

Stettes, Oliver

**Research Report**

## Keine Angst vor Robotern - eine Aktualisierung: Beschäftigungseffekte der Digitalisierung - Befunde des Arbeitsmarktmonitoring des IW

IW-Report, No. 17/2019

**Provided in Cooperation with:**

German Economic Institute (IW), Cologne

*Suggested Citation:* Stettes, Oliver (2019) : Keine Angst vor Robotern - eine Aktualisierung: Beschäftigungseffekte der Digitalisierung - Befunde des Arbeitsmarktmonitoring des IW, IW-Report, No. 17/2019, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/197297>

**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.*

Wirtschaftliche Untersuchungen,  
Berichte und Sachverhalte



# **IW-Report 17/2019**

## **Keine Angst vor Robotern - eine Aktualisierung**

Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – Befunde des Arbeitsmarktmonitoring des IW  
Oliver Stettes

Köln, 15.05.2019

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2 Beschäftigungstrends auf Unternehmensebene</b>	<b>5</b>
2.1 Beschäftigungsentwicklung zwischen 2015 und 2017	5
2.2 Belegschaftsstruktur	8
2.3 Stellenbesetzungen und Personalplanungen	9
<b>3 Die sektorale Ebene</b>	<b>11</b>
<b>4 Die Berufsebene</b>	<b>15</b>
<b>5 Schlussbemerkungen</b>	<b>19</b>
<b>Literatur</b>	<b>20</b>
<b>6 Anhang</b>	<b>22</b>
6.1 Das IW-Personalpanel	22
6.2 Tabellenanhang	23
<b>Abstract</b>	<b>36</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>37</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>38</b>

**JEL-Klassifikation:**

J23 – Labour Demand

O33 – Technological Change: Choices and Consequences, Diffusion Processes

## Zusammenfassung

Die Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Entwicklung der Beschäftigung bleiben weiterhin diffus. Auf Unternehmensebene sind zur Zeit keine systematischen Effekte zu beobachten, die allgemeine Aussagen erlauben. Unternehmen 4.0 weisen zwar häufiger eine positive Beschäftigungsentwicklung auf als Unternehmen 3.0 (zum Beispiel 62 Prozent vs. 44 Prozent zwischen 2015 und 2017). Vertiefende ökonometrische Analysen zeigen allerdings, dass dies nicht zwangsläufig auf einen stärker vorangeschrittenen Transformationsprozess zurückzuführen sein muss. Dies gilt auch für den Blick auf den Einsatz von acht spezifischen Digitalisierungstechnologien sowie für die Betrachtung der Personalplanungen. Die Befunde auf Basis des IW-Personalpanels lassen aber die Hypothese glaubhaft erscheinen, dass der digitale Wandel tendenziell mit einem Höherqualifizierungstrend verbunden sein kann. Beispielsweise ist der Anteil der Beschäftigten mit einer abgeschlossenen Hochschulausbildung im Durchschnitt in einem Unternehmen 4.0 um 7,7 Prozentpunkte größer als in einem vergleichbaren Unternehmen 3.0.

Die Entwicklung in elf ausgesuchten Branchengruppen verläuft bislang so uneinheitlich, dass sich noch keine allgemeingültigen Ableitungen machen lassen. Beim Blick auf den Beschäftigungstrend in den verschiedenen Berufshauptgruppen sind potenzielle Automatisierungseffekte zwar im Auge zu behalten, allerdings verläuft erstens die Beschäftigungsentwicklung nur in wenigen Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen negativ. Zweitens werden potenzielle Automatisierungseffekte durch Arbeitsangebotseffekte überlagert. Vor diesem Hintergrund bleibt abzuwarten, ob sich in der Zukunft systematische Entwicklungslinien auf dem Arbeitsmarkt herausbilden werden.

## 1 Einleitung

Ob und in welcher Form sich der digitale Wandel auf den Arbeitsmarkt, insbesondere das Beschäftigungsniveau und die Beschäftigtenstruktur, auswirkt, sind Fragen, die weiterhin einer Antwort harren und eines kontinuierlichen Monitorings bedürfen. Die vorliegende Analyse setzt die Berichterstattung des Instituts der deutschen Wirtschaft zu den Beschäftigungsfolgen der Digitalisierung fort (Hammermann/Stettes, 2015; Stettes, 2016 und 2018).

Sie prüft zunächst, ob sich die Beschäftigungsentwicklung in Unternehmen und Branchen in Abhängigkeit ihres Digitalisierungsgrads unterscheidet (s. Abschnitte 2 und 3). Dabei werden mit Blick auf die Unternehmen analog zu den Vorgängeranalysen drei Digitalisierungsgrade herangezogen. Stark digitalisierte, sogenannte Unternehmen 4.0 beschäftigen sich sehr intensiv mit dem Thema Digitalisierung und weisen dem Internet als Basistechnologie eine sehr hohe Bedeutung für die eigenen Geschäftsaktivitäten zu. Sie machen gut 39 Prozent der hiesigen Unternehmen aus. Etwas mehr als ein Viertel der Unternehmen weist einen mittleren Digitalisierungsgrad auf. Die verbleibenden knapp 34 Prozent der sogenannten Unternehmen 3.0 beschäftigen sich relativ wenig mit der Digitalisierung und schätzen die Bedeutung des Internets als nicht so hoch ein. Der Digitalisierungsgrad einer Branche bezieht sich wieder auf den Indexwert, den das ZEW im Rahmen seines regelmäßigen Monitoring Reports „Wirtschaft Digital“ ermittelt und der zwischen 0 und 100 angesiedelt ist (BMW, 2018).

Ebenfalls in Analogie zu den Vorgängererhebungen prüft Abschnitt 4, wie sich die Beschäftigungsaussichten bestimmter Berufsgruppen, denen ein besonders starkes Automatisierungsrisiko nachgesagt wird, in den vergangenen Jahren entwickelt haben. Abschnitt 5 fasst kurz zusammen.

## 2 Beschäftigungstrends auf Unternehmensebene

### 2.1 Beschäftigungsentwicklung zwischen 2015 und 2017

In einem ersten Schritt wird die Beschäftigungsentwicklung der Unternehmen im IW-Personalpanel 2018 (20. Welle) in den drei Jahren untersucht, die dem Befragungsjahr vorausgegangen sind. Zwischen 2015 und 2017 wiesen gut 52 Prozent der Unternehmen ein Beschäftigungsplus auf, rund 18 Prozent verzeichneten einen Rückgang. Das Bild, dass der Anteil der wachsenden Unternehmen größer ist als der der schrumpfenden, zeigt sich auch, wenn man die Unternehmen nach dem Stand des innerbetrieblichen Digitalisierungsprozesses gruppiert (s. Tabelle A-6-1). Von Interesse ist nun, ob die Beschäftigungsentwicklung in Abhängigkeit des Digitalisierungsgrads des Unternehmens einen unterschiedlichen Verlauf nimmt.

Der Anteil der relativ stark digitalisierten Unternehmen 4.0, die ein Beschäftigungsplus verzeichneten, ist auch im letzten Untersuchungszeitraum größer als jener vergleichbarer Unternehmen 3.0 (Abbildung 2-1). Allerdings ist der Unterschied in der Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungsaufbaus insignifikant, wenn man für unterschiedliche Unternehmensmerkmale und Belegschaftszusammensetzungen kontrolliert. Systematische Beschäftigungseffekte auf Unternehmensebene können zwar nicht ausgeschlossen werden, sind aber statistisch nicht absicherbar (s. Tabelle A-6-2). Dieser Befund auf Basis des IW-Personalpanels ähnelt damit den Befunden

