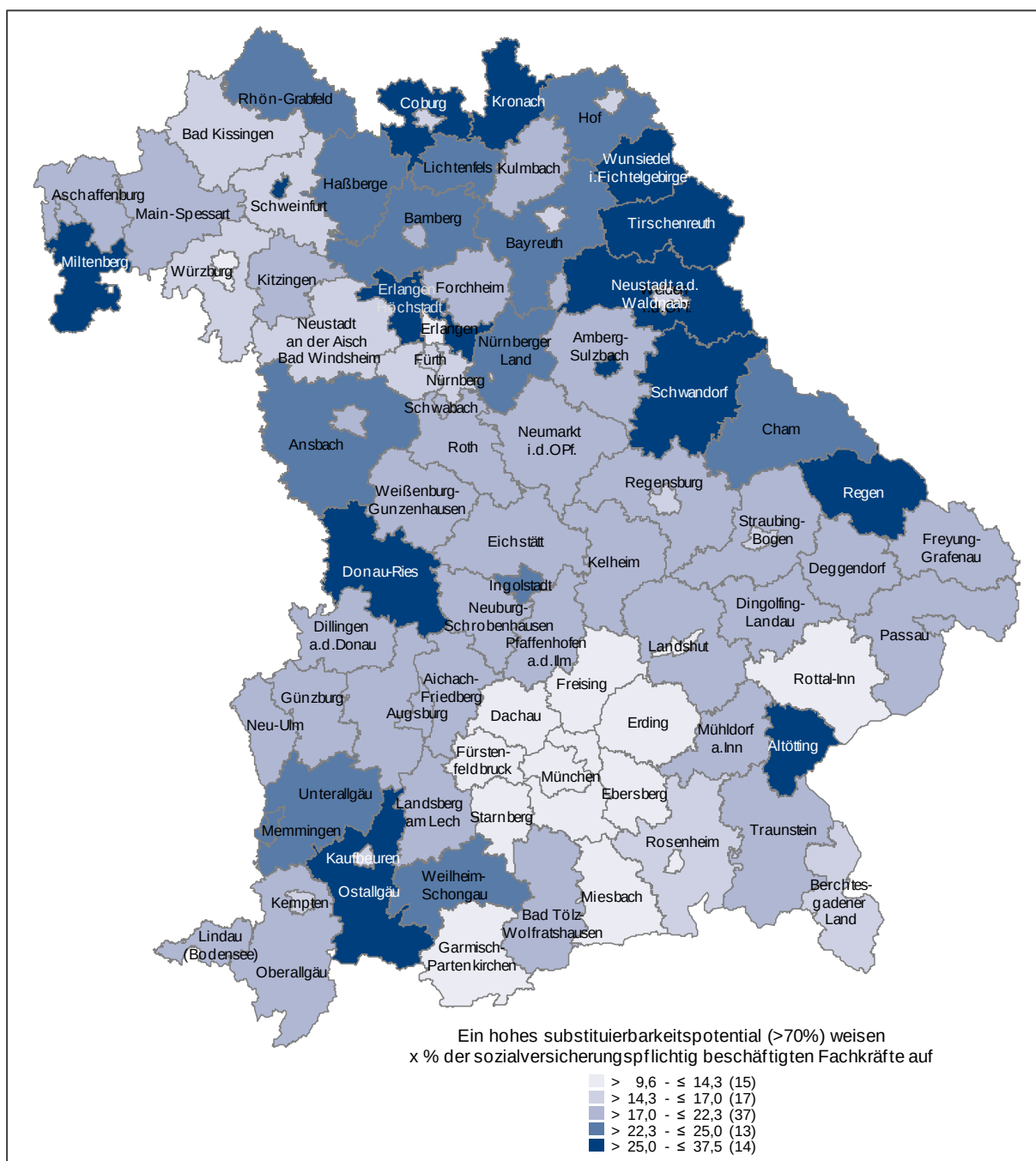
Insgesamt lässt sich daraus folgern, dass ein Indikator wie der Anteil der Fertigungsberufe in einer Region ein nützlicher Hinweis für die Erklärung von strukturellen Unterschieden in regionalen Substituierbarkeitspotenzialen sein kann. Darüber hinaus können sich in den Substituierbarkeitspotenzialen aber auch regionale Spezifika widerspiegeln. Dementsprechend sollten für kleinräumige regionale Analysen von Substituierbarkeitspotenzialen durchaus der gesamte Branchenmix sowie die gesamte Berufs- und Anforderungsstruktur betrachtet werden.

Regionale Unterschiede des Anteils sozialversicherungspflichtig Beschäftigter, die von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind, ergeben sich nicht nur für die Beschäftigung insgesamt, sondern auch für die Anforderungsniveaus (vgl. Tabelle A 3). So liegt der Anteil der Helfer, die in Berufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent beschäftigt sind, in Garmisch-Partenkirchen mit 6,8 Prozent am niedrigsten und in Haßberge mit 42,3 Prozent am höchsten. Bei den Fachkräften findet sich am unteren Ende der Betroffenheit die Landeshauptstadt München mit 9,7 Prozent und am oberen Ende die Stadt Schweinfurt mit 37,5 Prozent. Unter Spezialisten sind ebenfalls merkliche Unterschiede zwischen den Regionen vorhanden, allerdings ist die Spannweite geringer als bei Helfern und Fachkräften. Das Minimum errechnet sich mit 8,1 Prozent für die Stadt Ingolstadt und das Maximum mit 26,7 Prozent für den Landkreis Eichstätt. Auf dem Expertenniveau sind auch auf Kreisebene kaum Beschäftigte von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffen. Der höchste Anteil beträgt in Dachau gerade einmal 1,9 Prozent.

Das Muster der regionalen Unterschiede entspricht für Helfer und Fachkräfte im Großen und Ganzen dem Bild, das sich für die Unterschiede bezogen auf alle Beschäftigten ergibt. Besonders groß ist die Ähnlichkeit bei den Fachkräften, da diese auch in den meisten Regionen den deutlich größten Teil der Beschäftigten stellen (vgl. Karte 3). Wie bei den Beschäftigten insgesamt errechnen sich relativ große Anteile an Fachkräften, die mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial konfrontiert sind, für Kreise im Norden und Osten Bayerns sowie für Teile Schwabens. Am niedrigsten fallen die Anteile im Ballungsraum München sowie in einigen Städten aus. Hohe Anteile von Spezialisten mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent finden sich in einigen der Regionen, in denen der Anteil Beschäftigter mit hohem Substituierbarkeitspotenzial insgesamt vergleichsweise hoch ist, z. B. in Kronach mit 24,7 Prozent. Aber auch in Kreisen oder Städten, in denen der Anteil der von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial betroffenen Beschäftigten keinen Spitzenwert hat, gibt es teilweise relativ hohe Anteile an Spezialisten, die mit einem Substituierbarkeitspotenzial von mehr als 70 Prozent konfrontiert sind. Beispiele hierfür sind der Kreis Eichstätt und die Stadt Coburg

mit Anteilen von 26,7 bzw. 20,5 Prozent. Hier dürften Schwerpunkte der lokalen Wirtschafts- und Berufsstruktur zum Tragen kommen, die für den dortigen Arbeitsmarkt spezifisch sind.

Karte 3: Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Fachkraftniveau von einem hohen Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) in den Kreisen in Bayern (in Prozent)



Anm.: Substituierbarkeitspotenzial: Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Deutlich wird, dass, wie oben bereits ausgeführt, neben den Helfern durchaus auch die Fachkräfte in den Blick genommen werden sollten, wenn es darum geht, mögliche Substitutionsrisiken in den Regionen zu identifizieren. Und auch Beschäftigte, die Spezialistentätigkeiten ausüben, sollten nicht von vornherein von entsprechenden Analysen ausgeschlossen werden.

6 Fazit

Die fortschreitende Digitalisierung stellt grundsätzlich alle Wirtschaftsbereiche im Land vor große Herausforderungen und betrifft nahezu alle Berufe und Qualifikationsniveaus, aber mit deutlich unterschiedlicher Intensität. Die Befunde von Dengler/Matthes (2015a, 2015b) zeigen, dass aktuell vor allem Produktionsberufe ein hohes Substituierbarkeitspotenzial in sich tragen. (Personennahe) Dienstleistungstätigkeiten sind dagegen nur wenig betroffen. In Bezug auf das Anforderungsniveau der Tätigkeiten zeigt sich, dass Spezialisten- und insbesondere Expertenberufe ein deutlich niedrigeres Substituierbarkeitspotenzial besitzen als Tätigkeiten im Helfer- und Fachkraftbereich.

Mit 15,4 Prozent fällt der Anteil der Tätigkeiten, die gegenwärtig mit einem sehr hohen Substituierbarkeitspotenzial von über 70 Prozent konfrontiert sind, in Bayern geringfügig höher aus als in Deutschland insgesamt (15 Prozent). Damit ist zurzeit zwar eine Minderheit der Beschäftigten in Bayern von hohen Substituierbarkeitspotenzialen betroffen, aber natürlich ist es trotzdem angezeigt, sich damit zu beschäftigen, wie diese Arbeitsplätze zukunftssicher gemacht werden können, bzw. wie die Beschäftigungsfähigkeit der Personen, die diese Tätigkeiten ausüben, auf einen Stand gebracht werden kann, der ihnen auch in Zukunft eine Teilhabe am Arbeitsmarkt ermöglicht.

Der leicht überdurchschnittliche Wert Bayerns bei den Beschäftigungsverhältnissen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial dürfte vor allem durch die etwas überdurchschnittlichen Beschäftigtenanteile in den Fertigungs- und Fertigungstechnischen Berufen zustande kommen. Auf Bundeslandebene und innerhalb Bayerns zeigt sich auch ein Zusammenhang zwischen der Bedeutung des Verarbeitenden Gewerbes sowie von Fertigungsberufen und einem erhöhten Substituierbarkeitspotenzial. Regionen, in denen das Verarbeitende Gewerbe einen vergleichsweise hohen Stellenwert hat, wie Nordbayern, Ostbayern, Westmittelfranken und Schwaben, weisen einen relativ hohen Anteil an Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial auf. Auf der anderen Seite stehen Regionen wie der Ballungsraum München oder die Stadt Würzburg, in denen der Dienstleistungssektor dominiert und die einen relativ niedrigen Anteil an Beschäftigten mit hohem Substituierbarkeitspotenzial haben.

Um den Herausforderungen, die sich aus den Substituierbarkeitspotenzialen ergeben, auch auf regionaler Ebene adäquat zu begegnen, dürfte es wichtig sein – nicht nur, aber gerade auch in den Regionen mit einem hohen Anteil Beschäftigter mit hohen Substituierbarkeitspotenzialen –, diese Potenziale genauer zu analysieren. So könnten sich die am Arbeitsmarkt engagierten Akteure vor Ort darüber austauschen, inwieweit Arbeitsplätze bzw. Beschäftigte mit hohem Substituierbarkeitspotenzial für die digitale Arbeitswelt „fit“ gemacht werden können. Eventuell gibt es in den Regionen bereits Beispiele dafür, wie sich in Branchen oder Unternehmen Arbeitsplätze mit hohem Substituierbarkeitspotenzial verändert haben, sowie Er-