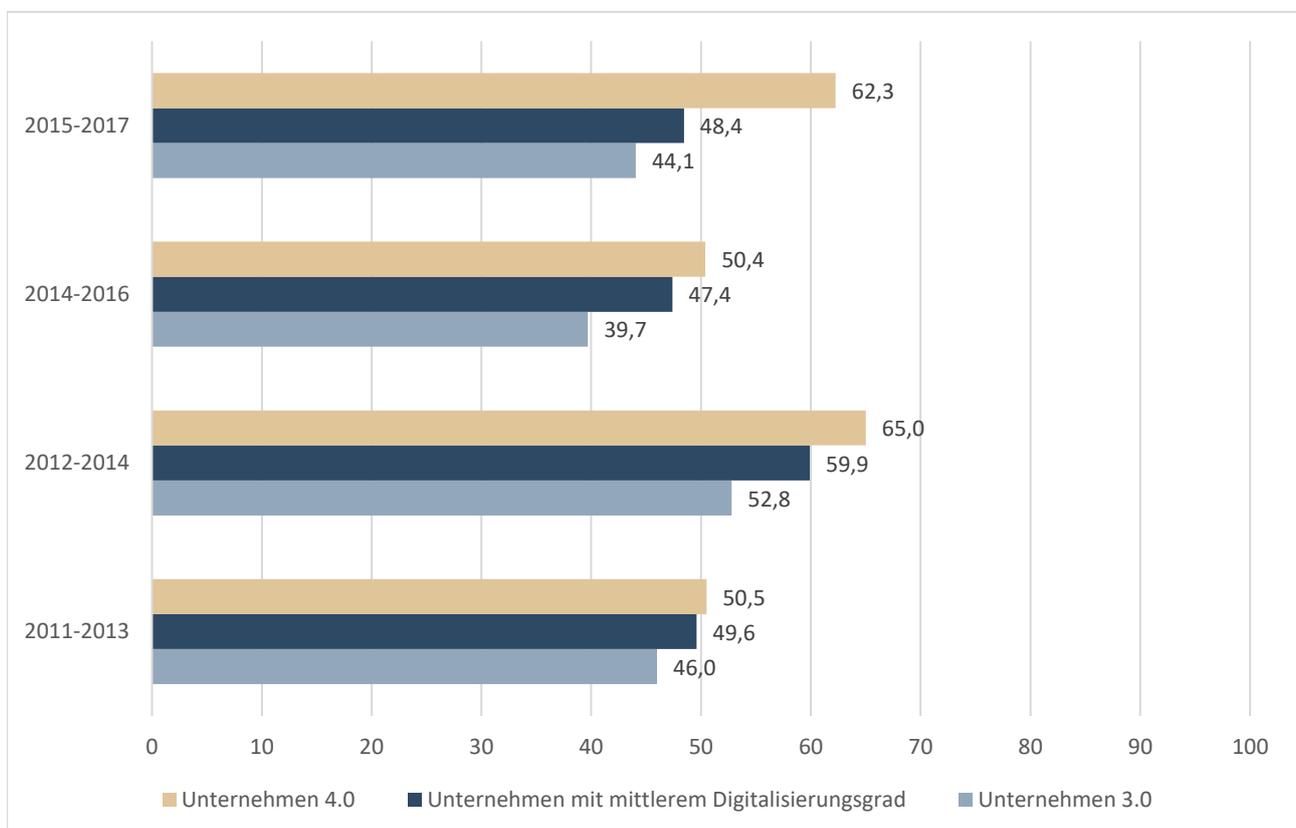
auf Basis der IAB-Stellenerhebung (Warning/Weber, 2017 und 2018) sowie der IAB-ZEW-Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“ in Kombination mit der Beschäftigtenhistorik (BeH) des IAB (Lehmer/Matthes, 2017).

### **Digitalisierungsgrad eines Unternehmens**

Für die Typisierung der Unternehmen wird der Digitalisierungsgrad der Geschäftsaktivitäten betrachtet: Unternehmen, die sich bereits sehr intensiv mit dem Thema Digitalisierung befassen und bei denen das Internet als Basistechnologie eine hohe Bedeutung für die Geschäftsaktivitäten aufweist, werden als stark digitalisiert bzw. als Unternehmen 4.0 bezeichnet. Sie zeigen eine hohe Affinität zu der Thematik auf und können auch bereits auf Erfahrungen zurückgreifen. Unternehmen, die sich bereits sehr intensiv mit dem Thema Digitalisierung befassen oder bei denen das Internet als Basistechnologie eine hohe Bedeutung für die Geschäftsaktivitäten aufweist, gelten als solche mit einem mittleren Digitalisierungsgrad, sofern für sie das jeweilige andere Merkmal als eher wichtig (Internet) oder am Rande (Befassung mit Thema Digitalisierung) gilt. Die verbleibenden Unternehmen (Unternehmen 3.0) befassen sich derzeit nicht mit dem Thema Digitalisierung oder räumen dem Internet eine relativ geringe unternehmerische Bedeutung ein. Die gewählte Klassifizierung ist normativ, bietet aber eine gute Approximation des tatsächlichen Digitalisierungsgrades eines Unternehmens.

## **Abbildung 2-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad**

Anteil der Unternehmen mit einem Beschäftigungsaufbau in Prozent

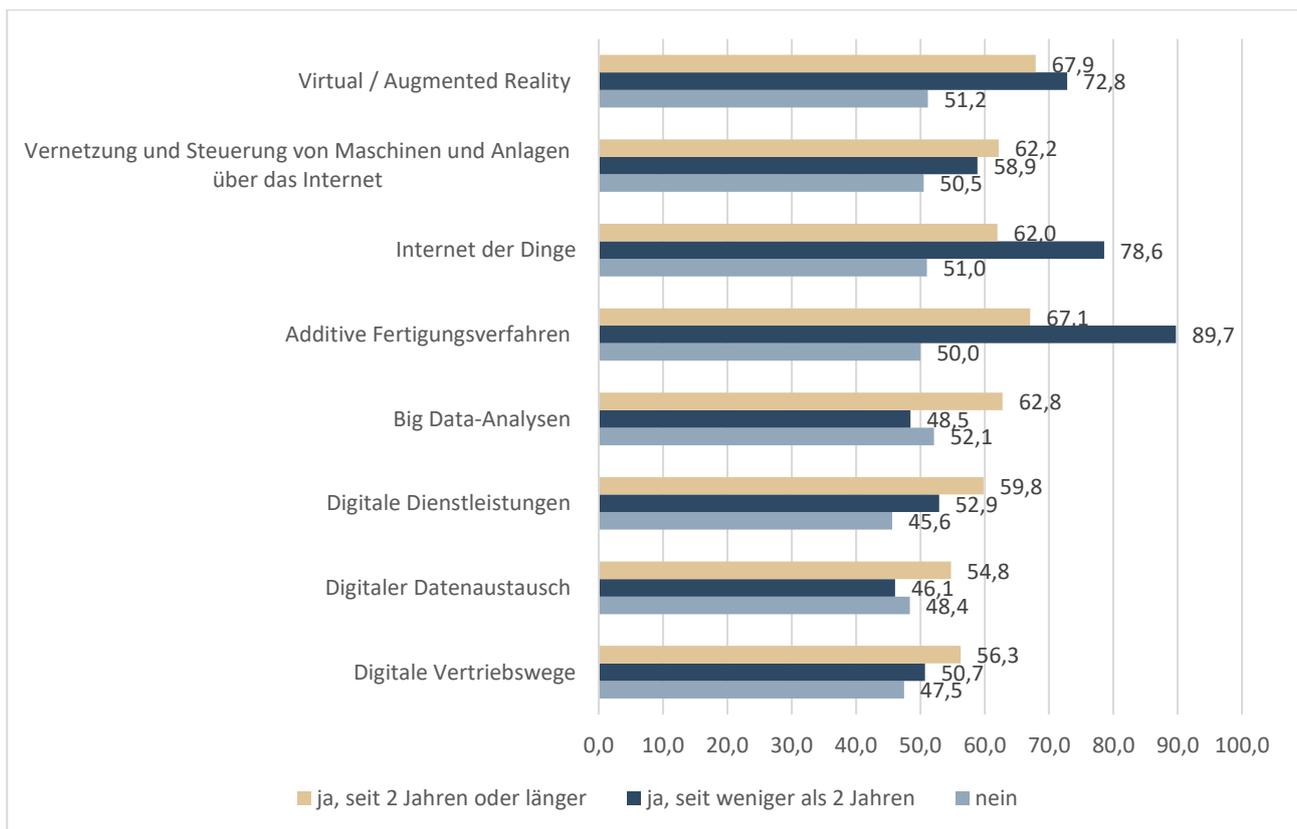


Quellen: IW-Personalpanel 2014; 2015; 2017; 2018; eigene Berechnungen

Das Bild ändert sich auch nicht, wenn man unterschiedliche Facetten der Digitalisierung auf betrieblicher Ebene analysiert. Lediglich bei der Nutzung additiver Fertigungsverfahren, des Internets der Dinge und des Einsatzes virtueller bzw. angereicherter/verbesserte Realitäten sind deutliche Anteilswertunterschiede zwischen Unternehmen 3.0 und den Unternehmen mit einem mittleren oder hohen Digitalisierungsgrad sichtbar (s. Abbildung 2-2). Alle drei Anwendungen befinden sich aber in weniger als 10 Prozent der Unternehmen im Einsatz. Bei einer multivariaten Überprüfung sind zudem kaum noch robuste Zusammenhänge zwischen der Beschäftigungsentwicklung und der Nutzung der Digitalisierungstechnologien erkennbar. Die Vorzeichen sind sowohl positiv als auch negativ, signifikante Unterschiede kaum vorhanden. Lediglich die jüngste Einführung von Technologien, die virtuelle und verbesserte Realitäten erschaffen, geht mit einer positiven Beschäftigungsentwicklung einher. Ein ähnlicher Zusammenhang ist auch bei einer kürzlich erfolgten Implementierung additiver Fertigungsverfahren zu beobachten (s. Tabelle A-6-3).<sup>1</sup> An dem diffusen Gesamtbild ändert sich auch nichts, wenn man die Anzahl der gleichzeitig eingesetzten Technologien als Kovariate verwendet.