fahrungen damit, wie Beschäftigte so (weiter)qualifiziert werden konnten, dass das tatsächliche Substituierbarkeitspotenzial niedriger ausfällt, als es sich auf Basis der offiziellen Tätigkeitsbeschreibung der Berufe ergibt.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass nicht nur auf Bundesebene große Unterschiede in Bezug auf das Substituierbarkeitspotenzial bestehen, sondern auch innerhalb Bayerns. Da die fortschreitende Digitalisierung regional sehr unterschiedliche Auswirkungen haben kann, könnten sich „smart regions“ mit einer hohen Konzentration von Wissensträgern herausbilden. Gleichzeitig sollte aber darauf geachtet werden, Wissensträger im Feld digitaler Technologien auch im übrigen Land zu haben, um zu verhindern, dass sich regionale Disparitäten verschärfen. Damit sind spezifische und regionalisierte Strategien erforderlich, um gezielt auf die Herausforderungen reagieren zu können. Dies gilt auch vor dem Hintergrund, dass der Dienstleistungssektor – auch wenn aktuell vor allem Produktionsberufe ein hohes Substituierbarkeitspotenzial aufweisen – durch die wachsenden digitalen Möglichkeiten ebenfalls vor großen Veränderungen steht. Eine entsprechende Strukturpolitik kann beispielsweise Gründer im Bereich der neuen Technologien unterstützen und so eventuell auch die Gründungsintensität außerhalb der Städte und des Großraums Münchens erhöhen (vgl. BMWi 2015).

Insgesamt verweisen die Analysen zu den Substituierbarkeitspotenzialen – wie andere Studien auch (vgl. z. B. Arntz/Gregory/Zierahn 2016; Pfeiffer et al. 2016) – darauf, dass der Bereich Aus- und Weiterbildung sicherlich einen Handlungsschwerpunkt darstellt, um die Folgen der Digitalisierung auf der Ebene von Gesellschaft, Wirtschaft und Arbeitsmarkt kollektiv und individuell positiv zu gestalten. Die Tätigkeiten werden mit dem technischen Fortschritt immer spezifischer und damit steigt die Bedeutung passgenauer Vermittlungen und betriebsnaher Qualifizierungsangebote. Um das Wissen und Können der Arbeitskräfte auf dem neuesten technologischen Stand zu halten und damit sowohl ihre Beschäftigungsfähigkeit als auch die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von Betrieben zu erhalten, wird (Weiter-)Bildung immer wichtiger. Dies gilt für Geringqualifizierte, aber auch, das unterstreichen die Befunde zu den Substituierbarkeitspotenzialen, für Fachkräfte und, mit geringerem Problemdruck, für Spezialisten. Hier können BA, Wirtschaft und Politik gemeinsam ihre Kompetenzen nutzen und entsprechende Strukturen schaffen. Angesichts des beschleunigten Strukturwandels könnte z. B. ein Monitoring der Veränderungen in den Qualifikations- und Tätigkeitsmustern sinnvoll sein. Möglicherweise brauchen auch die kleinen und mittleren Unternehmen in Bayern mehr Unterstützung dabei, den betriebsspezifischen Weiterbildungsbedarf zu eruieren und zu bedienen, als Großbetriebe. Das lebenslange Lernen muss sowohl für Arbeitskräfte aller Qualifikationsniveaus als auch für Arbeitgeber zur selbstverständlichen und dauerhaften Investition werden. Sinnvoll wäre es, die gerade in Deutschland deutlich sichtbaren Vorteile formaler Qualifikation mit flexiblem Kompetenzerwerb zu verbinden und zusätzliche Qualifizierungsleistungen koordiniert anzuerkennen (vgl. Weber 2015). Die BA steht außerdem vor der Herausforderung, zu gewährleisten, dass die temporären Verlierer des Strukturwandels angemessen aufgefangen und ihnen neue Optionen offeriert werden (vgl. Möller 2015). Im Einzelfall gilt es, möglichst frühzeitig und fundiert zu entscheiden, ob eine Vermittlung im bisherigen Tätigkeitsfeld, eine Weiterentwicklung oder Neuorientierung der richtige Weg ist (vgl. Weber 2015).

Hilfreich ist möglicherweise, dass viele Handlungsfelder und Maßnahmen, die jetzt im Zusammenhang mit der Gestaltung der Digitalisierung der Arbeitswelt genannt werden, auf Landes-

wie auf Bundesebene nicht vollkommen neu sind. Sowohl Gründungsförderung, die Unterstützung von kleinen und mittleren Unternehmen bei der Adaption neuer Technologien und bei der Anwendung neuen Wissens als auch die Aufnahme von neuen Kompetenzen in Aus- und Weiterbildungsangebote sind bereits Bestandteile der Arbeit der beteiligten Akteure aus Wirtschaft, Gesellschaft, Politik und Arbeitsverwaltung. Darauf könnte aufgebaut werden, ohne dass dabei unterschätzt werden sollte, dass sich mit der Digitalisierung sowohl das geforderte Tempo als auch die Komplexität bei der Aufnahme und Weitergabe der geforderten Kompetenzen nochmals beschleunigen könnte.

Literatur

Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2016): The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189, Paris.

Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Lehmer, Florian; Matthes, Britta; Zierahn, Ulrich (2016): Arbeitswelt 4.0 – Stand der Digitalisierung in Deutschland. Dienstleister haben die Nase vorn. IAB-Kurzbericht, 22/2016, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb2216.pdf>]

[bayme vbm] Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V./vbm Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V. (Hg.) (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Eine bayme vbm Studie, erstellt von der Universität Bremen, München.

[BMWi] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hg.) (2015): Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015, Berlin.

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

Brzeski, Carsten; Burk, Inga (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. INGDiBa Economic Research.

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 (2015a): 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 (2015b): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt: In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. IAB-Kurzbericht, 24/2015, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2015/kb2415.pdf>]

Dengler, Katharina; Matthes, Britta; Paulus, Wiebke (2014): Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. FDZ Methodenreport Nr. 12/2014 (DE), Nürnberg. [http://doku.iab.de/fdz/reporte/2014/MR_12-14.pdf]

Frey, Carl B.; Osborne, Michael A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School.

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>]

McKinsey & Company (Hg.) (2015): Bayern 2025. Alte Stärke, neuer Mut, München.

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, 8/2013, Nürnberg. [http://doku.iab.de/fdz/reporte/2013/MR_08-13.pdf]

Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan; Zirnig, Christopher; Suphan, Anne (2016): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Studie im Auftrag des VDMA, Frankfurt.