## Abbildung 2-2: Beschäftigungsentwicklung und Einsatz ausgewählter Digitalisierungstechnologien

Anteil der Unternehmen mit einem Beschäftigungsaufbau in Prozent



Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

<sup>1</sup> Ausnahme: Der Einsatz additiver Fertigungsverfahren geht mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungsaufbaus einher.

## 2.2 Belegschaftsstruktur

Frühere Auswertungen mit dem IW-Personalpanel 2014 signalisierten erstens, dass der Anteil von Beschäftigten mit Hochschulabschluss mit der Zugehörigkeit zur Gruppe der Unternehmen 4.0 positiv korreliert (IW, 2016, 127). Abbildung 2-3 illustriert diesen Umstand. Im Durchschnitt waren in einem stark digitalisierten Unternehmen drei von zehn Beschäftigten Akademiker, in den relativ schwach digitalisierten Unternehmen hatte nur rund jeder achte Beschäftigte eine Hochschule besucht. Zweitens deuteten die mittel- bis langfristigen Personalplanungen aller Unternehmen im Jahr 2014 darauf hin, dass die Nachfrage nach Fachkräften mit abgeschlossener Berufsausbildung, mit einem beruflichen Fortbildungsabschluss und einem Hochschulabschluss ansteigen würde (Hammermann/Stettes, 2015, 86).

Der Blick auf die qualifikatorische Belegschaftsstruktur der Unternehmen im IW-Personalpanel 2018 verrät, dass in Unternehmen 4.0 der Anteil der hochqualifizierten Akademiker weiterhin deutlich größer ist als in Unternehmen 3.0 (s. Abbildung 2-3). Der Unterschied erweist sich bei einer multivariaten Überprüfung als hochsignifikant, wenn man berücksichtigt, dass Beschäftigte mit Hochschulabschluss relativ häufig an Internetarbeitsplätzen tätig sind. Unternehmen 4.0 weisen einen um 7,7 Prozentpunkte höheren Akademikeranteil und einen um 4,4 Prozentpunkte niedrigeren Ungelerntenanteil auf als Unternehmen 3.0, wenn man für unterschiedliche Betriebsmerkmale kontrolliert (s.

Tabelle A-6-4). Unternehmen mit einem mittleren Digitalisierungsgrad weisen hingegen einen (schwach signifikant) höheren Anteil von Beschäftigten mit einem beruflichen Fortbildungsabschluss auf als Unternehmen 3.0. Dies gilt tendenziell zwar auch für Beschäftigte mit einer abgeschlossenen Hochschulausbildung, der P-Wert bewegt sich aber je nach Modellvariante um die 10-Prozentschwelle. Da aber die Unternehmen mit einem mittleren Digitalisierungsgrad ebenso einen um knapp 5 Prozentpunkte niedrigeren Anteil von Un- und Angelernten beschäftigen, erscheint die Hypothese glaubhaft, dass der Digitalisierungsprozess tendenziell mit einem Höherqualifizierungstrend einhergeht.

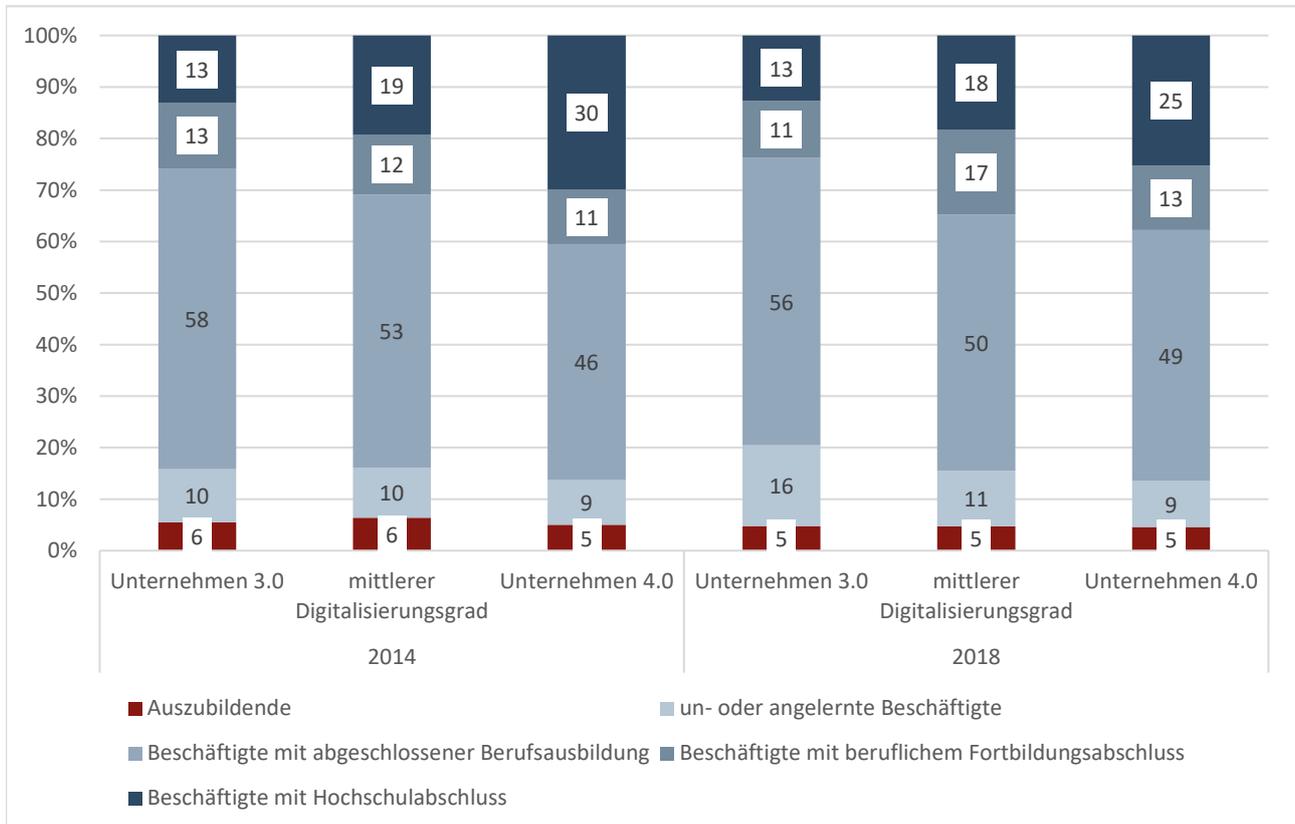
Ein Blick auf die verschiedenen Digitalisierungstechnologien signalisiert allerdings, dass der Zusammenhang zwischen Qualifikationsstruktur und Digitalisierung zum einen von dem spezifischen Verwendungszweck einer Technologie und zum anderen von ihrem Implementierungszeitpunkt abhängen kann (s. Tabelle A-6-5). Für eine vergleichbare Hypothesenbildung wie beim Digitalisierungsgrad, dass der Einsatz der spezifischen Digitalisierungstechnologien mit einem Höherqualifizierungstrend einhergehen könnte, reichen die Befunde allerdings dann doch noch nicht aus. Dies gilt auch für den Vergleich der Anteilswerte in den einzelnen Qualifikationsgruppen zwischen den beiden Zeitpunkten (2014 und 2018), denn Trendaussagen sind aufgrund des Charakters des IW-Personalpanels als Querschnittsbefragung unterschiedlich zusammengesetzter Stichproben nicht möglich. Aussagen über einen innerbetrieblichen Höherqualifizierungstrend erfordern daher in Zukunft den Rückgriff auf Längsschnittdaten.