Sloane, Peter F. E. (2008): Zu den Grundlagen eines Deutschen Qualifikationsrahmens (DQR): Konzeptionen, Kategorien, Konstruktionsprinzipien: W. Bertelsmann Verlag.

[STMWI] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (Hg.) (2015): Zukunftsstrategie BAYERN DIGITAL, München.

[vbw] Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (Hg.) (2015a): Industrie 4.0: Wachstumspotenziale und Konsequenzen für Produktion, Produkte und Prozesse. Eine Studie der vbw, erstellt von der Prognos AG, München.

[vbw] Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (Hg.) (2015b): Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft. Bayerns Zukunftstechnologien. Analyse und Handlungsempfehlungen, München.

Weber, Enzo (2015): Industrie 4.0: Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. In: Wirtschaftsdienst, Jg. 95, H. 11, S. 722–723.

Anhang

Tabelle A 1 Substituierbarkeitspotenzial nach Berufshauptgruppen (KldB 2010) und dem Anforderungsniveau in Bayern

Berufs- sektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	Anforderungs- niveau	Bayern Anteil in %
S1 - Produktionsberufe	S11 Land-, Forst- und Gartenbauberufe	11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	Gesamt	37,6
			Helfer	45,4
			Fachkraft	31,4
			Spezialist	26,1
			Experte	26,3
		12 Gartenbauberufe, Floristik	Gesamt	37,0
			Helfer	42,5
			Fachkraft	36,1
			Spezialist	31,8
			Experte	15,4
	S12 Fertigungsberufe	21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung	Gesamt	80,1
			Helfer	74,3
			Fachkraft	83,2
			Spezialist	67,5
			Experte	32,6
		22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung	Gesamt	73,2
			Helfer	73,6
			Fachkraft	73,8
			Spezialist	60,4
			Experte	52,0
		23 Papier-, Druckberufe, techn. Mediengestalt.	Gesamt	64,0
			Helfer	82,0
			Fachkraft	74,6
			Spezialist	32,5
			Experte	26,8
		24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	Gesamt	76,9
			Helfer	77,5
			Fachkraft	78,1
			Spezialist	61,3
			Experte	34,9
		28 Textil- und Lederberufe	Gesamt	72,6
			Helfer	75,3
			Fachkraft	75,5
			Spezialist	52,0
			Experte	43,0
		93 Produktdesign, Kunsthandwerk	Gesamt	26,2
			Helfer	-
			Fachkraft	37,6
			Spezialist	20,2

Berufs- sektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	Anforderungs- niveau	Bayern Anteil in %
	S13 Fertigungs- technische Berufe	25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	Experte	12,1
			Gesamt	65,6
			Helfer	74,5
			Fachkraft	68,1
			Spezialist	56,3
			Experte	37,2
		26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	Gesamt	74,5
			Helfer	57,9
			Fachkraft	81,3
			Spezialist	70,8
		27 Techn. Entwickl.-, Konstr.-, Produktionssteue- rungsberufe	Experte	60,5
			Gesamt	51,8
			Helfer	-
			Fachkraft	66,4
			Spezialist	52,3
			Experte	40,9
	S14 Bau- und Aus- bauberufe	31 Bauplanung, Architektur, Vermessungsberufe	Gesamt	29,6
			Helfer	-
			Fachkraft	52,1
			Spezialist	42,1
		32 Hoch- und Tiefbauberufe	Experte	20,8
			Gesamt	6,9
			Helfer	10,0
			Fachkraft	3,1
			Spezialist	25,9
		33 (Innen-)Ausbauberufe	Experte	9,8
			Gesamt	26,9
			Helfer	19,0
			Fachkraft	28,3
			Spezialist	24,6
		34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	Experte	-
			Gesamt	57,0
			Helfer	44,4
			Fachkraft	57,9
			Spezialist	59,9
			Experte	59,5
S2 - Personenbezogene Dienstleistungen	S21 Lebensmittel- u. Gastgewerbe- berufe	29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	Gesamt	41,6
			Helfer	31,3
			Fachkraft	49,2
			Spezialist	48,8
		63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe	Experte	39,9
			Gesamt	19,0
			Helfer	18,3

Berufs- sektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	Anforderungs- niveau	Bayern Anteil in %
	S22 Medizinische u. nicht- medizinische Ge- sundheitsberufe	81 Medizinische Gesundheitsberufe	Fachkraft	18,5
			Spezialist	25,5
			Experte	23,5
			Gesamt	27,4
		82 Nichtmed. Gesundheits-, Körperpfl.-, Wellness- berufe, Medizintechnik	Helfer	19,4
			Fachkraft	37,3
			Spezialist	10,1
			Experte	7,2
	S23 Soziale und kulturelle Dienst- leistungs- berufe	83 Erziehung, soziale, hauswirt. Berufe, Theologie	Gesamt	8,9
			Helfer	13,3
			Fachkraft	7,7
			Spezialist	16,6
		84 Lehrende und ausbildende Berufe	Experte	5,5
			Gesamt	0,9
			Helfer	-
			Fachkraft	-
		91 Geistes-, Gesellschafts-, Wirtschaftswissen- schaftl. Berufe	Spezialist	0,2
			Experte	1,1
			Gesamt	3,5
			Helfer	11,1
S3 - Kaufmännische und unterneh- mensbezogene Dienstleistungen	S31 Handelsberufe	61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	Fachkraft	14,3
			Spezialist	1,4
			Experte	2,7
			Gesamt	29,0
		62 Verkaufsberufe	Helfer	-
			Fachkraft	40,0
			Spezialist	40,3
			Experte	10,0
		61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe	Gesamt	27,5
			Helfer	-
			Fachkraft	43,6
			Spezialist	14,7
		62 Verkaufsberufe	Experte	26,5
			Gesamt	39,5
			Helfer	47,2
			Fachkraft	40,2
			Spezialist	18,7
			Experte	22,2

Berufs- sektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	Anforderungs- niveau	Bayern Anteil in %
	S32 Berufe in Unternehmens- führung und -organisation	71 Berufe Unternehmensführung, -organisation	Gesamt	48,3
			Helfer	59,6
			Fachkraft	58,7
			Spezialist	26,0
			Experte	19,2
	S33 Unternehmens- bezogene Dienstleistungs- berufe	72 Berufe in Finanzdienstl., Rechnungswesen, Steuerberatung	Gesamt	52,6
			Helfer	-
			Fachkraft	54,2
			Spezialist	58,1
			Experte	38,7
		73 Berufe in Recht und Verwaltung	Gesamt	34,9
			Helfer	-
			Fachkraft	38,6
			Spezialist	23,6
			Experte	20,4
		92 Werbung, Marketing, kaufm., redaktionelle Me- dienberufe	Gesamt	13,6
			Helfer	-
			Fachkraft	26,1
			Spezialist	7,8
			Experte	5,7
S4 - IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	S41 IT- und natur- wissenschaftli- che Dienstleistungs- berufe	41 Mathematik-, Biologie-, Chemie-, Physikberufe	Gesamt	70,7
			Helfer	83,3
			Fachkraft	84,4
			Spezialist	59,5
			Experte	21,1
		42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	Gesamt	25,2
			Helfer	-
			Fachkraft	33,2
			Spezialist	24,8
			Experte	19
		43 Informatik- und andere IKT-Berufe	Gesamt	27,9
			Helfer	-
			Fachkraft	27,6
			Spezialist	38,3
			Experte	15,8
S5 - Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungsberufe	S51 Sicherheitsbe- rufe	01 Angehörige der regulären Streitkräfte	Gesamt	-
			Helfer	-
			Fachkraft	-
			Spezialist	-
			Experte	-
		53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe	Gesamt	11,0
			Helfer	28,4
			Fachkraft	6,3

Berufs- sektor (Anzahl = 5)	Berufssegment (Anzahl = 14)	Berufshauptgruppe der KldB 2010 (Anzahl = 37)	Anforderungs- niveau	Bayern Anteil in %
	S52 Verkehrs- und Logistikberufe	51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.)	Spezialist	17,7
			Experte	12,6
			Gesamt	45,3
			Helfer	61,0
			Fachkraft	31,4
			Spezialist	23,7
			Experte	21,0
	S52 Verkehrs- und Logistikberufe	52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten	Gesamt	19,9
			Helfer	83,3
			Fachkraft	14,8
			Spezialist	46,5
	S53 Reinigungs- berufe	54 Reinigungsberufe	Experte	41,3
			Gesamt	22,4
			Helfer	25,0
			Fachkraft	11,0
			Spezialist	17,7
			Experte	-

Hinweis: KldB 2010 = Klassifizierung der Berufe aus dem Jahr 2010.

Anm.: Substituierbarkeitspotenzial = Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

Tabelle A 2 Substituierbarkeitspotenziale und Beschäftigungsanteile nach Berufssegmenten in Deutschland, Bayern sowie den bayerischen Kreisen

Substituierbarkeits- potenzial	Berufssegment													
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	12	13	32	41	33	11	52	31	14	21	53	22	51	23
	73	64	49	43	40	38	37	36	33	31	22	22	11	7
Region	Beschäftigungsanteile in %													
Deutschland	8	12	13	4	9	2	10	10	6	5	3	10	1	8
Bayern	9	14	14	4	9	1	9	10	6	5	3	10	1	7
Ingolstadt, Stadt	7	30	17	2	6	1	9	8	3	3	1	6	1	4
München, Stadt	3	10	19	6	16	1	5	9	4	6	3	8	1	8
Rosenheim, Stadt	5	12	12	2	12	1	8	12	6	5	2	11	1	10
Altötting	6	13	11	20	5	1	7	8	6	3	2	9	1	5
Berchtesgadener Land	6	9	11	2	7	1	8	11	8	11	4	13	0	7
Bad Tölz-Wolfratshausen	9	12	11	3	8	2	7	10	8	8	3	11	0	7
Dachau	6	12	12	2	8	2	11	12	6	5	3	11	1	10
Ebersberg	6	9	13	4	7	2	11	16	6	6	2	9	0	7
Eichstätt	12	20	13	3	6	1	8	8	7	5	2	8	0	7
Erding	6	9	11	3	7	2	15	11	7	8	3	10	4	6
Freising	3	12	12	4	6	2	27	10	4	5	3	5	2	5
Fürstenfeldbruck	5	10	14	5	9	2	9	13	8	5	3	11	0	7
Garmisch-Partenkirchen	5	5	8	1	9	2	5	11	7	17	3	20	1	6
Landsberg am Lech	10	15	11	2	8	2	7	12	7	5	2	8	1	8
Miesbach	6	9	12	4	8	2	7	10	7	13	2	12	0	6
Mühldorf a.Inn	10	16	10	3	7	1	10	10	6	5	3	10	1	8
München	3	13	18	10	14	1	7	11	4	4	2	6	1	7
Neuburg-Schrobenhausen	11	12	12	3	7	2	12	9	10	4	2	10	0	5
Pfaffenhofen a.d.Ilm	7	19	12	5	7	2	12	9	7	4	2	8	1	6
Rosenheim	9	11	11	3	7	2	10	10	7	7	3	14	0	6
Starnberg	5	15	14	5	11	2	6	9	6	6	2	12	0	8
Traunstein	8	18	11	3	7	1	7	11	8	7	2	10	0	6
Weilheim-Schongau	11	17	12	5	7	1	7	10	7	5	2	9	0	7
Landshut, Stadt	9	12	12	2	13	1	7	10	4	5	2	14	2	7
Passau, Stadt	5	15	13	3	10	0	8	10	6	5	3	12	1	8
Straubing, Stadt	7	13	11	2	8	1	13	11	4	4	2	13	1	8
Deggendorf	13	14	11	2	6	1	9	10	10	4	3	11	0	4
Freyung-Grafenau	12	11	10	1	6	2	9	10	12	6	2	11	1	5
Kelheim	11	14	10	3	7	2	10	10	8	5	3	10	1	6
Landshut	12	17	11	3	6	2	12	10	9	4	4	6	1	5
Passau	12	14	9	2	5	2	9	10	9	9	3	11	0	4
Regen	16	13	10	1	6	1	8	9	9	8	2	9	0	5
Rottal-Inn	11	11	12	1	8	1	8	10	11	7	2	11	0	5
Straubing-Bogen	11	17	10	2	5	3	10	8	10	6	3	9	0	6
Dingolfing-Landau	16	34	5	1	4	2	15	6	4	3	1	5	1	2
Amberg, Stadt	9	21	11	3	9	1	7	10	5	3	2	12	1	6
Regensburg, Stadt	5	21	13	4	7	0	9	8	3	4	3	12	1	7
Weiden i.d.OPf., Stadt	9	8	15	2	10	1	12	13	5	4	3	14	1	4