Analysen mit der IAB-Stellenerhebung zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit, die zuletzt besetzte Stelle eher mit beruflich oder akademisch qualifizierten Fachkräften zu besetzen, je nach Form der Digitalisierung unterschiedlich hoch ist (Warning/Weber, 2018, 32). Eine allgemeine Aussage über einen von der Digitalisierung getriebenen skill-biased oder skill-saving technologischen Fortschritt lässt sich daraus allerdings ebenso nicht ableiten. Denn erstens wurde lediglich eine konkrete Stellenbesetzung ins Auge gefasst, nämlich die letzte, und zweitens bleibt unklar,

ob die ausgeschriebene und besetzte Stelle überhaupt in irgendeinem Zusammenhang mit einem möglichen Transformationsprozess im Betrieb steht.

### Abbildung 2-3: Belegschaftsstruktur und Digitalisierungsgrad

Anteil der Beschäftigten nach Qualifikationsniveau in Prozent



Quelle: IW-Personalpanel 2014; 2018; eigene Berechnungen

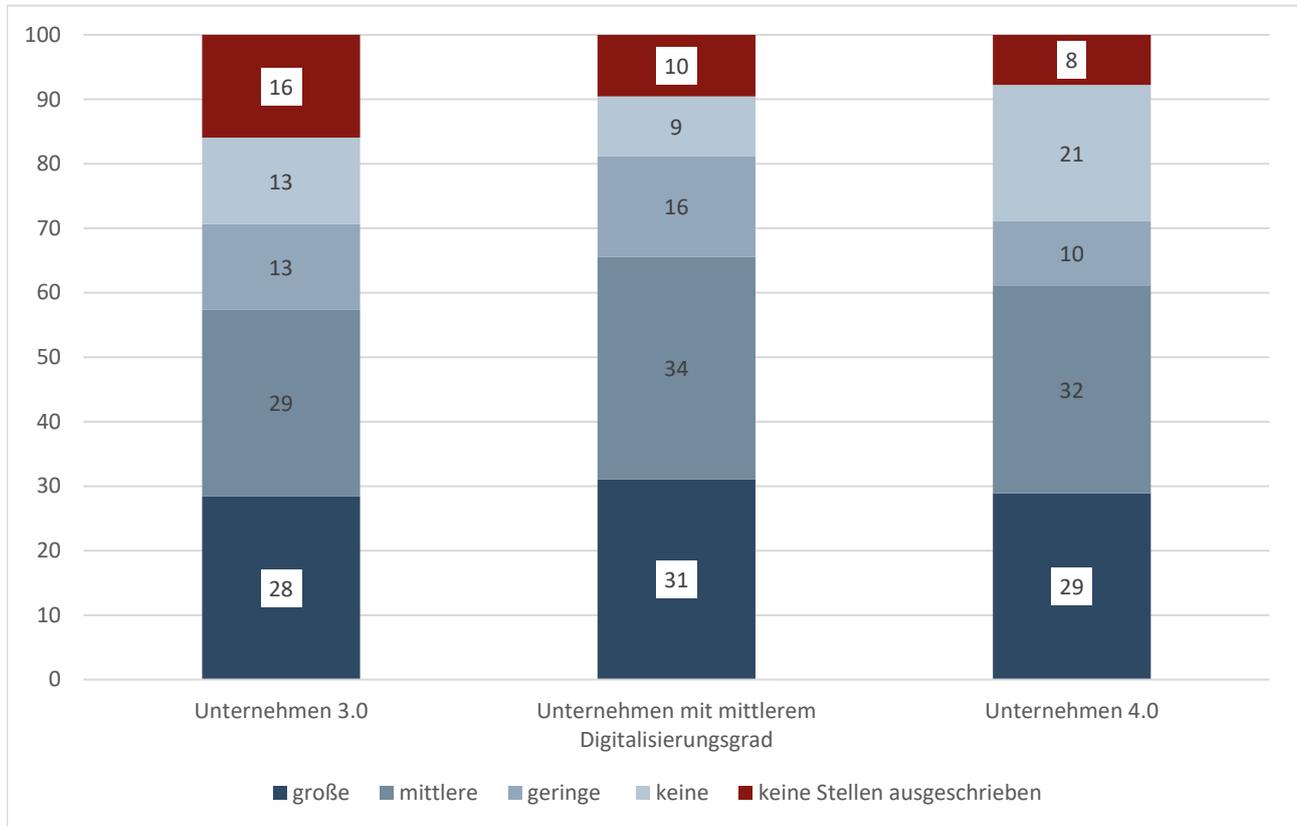
### 2.3 Stellenbesetzungen und Personalplanungen

Warning und Weber (2018, 23) finden einen robusten Zusammenhang zwischen der Anzahl der Stellenausschreibungen und einem Digitalisierungsprozess, der auf die Vernetzung interner Produktions- und Dienstleistungsketten abzielt. Der Suchprozess wird in diesen Fällen allerdings auch relativ häufig ohne erfolgreiche Besetzung abgebrochen. Das spricht dafür, dass die Unternehmen häufig nach Beschäftigten mit spezifischen Kompetenzen suchen, bei denen derzeit Fachkräfteengpässe zu beobachten sind.

Die Befundlage auf Basis des IW-Personalpanels ist diffus (s. Tabelle A-6-6). Unternehmen 4.0 und Unternehmen mit einem mittleren Digitalisierungsgrad berichten häufiger als Unternehmen 3.0 über Schwierigkeiten bei der Besetzung vakanter Stellen (s. Abbildung 2-4). Signifikante Unterschiede finden sich aber lediglich bei den Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad und das auch nur in ausgewählten Modellspezifikationen. Auch der Einsatz spezifischer Digitalisierungstechnologien steht in keinem einheitlichen Zusammenhang mit Stellenbesetzungsproblemen in den vergangenen zwölf Monaten. Die Vorzeichen unterscheiden sich zwischen den einzelnen Technologien und zum Teil bei derselben Technologie in Abhängigkeit des Implementierungszeitpunktes (s. Tabelle A-6-7). Signifikante Korrelationen finden sich dabei allerdings kaum.