	Berufssegment													
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	12	13	32	41	33	11	52	31	14	21	53	22	51	23
Substituierbarkeits- potenzial	73	64	49	43	40	38	37	36	33	31	22	22	11	7
Region	Beschäftigungsanteile in %													
Amberg-Sulzbach	13	16	11	2	5	2	11	9	8	4	2	9	0	6
Cham	12	18	10	1	6	1	8	9	9	6	2	9	1	5
Neumarkt i.d.OPf.	12	14	13	2	7	1	8	9	12	4	2	9	1	6
Neustadt a.d.Waldnaab	18	16	11	3	5	2	8	7	8	4	2	8	1	6
Regensburg	8	17	13	2	5	2	13	10	8	4	3	8	1	6
Schwandorf	16	15	10	3	5	1	14	9	6	5	2	8	0	4
Tirschenreuth	15	16	9	2	6	2	10	9	9	5	2	9	1	5
Bamberg, Stadt	8	19	12	2	8	1	10	8	4	6	2	11	1	9
Bayreuth, Stadt	7	10	14	2	10	1	7	10	5	6	3	14	1	8
Coburg, Stadt	10	14	11	2	24	1	7	8	3	3	2	10	0	5
Hof, Stadt	10	7	12	2	10	1	10	13	5	6	4	12	1	8
Bamberg	13	14	10	2	5	1	13	11	8	5	2	9	0	5
Bayreuth	15	13	11	2	5	2	9	11	9	5	2	9	1	5
Coburg	23	11	13	1	4	1	13	8	6	4	3	7	0	5
Forchheim	8	14	12	3	7	2	11	10	6	6	2	11	0	6
Hof	18	11	13	2	5	1	11	12	7	4	2	10	0	4
Kronach	22	16	10	1	6	1	9	8	7	4	2	9	1	4
Kulmbach	10	11	12	2	7	1	10	11	8	6	3	10	0	7
Lichtenfels	17	10	12	2	6	1	13	8	6	4	3	12	0	6
Wunsiedel i.Fichtelgebirge	17	15	10	2	8	1	8	10	5	4	2	10	0	6
Ansbach, Stadt	9	16	13	2	9	1	8	9	4	5	3	15	1	6
Erlangen, Stadt	2	15	21	9	9	0	4	8	3	3	2	11	1	10
Fürth, Stadt	6	11	14	6	9	1	9	11	5	5	3	12	2	6
Nürnberg, Stadt	5	12	15	6	12	1	10	9	4	5	3	9	1	7
Schwabach, Stadt	12	13	13	2	7	1	7	12	5	4	2	13	1	6
Ansbach	16	13	10	2	6	2	12	8	8	5	2	8	0	7
Erlangen-Höchstädt	13	17	21	5	5	1	7	8	4	4	2	6	0	5
Fürth	12	12	11	2	8	2	8	12	8	5	3	10	1	7
Nürnberger Land	13	13	12	4	6	1	9	9	5	4	2	10	1	8
Neustadt a.d.A.-Bad Wind- sheim	11	12	10	1	7	2	11	10	7	5	4	11	1	6
Roth	12	11	11	2	7	1	12	11	8	5	2	9	0	7
Weißenburg-Gunzenhausen	16	13	9	1	6	1	9	9	6	5	2	11	1	9
Aschaffenburg, Stadt	9	13	13	3	9	1	11	11	4	4	2	11	2	5
Schweinfurt, Stadt	17	22	11	1	7	0	8	8	4	3	3	9	1	5
Würzburg, Stadt	4	9	13	4	11	1	8	10	4	5	3	15	1	11
Aschaffenburg	12	15	13	3	6	1	12	11	8	5	2	6	0	5
Bad Kissingen	9	8	9	2	8	2	7	8	11	8	3	16	1	7
Rhön-Grabfeld	9	21	10	1	6	2	8	8	6	4	4	14	1	6
Haßberge	17	16	12	1	6	1	10	9	6	4	1	9	0	6
Kitzingen	10	13	12	3	6	4	11	10	7	7	2	8	0	6
Miltenberg	13	16	13	5	7	1	10	10	6	4	2	8	1	5

	Berufssegment														
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	12	13	32	41	33	11	52	31	14	21	53	22	51	23	
Substituierbarkeits- potenzial	73	64	49	43	40	38	37	36	33	31	22	22	11	7	
Region	Beschäftigungsanteile in %														
Main-Spessart	12	20	16	2	6	1	8	8	6	3	2	9	0	5	
Schweinfurt	6	11	10	3	5	3	17	9	7	5	2	12	1	8	
Würzburg	10	11	15	3	6	3	11	10	8	5	2	7	0	7	
Augsburg, Stadt	7	14	14	3	11	1	9	9	4	4	3	11	1	9	
Kaufbeuren, Stadt	10	10	9	1	8	1	7	11	7	4	2	19	1	8	
Kempten (Allgäu)	8	11	12	3	9	1	9	16	4	5	2	11	1	7	
Memmingen, Stadt	13	17	10	2	6	1	11	12	6	3	3	11	1	4	
Aichach-Friedberg	12	11	13	1	8	2	9	12	9	6	2	9	0	5	
Augsburg	10	12	11	4	6	1	16	11	7	5	3	7	1	6	
Dillingen a.d.Donau	11	16	12	2	7	2	13	8	7	4	2	9	0	7	
Günzburg	12	14	10	2	6	1	8	9	7	5	3	10	1	8	
Neu-Ulm	13	17	11	3	6	1	13	12	5	5	2	7	1	5	
Lindau (Bodensee)	11	18	11	5	6	1	6	9	6	9	2	9	1	6	
Ostallgäu	11	16	10	2	6	1	7	10	9	11	2	9	1	5	
Unterallgäu	15	18	11	2	5	2	9	8	9	6	2	7	1	6	
Donau-Ries	13	22	12	2	6	2	10	9	6	4	2	7	0	5	
Oberallgäu	8	15	11	1	6	2	8	9	8	13	3	9	1	5	

Anm: rote Schrift: mindestens zwei Prozentpunkte unter dem Bundesdurchschnitt; grüne Schrift: mindestens zwei Prozentpunkte über dem Bundesdurchschnitt.

¹⁾ Anteil der Tätigkeiten in einem Beruf, der bereits heute von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnte.

Hinweis: S12 = Fertigungsberufe, S13 = Fertigungstechnische Berufe, S32 = Berufe in Unternehmensführung und -organisation, S41 = IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe, S33 = Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe, S11 = Land-, Forst- und Gartenbauberufe, S52 = Verkehrs- und Logistikberufe, S31 = Handelsberufe, S14 = Bau- und Ausbauberufe, S21 = Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe, S53 = Reinigungsberufe, S22 = Medizinische und nicht-medizinische Gesundheitsberufe, S51 = Sicherheitsberufe, S23 = Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe.

Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015), Dengler/Matthes 2015a, 2015b; eigene Berechnungen.

Tabelle A 3 Betroffenheit der Beschäftigten von einem Substituierbarkeitspotenzial (> 70 Prozent) nach Anforderungsniveau in Bayern und den bayerischen Kreisen

Bundesland/ Kreisfreie Stadt/Kreis	Substituierbarkeitspotenzial über 70 % Betroffene Beschäftigte – Anteile in %				
	Helfer	Fachkraft	Spezialist	Experte	Insgesamt
Bayern	21,1	18,0	12,5	0,1	15,4
Ingolstadt, Stadt	23,7	23,4	8,1	0,0	17,0
München, Landeshauptstadt	7,5	9,7	10,9	0,1	7,3
Rosenheim, Stadt	18,5	11,7	14,9	0,1	11,5
Altötting	19,2	35,6	11,4	0,1	27,7
Berchtesgadener Land	14,1	15,0	17,8	0,2	13,9
Bad Tölz-Wolfratshausen	23,3	18,4	14,1	0,1	17,0
Dachau	9,5	14,2	15,5	1,9	12,3
Ebersberg	11,9	13,1	11,4	0,2	11,4
Eichstätt	22,0	21,3	26,7	1,3	19,6
Erding	8,9	11,7	13,2	0,3	10,4
Freising	13,4	11,2	8,7	0,2	9,8
Fürstenfeldbruck	12,8	11,5	12,3	0,2	10,3
Garmisch-Partenkirchen	6,8	10,3	9,9	0,1	8,8
Landsberg am Lech	27,7	22,0	11,7	0,2	19,5
Miesbach	13,5	12,9	10,2	0,1	11,2
Mühldorf a.Inn	22,1	22,0	17,2	0,2	19,9
München	9,3	11,4	11,8	0,1	8,5
Neuburg-Schrobenhausen	24,5	20,6	12,9	0,0	18,6
Pfaffenhofen a.d.Ilm	24,6	20,6	10,8	0,1	17,7
Rosenheim	16,8	17,0	16,6	0,1	15,5
Starnberg	12,7	13,9	12,6	0,2	11,0
Traunstein	23,2	18,4	13,7	0,0	17,0
Weilheim-Schongau	29,3	23,7	11,8	0,1	20,2
Landshut, Stadt	27,6	14,3	11,2	0,0	14,8
Passau, Stadt	19,5	18,9	9,0	0,0	15,5
Straubing, Stadt	22,5	15,4	13,4	0,0	15,4
Deggendorf	37,8	20,8	13,8	0,1	21,7
Freyung-Grafenau	18,0	18,3	12,3	0,1	16,6
Kelheim	33,5	20,8	14,2	0,2	21,1
Landshut	19,5	21,9	15,9	0,0	19,0
Passau	19,9	21,0	12,2	0,1	18,8
Regen	39,8	25,1	10,3	0,2	25,5
Rottal-Inn	25,8	13,3	14,9	0,4	14,7
Straubing-Bogen	22,7	19,5	15,3	0,3	18,7
Dingolfing-Landau	33,2	21,5	12,7	0,1	21,3
Amberg, Stadt	23,4	26,7	12,0	0,0	21,0
Regensburg, Stadt	18,8	15,5	10,5	0,0	12,7
Weiden i.d.OPf., Stadt	17,7	16,7	10,4	0,0	14,8
Amberg-Sulzbach	17,8	22,2	9,6	0,1	18,5
Cham	26,2	22,7	10,6	0,1	20,8
Neumarkt i.d.OPf.	23,5	19,7	14,8	0,0	18,2