## Abbildung 2-4: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungsgrad

Anteil der Unternehmen mit Stellenbesetzungsproblemen in Prozent

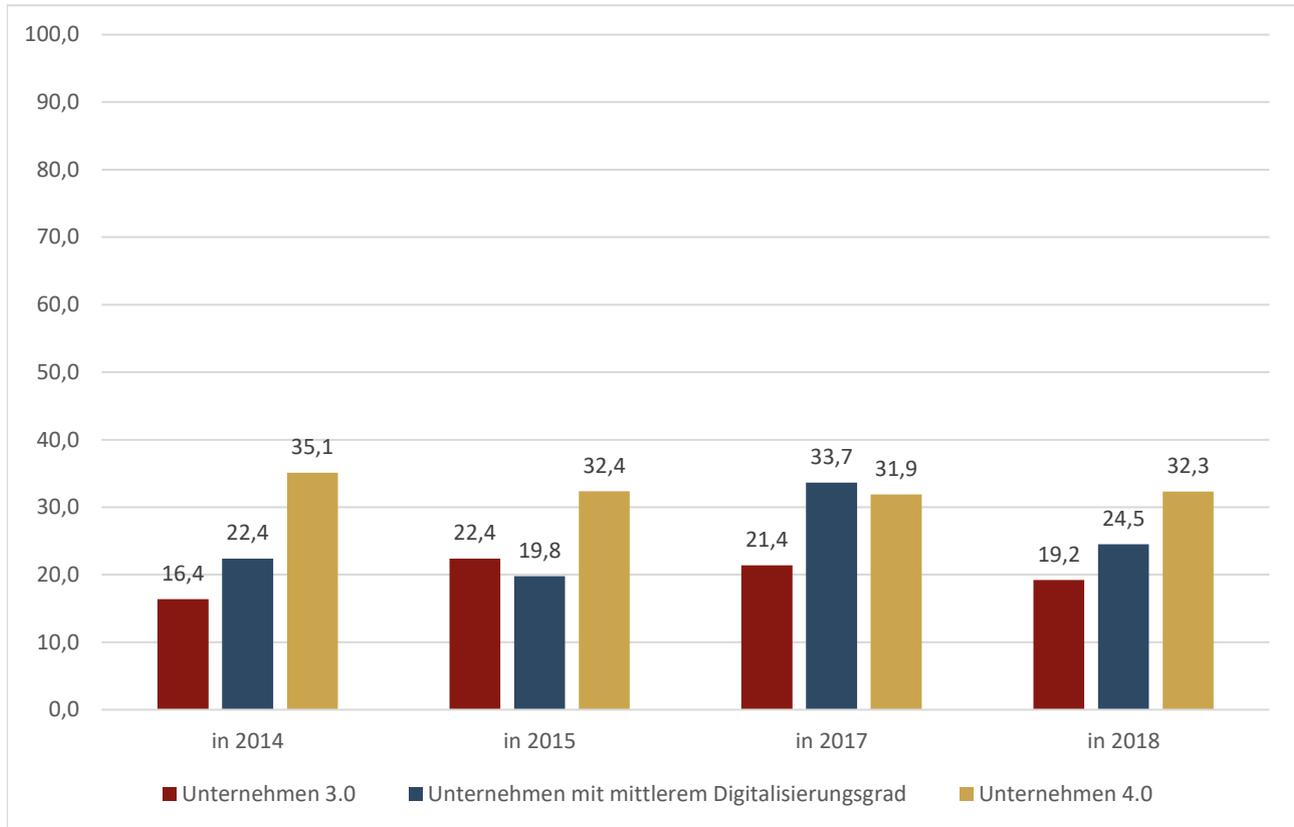


Quelle: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

Der Anteil der Unternehmen 4.0, die mit Blick auf die Beschäftigungsentwicklung im laufenden Geschäftsjahr optimistisch sind, liegt auch im IW-Personalpanel 2018 bei rund einem Drittel (s. Abbildung 2-5). Der Unterschied zu den Unternehmen 3.0 ist nicht signifikant, wenn man für die diversen Unternehmensmerkmale kontrolliert (s. Tabelle A-6-8). Es bleibt dabei, dass expansiv ausgerichtete Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr vielmehr von dem Umstand begünstigt werden, dass ein Unternehmen sich bereits in den vorausgehenden drei Jahren auf einem Expansionspfad befunden hat.

## Abbildung 2-5: Personalplanungen und Digitalisierungsgrad<sup>2</sup>

Anteil der Unternehmen, die einen Personalaufbau in den nächsten zwölf Monaten planen, in Prozent



Quellen: IW-Personalpanel 2014; 2015; 2017; 2018; eigene Berechnungen

### 3 Die sektorale Ebene

Die Beschäftigungsentwicklung in den hier untersuchten Branchen ist sehr uneinheitlich verlaufen (s. Tabelle 3-1). Die Informations- und Kommunikationswirtschaft, die wissensintensiven Dienstleister, der Bereich Verkehr und Logistik sowie (leicht) das Gesundheitswesen verzeichneten einen überproportionalen Anstieg der Beschäftigung, weisen aber einen unterschiedlichen Digitalisierungsgrad auf und der Transformationsprozess vollzieht sich in unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Ähnliches gilt auch für die beiden Branchencluster Finanz- und Versicherungsdienstleister sowie die Energie- und Wasserversorgung, in denen die Beschäftigung rückläufig war. Das Arbeitsvolumen ist in diesen beiden zuletzt genannten Branchengruppen sogar noch stärker gesunken, wenn man berücksichtigt, dass der Arbeitsplatzabbau von Vollzeitbeschäftigten durch einen Aufstieg bei den Teilzeitbeschäftigten kompensiert wurde (s. Abbildung 3-1).

#### **Digitalisierungsgrad einer Branche**

Für die Analyse der Beschäftigungsentwicklung auf Branchenebene wird auf einen Digitalisierungsgrad zurückgegriffen, den das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

<sup>2</sup> Insgesamt planten in den Jahren 2014 und 2015 jeweils 24 Prozent, im Jahr 2017 knapp 29 Prozent und im Jahr 2018 knapp 26 Prozent der Unternehmen einen Stellenaufbau in den nächsten zwölf Monaten.

(ZEW) im Rahmen seines regelmäßigen Monitorings für das Bundeswirtschaftsministerium verwendet (vgl. BMWi, 2017 und 2018):

Auf Basis einer repräsentativen Unternehmensbefragung werden anhand von 13 Merkmalen Indexwerte für die befragten Unternehmen berechnet. Der Indexwert soll darüber Auskunft geben, welchen Einfluss die Digitalisierung auf die Geschäftstätigkeit und den Geschäftserfolg in den Unternehmen sowie auf die unternehmensinternen Prozesse und Arbeitsabläufe ausübt und in welcher Intensität digitale Geräte, Technologien und Dienste dort zum Einsatz kommen. Anschließend werden die Indexwerte der einzelnen Unternehmen zu Indexwerten für elf ausgesuchte Branchencluster aggregiert.

Der Indexwert kann sich zwischen 0 und 100 bewegen, wobei die 100 zum Beispiel impliziert, dass alle Unternehmen in einer Branche vollständig digitalisiert sind. Für die Abgrenzung der Branchencluster wurde die Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008, herangezogen.

### Tabelle 3-1: Sektorales Beschäftigungswachstum und digitaler Wandel

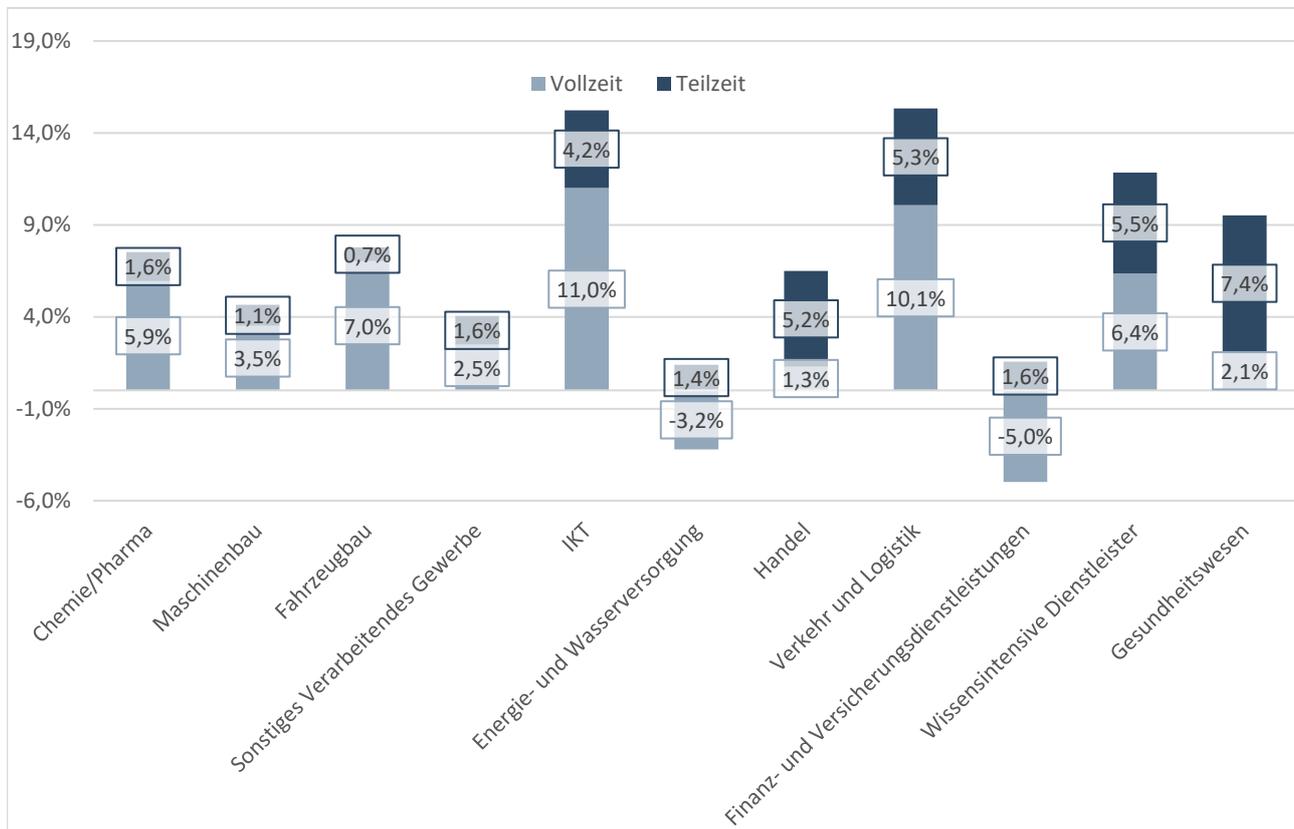
Digitalisierungsgrad und Beschäftigungswachstum in Prozent – nach ausgesuchten Wirtschaftszweigen

Branche	Digitalisierungsgrad			Beschäftigungswachstum in %	
	2015	2017	2018	31.03.2014 – 31.03.2017	31.03.2014 – 31.03.2018
Informations- und Kommunikationswirtschaft	66	78	74	+9,1	+15,2
Wissensintensive Dienstleister	59	66	63	+8,6	+11,8
Finanz- und Versicherungsdienstleister	55	59	61	-2,3	-3,4
Handel	50	54	54	+4,8	+6,5
Chemie und Pharma	40	45	50	+6,2	+7,5
Maschinenbau	39	45	48	+2,0	+4,6
Energie- und Wasserversorgung	47	45	47	-2,1	-1,8
Verkehr und Logistik	40	40	43	+10,5	+15,3
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	36	40	43	+2,3	+4,0
Fahrzeugbau	37	44	40	+5,7	+7,6
Gesundheitswesen	36	37	37	+7,2	+9,5
Insgesamt				+6,7	+9,1

Quellen: BMWi, 2015; 2017; 2018; BA, 2014a; 2017a; 2018a; eigene Berechnungen

### Abbildung 3-1: Beschäftigungswachstum in Vollzeit und Teilzeit

Wachstumsrate der Beschäftigung zwischen 31.03.2014 und 31.03.2018 in Prozentpunkten – nach Branchen



Die Summe der Wachstumsraten stimmt nicht mit der Wachstumsrate in Tabelle 3-1 überein. Dies ist auf unterschiedliche Originalzahlen in den Datenquellen zurückzuführen.

Quellen: BA, 2014a; 2017a, 2018a; eigene Berechnungen

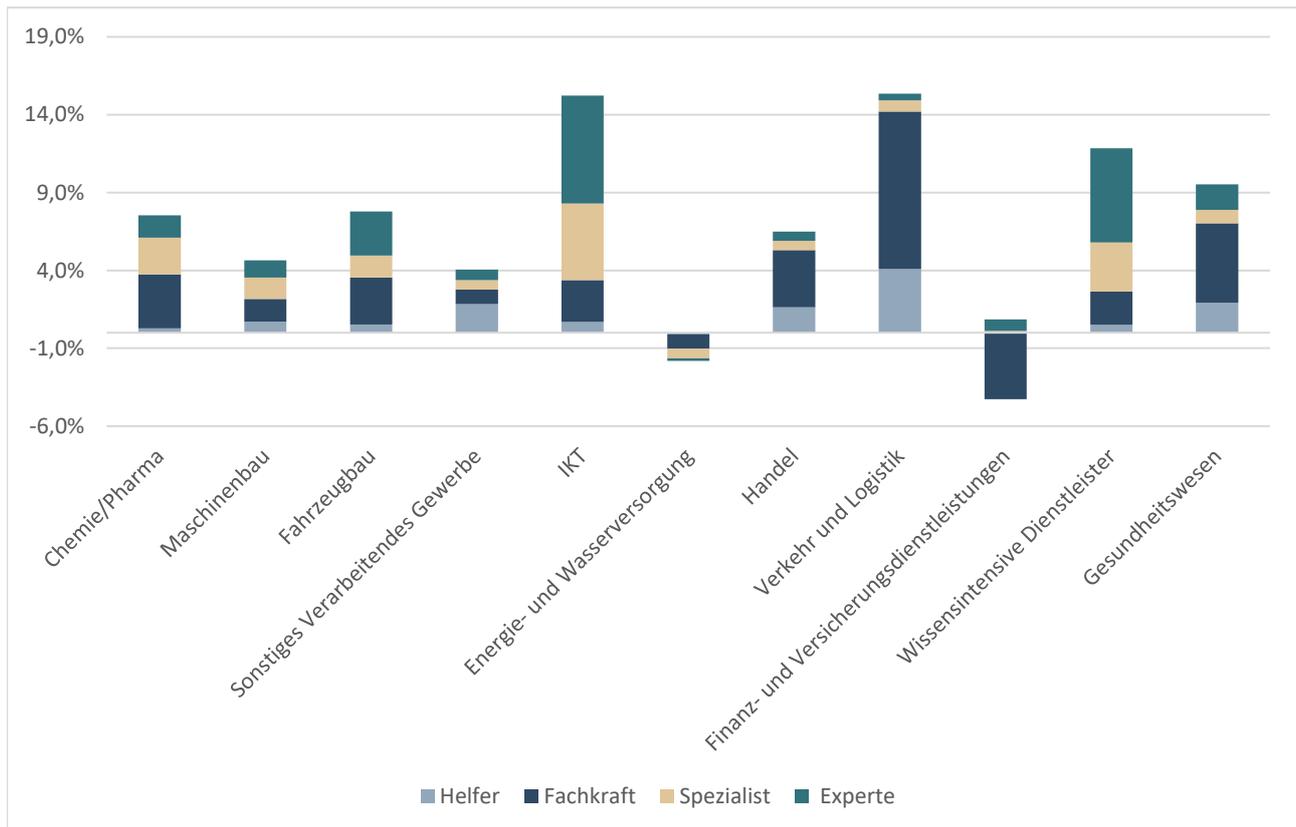
Der Großteil des Beschäftigungsaufwuchses (in Köpfen) im Handel, im Gesundheitswesen sowie im Verkehr und der Logistik entfiel auf Helfertätigkeiten (Handel: 1,6 Prozentpunkte; Gesundheitswesen: 1,9 Prozentpunkte; Verkehr und Logistik: 4,1 Prozentpunkte) und auf Fachkräfte (Handel: 3,7 Prozentpunkte; Gesundheitswesen: 5,1 Prozentpunkte; Verkehr und Logistik: 10,1 Prozentpunkte) (s. Abbildung 3-2). Letztere verzeichneten im Maschinenbau, der Fahrzeugbauindustrie sowie in der Chemischen und Pharmaindustrie ebenfalls ein deutliches Plus. In diesen Branchen stieg aber auch die Beschäftigung von Spezialisten und Experten relativ deutlich. Der Beschäftigungsaufbau in der Informations- und Kommunikationswirtschaft (11,8 Prozentpunkte) sowie im Bereich der Wissensintensiven Dienstleistungen (9,2 Prozentpunkte) vollzog sich vorrangig im Spezialisten- und Expertensegment. Im Finanz- und Versicherungssektor konnten im Kontrast zum Branchentrend die hochqualifizierten Experten zwischen 2014 und 2018 ein leichtes Beschäftigungsplus verzeichnen.

Offen ist, ob die Beschäftigungstrends in den unterschiedlichen Qualifikationsgruppen ausschließlich von Arbeitsnachfrageeffekten getrieben werden, die im Zuge der digitalen Transformation entstehen. Denkbar ist ebenfalls, dass das Beschäftigungswachstum bei einem Anforderungsniveau in einer Branche auch unterhalb seines Wachstumspotenzial verblieben ist, weil die gesuchten Fachkräfte nicht in erforderlicher Anzahl vorhanden waren. Auf diesen Aspekt

machte Stettes (2018) mit Blick auf Veränderungen in Berufsgruppen bereits aufmerksam und er wird auch im folgenden Abschnitt wieder aufgegriffen. Ferner ist noch einmal auf die Befunde von Warning und Weber (2018) auf Basis der IAB-Stellenerhebung und Analysen auf Basis des IW-Personalpanels (s. Abschnitt 2.3) hinzuweisen, dass in Unternehmen, die in den Digitalisierungsprozess eingetreten sind, die Suche nach Arbeitskräften relativ häufig erfolglos abgebrochen wird, oder die Besetzung mittlere oder große Schwierigkeiten bereitet.