Bundesland/ Kreisfreie Stadt/Kreis	Substituierbarkeitspotenzial über 70 % Betroffene Beschäftigte – Anteile in %				
	Helfer	Fachkraft	Spezialist	Experte	Insgesamt
Neustadt a.d.Waldnaab	36,4	26,3	12,4	0,1	24,4
Regensburg	20,2	18,4	18,9	0,2	17,4
Schwandorf	36,0	27,3	10,6	0,1	25,7
Tirschenreuth	26,3	25,7	16,2	0,2	23,0
Bamberg, Stadt	16,6	20,6	14,1	0,0	16,7
Bayreuth, Stadt	26,9	15,0	11,0	0,0	14,5
Coburg, Stadt	32,1	16,5	20,5	0,0	17,8
Hof, Stadt	27,0	15,9	11,5	0,0	15,6
Bamberg	18,9	23,3	13,1	0,2	20,3
Bayreuth	29,0	22,6	13,1	0,1	21,4
Coburg	26,2	27,9	17,0	0,5	25,0
Forchheim	20,7	17,3	9,3	0,1	15,1
Hof	34,0	24,5	16,3	0,0	23,8
Kronach	30,5	33,8	24,7	0,0	30,1
Kulmbach	17,2	18,4	12,1	0,0	16,0
Lichtenfels	27,1	23,3	16,3	0,0	21,9
Wunsiedel i.Fichtelgebirge	37,9	28,9	14,8	0,1	26,9
Ansbach, Stadt	33,9	18,4	9,2	0,0	18,4
Erlangen, Stadt	8,7	13,9	8,4	0,0	8,4
Fürth, Stadt	17,9	15,4	11,1	0,0	13,3
Nürnberg, Stadt	14,5	15,2	10,6	0,0	12,0
Schwabach, Stadt	28,2	18,7	16,7	0,0	18,4
Ansbach	31,9	23,4	18,5	0,4	23,5
Erlangen-Höchstadt	28,8	25,2	10,1	0,1	20,9
Fürth	15,1	16,3	15,5	0,5	14,9
Nürnberger Land	31,9	24,7	14,7	0,1	22,3
Neustadt a.d.Aisch-Bad Windsh.	29,9	16,3	12,8	0,3	17,8
Roth	22,7	18,8	15,4	0,3	17,8
Weißenburg-Gunzenhausen	30,7	21,7	15,0	0,1	21,3
Aschaffenburg, Stadt	21,3	18,6	12,8	0,1	16,2
Schweinfurt, Stadt	37,3	37,5	12,1	0,0	30,3
Würzburg, Stadt	8,0	11,4	12,3	0,0	9,3
Aschaffenburg	24,1	19,1	15,9	0,1	17,8
Bad Kissingen	13,0	15,0	11,7	0,2	13,2
Rhön-Grabfeld	16,3	24,2	15,9	0,1	19,9
Haßberge	42,3	23,0	14,9	0,3	23,6
Kitzingen	18,2	19,4	12,5	0,1	16,7
Miltenberg	34,5	26,0	15,7	0,1	24,3
Main-Spessart	29,4	21,4	14,3	0,1	19,7
Schweinfurt	17,6	14,6	11,7	0,3	13,8
Würzburg	24,2	15,6	11,7	0,1	15,0
Augsburg, Stadt	17,7	18,5	13,8	0,0	15,1
Kaufbeuren, Stadt	29,4	16,5	12,3	0,1	16,7
Kempten (Allgäu), Stadt	28,8	14,6	12,2	0,1	15,0

Bundesland/ Kreisfreie Stadt/Kreis	Substituierbarkeitspotenzial über 70 % Betroffene Beschäftigte – Anteile in %				
	Helfer	Fachkraft	Spezialist	Experte	Insgesamt
Memmingen, Stadt	30,1	24,1	14,4	0,1	21,9
Aichach-Friedberg	20,2	17,2	13,9	0,2	16,2
Augsburg	21,4	18,8	15,7	0,1	17,7
Dillingen a.d.Donau	24,4	17,8	13,9	0,2	17,7
Günzburg	38,8	19,5	18,4	0,1	21,8
Neu-Ulm	26,9	18,8	10,7	0,3	17,4
Lindau (Bodensee)	36,4	22,3	13,1	0,1	21,2
Ostallgäu	18,3	26,0	16,4	1,0	22,2
Unterallgäu	34,1	24,4	19,9	0,1	23,6
Donau-Ries	26,0	26,1	13,8	0,1	22,3
Oberallgäu	15,5	18,5	14,9	0,1	16,3

Anm.: Substituierbarkeitspotenzial = Anteil der Tätigkeiten, die schon heute potenziell von Computern oder computergesteuerten Maschinen erledigt werden könnten.

Quelle: BERUFENET (2013); Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 30.06.2015); eigene Berechnungen.

In der Reihe IAB-Regional Bayern sind zuletzt erschienen:

Nummer	Autoren	Titel
01/2016	Böhme, Stefan; Rossen, Anja	Vorzeitig gelöste Ausbildungsverträge in der dualen Ausbildung in Bayern im Jahr 2014
01/2015	Werner, Daniel	Beschäftigungschancen von Arbeitslosen und Langzeitarbeitslosen in Bayern
01/2014	Böhme, Stefan; Eigenhüller, Lutz; Kirzük, Xenia; Werner, Daniel	Pendlerbericht Bayern 2013
01/2013	Böhme, Stefan; Eigenhüller, Lutz	Personal in der Kindererziehung in Bayern. Arbeitsmarktsituation und Berufsverbleib
03/2012	Eigenhüller, Lutz; Fuchs, Philipp	Arbeitslosigkeit im SGB II in Bayern

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

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



Impressum

IAB-Regional. IAB Bayern
Nr. 01/2017

Herausgeber

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

Rechte

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit
Genehmigung des IAB gestattet

Website

<http://www.iab.de>

Bezugsmöglichkeit

http://doku.iab.de/regional/BY/2017/regional_by_0117.pdf

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

ISSN 1861-4752

Rückfragen zum Inhalt an:

Lutz Eigenhüller
Telefon 0911.179 4344
E-Mail lutz.eigenhueller@iab.de

Anja Rossen
Telefon 0911.179 4158
E-Mail anja.rossen4@iab.de