### Abbildung 3-2: Beschäftigungswachstum nach Anforderungsniveau

Wachstumsrate der Beschäftigung zwischen 31.03.2014 und 31.03.2018 in Prozentpunkten – nach Branchen



Die Summe der Wachstumsraten stimmt nicht mit der Wachstumsrate in Tabelle 2-1 überein. Dies ist auf unterschiedliche Zahlen in den Datenquellen zurückzuführen.

Quellen: BA, 2014a; 2017a; 2018a; eigene Berechnungen

Die empirischen Befunde auf Branchenebene bleiben diffus. Sie legen nahe, dass der digitale Wandel in den verschiedenen Branchen unterschiedliche Merkmale aufweist, unterschiedliche Auswirkungen nach sich zieht und sich in unterschiedlichen Geschwindigkeiten vollzieht. Beispielsweise weisen sowohl der Handel, das Gesundheitswesen und die Logistik als auch die Informationswirtschaft, die Wissensintensiven Dienstleister und der Finanz- und Versicherungssektor einen relativ hohen Nutzungsgrad mobiler Geräte, des Internets am Arbeitsplatz und digitaler Dienste auf (BMW, 2018, 16 ff.), die Beschäftigungsentwicklung, insbesondere mit Blick auf die Qualifikationsstruktur, verlief allerdings uneinheitlich. Systematische Trends für die Wirtschaft insgesamt lassen sich derzeit auch bei einer Analyse von Branchenentwicklungen nicht ableiten.

## 4 Die Berufsebene

In den vorausgegangenen Analysen des IW zu den Beschäftigungseffekten wurde bereits die Debatte aufgegriffen, ob der technische Fortschritt den Menschen als Produktionsfaktor überflüssig macht und in Form von Algorithmen, Softwareprozeduren und Robotern ersetzt. Dabei wurde auf den Kontrast zwischen den Szenarien, die auf Basis von Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten gebildet werden (z. B. Frey/Osborne, 2013; Bowles, 2014; ING-DiBa, 2015; Dengler/Matthes, 2015; Bonin et al., 2015; Arntz et al., 2016), und der derzeit beobachtbaren empirischen Evidenz hingewiesen (z. B. Dauth et al., 2017; Stettes, 2016 und 2018). Ob Automatisierung und Standardisierung auch zu einem technologiebedingten Abbau von Arbeitsplätzen in der Zukunft führen kann, bleibt derzeit noch eine offene Frage, woraus sich der Auftrag ergibt, die Entwicklung der Beschäftigung in Abhängigkeit von potenziellen Substituierbarkeitsrisiken im Auge zu behalten.

Im Folgenden werden erneut als Ausgangspunkt der Analyse die Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten aufgegriffen, die Dengler und Matthes (2015) für die einzelnen Anforderungsniveaus in insgesamt 36 Berufshauptgruppen (Zweisteller der KldB 2010 ohne den Berufsbereich 0 - Militär) ermittelt haben. Vereinfacht gesprochen stellen sie den gewichteten Anteil von Routine-tätigkeiten dar, von denen vermutet wird, dass sie bereits heute durch Algorithmen oder Roboter technisch übernommen werden könnten. Mittlerweile wurden diese Substituierbarkeitsrisiken angepasst. Dengler und Matthes (2018) gehen in einer aktuelleren Analysen von höheren Substituierbarkeitsrisiken aus, weisen diese aber nicht explizit für die unterschiedlichen Anforderungsniveaus in den Berufshauptgruppen aus (Dengler/Matthes, 2018). Vor diesem Hintergrund müssten sich eigentlich beschäftigungsfeindliche Effekte der Digitalisierung bei der Verwendung der ursprünglichen Risikorate in der hier vorliegenden Analyse noch einmal deutlicher herauschälen. Der Untersuchungszeitraum kann im Vergleich zur Vorgängeranalyse von Stettes (2018) um ein zusätzliches Jahr vom 31. März 2014 bis 31. März 2018 verlängert werden.

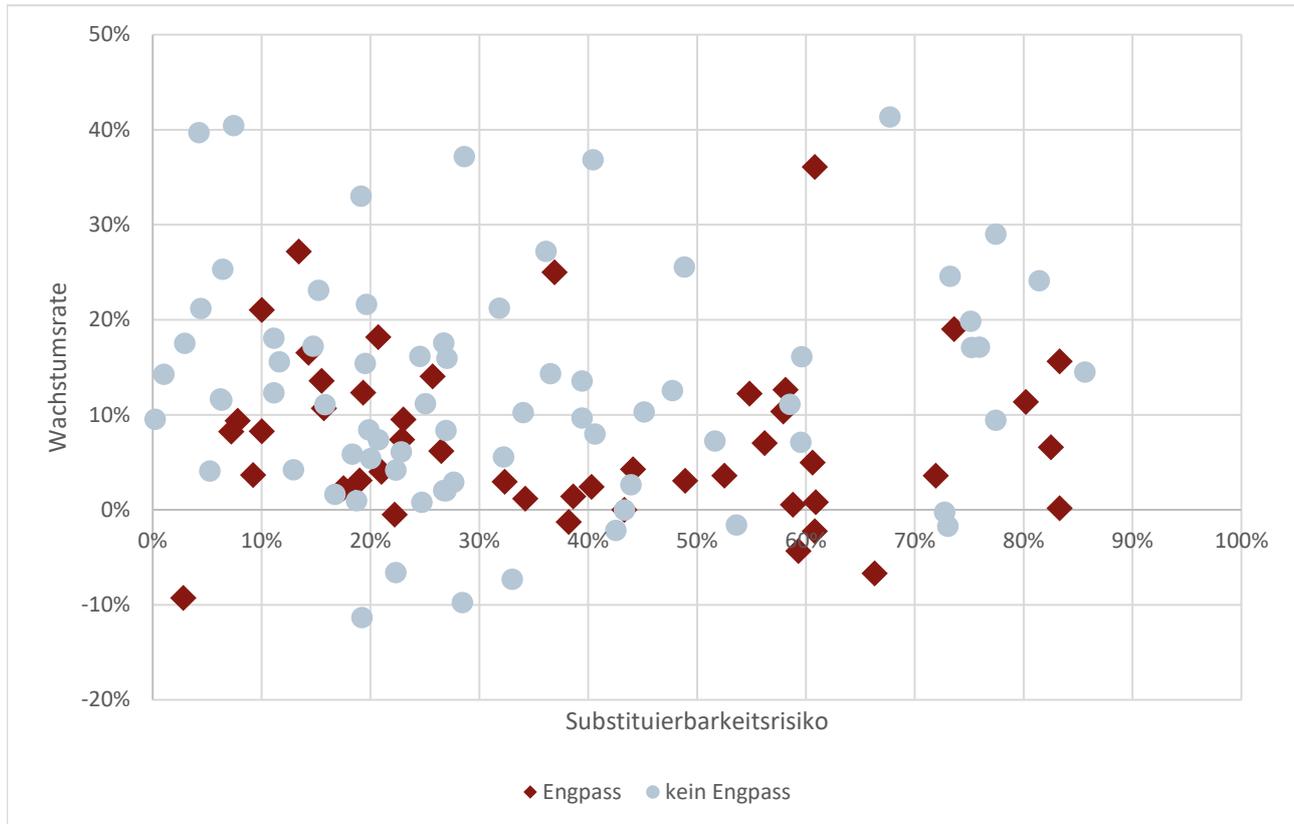
Bei einer bivariaten Betrachtung von Substituierbarkeitswahrscheinlichkeit und Wachstum findet sich analog zu den Vorgängeranalysen eine negative Korrelation (s. Tabelle A-6-9).<sup>3</sup> Gleichwohl gilt weiterhin die Einschränkung, dass der aggregierte Beschäftigungstrend auf allen Anforderungsniveaus positiv ist (s. Tabelle A-6-10). Das gilt insbesondere im Helferbereich und dort selbst in den Berufshauptgruppen, in denen eine Helfertätigkeit als Hochrisikogruppe eingestuft wird. Abbildung 4-1 und Tabelle A-6-10 im Anhang zeigen, dass ein negatives Beschäftigungswachstum in 14 Tätigkeitsbereichen zu beobachten ist, die zudem mehr oder weniger gleichmäßig verteilt über die gesamte Substituierbarkeitsrisikoskala zwischen den Werten 0,14 und 0,80 angesiedelt sind. Im Helferbereich ist in keinem Tätigkeitsbereich ein Rückgang zu beobachten gewesen. Die Automatisierungshypothese spiegelt sich daher allenfalls als verhaltendere Beschäftigungsentwicklung wider.

---

<sup>3</sup> Der standardisierte beta-Koeffizient ist -0,282 und signifikant.

### Abbildung 4-1: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko

31. März 2014 bis 31. März 2018



Jeder Punkt/jede Raute entspricht einer Berufshauptgruppen-Anforderungsniveauekombination der KldB2010. Rote Rauten: Engpassberufe. Graue Kreise: keine Engpassberufe.

Quellen: BA, 2014b; 2018b; Dengler/Matthes, 2015; eigene Berechnungen

In einer Reihe von Berufshauptgruppen fällt ferner auf, dass die Anzahl der Beschäftigten in Helfertätigkeiten mit einer hohen Rate gestiegen ist, während im Fachkräftesegment ein deutlich geringeres Wachstum, in manchen Fällen auch ein negatives Wachstum verzeichnet worden ist (s. Tabelle A-6-9). Von dieser Dichotomie waren auch solche Berufshauptgruppen betroffen, in denen die beiden Anforderungsniveaus Helfer und Fachkräfte gleichermaßen zu den Hochrisikogruppen zählen wie zum Beispiel die Berufshauptgruppen 21 (Rohstoffgewinnung, Glas- und Keramikverarbeitung), 22 (Kunststoff- und Holzherstellung, Holzverarbeitung), 23 (Papier-, Druckberufe, technische Mediengestaltung) und 24 (Metallerzeugung,-bearbeitung, Metallbau). Vor dem Hintergrund eines arbeitsplatzsparenden technischen Fortschritts überrascht der Befund, dass Helfertätigkeiten trotz eines gleichen oder sogar höheren Automatisierungsrisikos weniger von beschäftigungsfeindlichen Effekten der Digitalisierung betroffen sein sollten als Fachkräftetätigkeiten. Dies könnte mit der Polarisierungshypothese vereinbar sein, derzufolge besonders Beschäftigte mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung negativ vom Digitalisierungsprozess betroffen wären. Denkbar ist aber auch, dass die zurückhaltendere Beschäftigungsentwicklung insbesondere im Fachkräftesegment weniger auf einen vom technologischen Fortschritt getriebenen Nachfrageeffekt zurückzuführen ist, als vielmehr auf ein begrenztes Angebot.

Um dieser Frage nachzugehen wird auf das Konzept der Engpassanalyse zurückgegriffen (vgl. hierzu ausführlich Burstedde et al., 2017, 7 ff.). Berufe, in denen das Verhältnis von der Anzahl der Arbeitslosen zu der Anzahl der gemeldeten Stellen den Wert 2 unterschreitet, gelten als Engpassberufe. In diesem Kontext muss aber eine zusätzliche Annahme getroffen werden, da die Substituierbarkeitsrisiken nur auf Ebene der Berufshauptgruppen für diese Analyse vorliegen. Die Kompetenzen und Qualifikationen, die die Beschäftigten auf einem bestimmten Anforderungsniveau benötigen und besitzen, können innerhalb einer Berufshauptgruppe übertragen werden. Dagegen ist ein Transfer zwischen den Berufshauptgruppen nicht möglich. Auch wenn diese Vereinfachung voraussichtlich nicht in allen Fällen die Ähnlichkeit von beruflichen Tätigkeiten in den unterschiedlichen Berufshauptgruppen widerspiegelt, erlaubt sie den Blick auf potenzielle Angebotseffekte.

Die Engpassberufshauptgruppen sind in Abbildung 4-1 als rote Punkte ausgewiesen. Sie stellen sechs der 14 Berufshauptgruppen mit Negativwachstum und 29 der 53 unterdurchschnittlich gewachsenen Berufshauptgruppen (ohne Negativwachstum).<sup>4</sup> Ferner sind in der Hälfte der sogenannten Hochrisikogruppen (mit einem Substituierbarkeitsrisiko von mindestens 70 Prozent) Fachkräfteengpässe zu beobachten. Integriert man eine Dummy-Variable für einen Engpassbereich oder alternativ die Relation der Anzahl der Arbeitslosen zu den gemeldeten Stellen in die einfache Regression, bleibt die negative Korrelation zwischen Substituierbarkeitsrisiko und Wachstumsrate erhalten. Allerdings zeigt die Korrelationsanalyse, dass die Beschäftigungsentwicklung im Zuge der Digitalisierung von gleichstarken Angebotseffekten überlagert wird (s. Tabelle A-6-9). So ist denkbar, dass in den oben aufgeführten Berufssegmenten aufgrund von Engpässen bei den Fachkräften die Unternehmen auf Helfer ausweichen. Allerdings muss diese Hypothese offenbleiben. Hierfür erforderliche Informationen auf Unternehmensebene liegen nicht vor.

Schließlich ist bei der hier vorgenommenen Analyse auf Ebene der Berufshauptgruppen zu beachten, dass branchenspezifische Entwicklungen ebenso unberücksichtigt bleiben wie Entwicklungen auf der Ebene einzelner Unternehmen. Für die Gültigkeit der Substituierungshypothese spielt es eine zentrale Rolle, wo der Abbau von Arbeitsplätzen einer bestimmten Berufsgruppe erfolgt. Gehen beispielsweise vorwiegend Beschäftigungsverhältnisse in Unternehmen verloren, die auf die Einführung einer digitalen Technologie verzichten, ist der Beschäftigungseffekt dann unter Umständen kein Automatisierungs-, sondern ein Wettbewerbseffekt. Da bislang das Bild auf der Unternehmensebene diffus ist, sollte man mit Prognosen zurückhaltend sein. Dabei kommt noch hinzu, dass expansive Effekte auf der Nachfrageseite der Produkte und Dienstleistungen die Arbeitsnachfrage nach bestimmten Beschäftigtengruppen trotz Automatisierung stimulieren können (vgl. Bonin et al., 2015; Arntz et al., 2016). Gregory et al. (2019) zeigen in ihrer empirischen Analyse für den Zeitraum 1999 bis 2010, dass dieser kompensierende positive Arbeitsnachfrageeffekt betragsmäßig sich in einer ähnlichen Größenordnung bewegt wie der un-

---

<sup>4</sup> Unter den 77 Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen mit überdurchschnittlichem Beschäftigtenwachstum sind es insgesamt nur 15 Tätigkeitsbereiche. Das Bild verändert sich auch nicht grundlegend, wenn man stattdessen für jedes Anforderungsniveau jeweils die dazugehörige durchschnittliche Wachstumsrate als Schwellenwert für sich unterdurchschnittlich entwickelnde Berufshauptgruppen berücksichtigt. Dann 4 von 14 Helfer-, 10 von 19 Fachkräfte-, 12 von 22 Spezialisten- und 7 von 21 Expertenbereichen zu den Engpassfeldern.

mittelbare negative Substitutionseffekt. Sie weisen aber darauf hin, dass der aggregierte Beschäftigungseffekt umso positiver ausfällt, je stärker die Arbeitsnachfrage in anderen nicht betroffenen Sektoren durch Einkommenseffekte stimuliert wird.

## 5 Schlussbemerkungen

Die Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Entwicklung der Beschäftigung bleiben weiterhin diffus. Auf Unternehmensebene sind zur Zeit keine systematischen Effekte zu beobachten, die allgemeine Aussagen erlauben. Die Entwicklung in ausgesuchten Branchen verläuft bislang ebenfalls so uneinheitlich, dass sich keine allgemeingültigen Ableitungen machen lassen. Beim Blick auf den Beschäftigungstrend in den verschiedenen Berufshauptgruppen sind potenzielle Automatisierungseffekte zwar im Auge zu behalten, allerdings verläuft erstens die Beschäftigungsentwicklung nur in wenigen Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen negativ. Zweitens werden potenzielle Automatisierungseffekte durch Arbeitsangebotseffekte überlagert. Derzeit muss schließlich auch offenbleiben, ob die unterschiedlichen Digitalisierungstechnologien am Ende nicht unterschiedliche Beschäftigungseffekte hervorrufen. Zudem konnten beispielsweise auch die Themen künstliche Intelligenz oder Maschinenlernen noch gar nicht in der Analyse berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund bleibt abzuwarten, ob sich in der Zukunft systematische Entwicklungslinien auf dem Arbeitsmarkt herausbilden werden.

Damit bleibt die Frage offen, mit welchen Maßnahmen die Politik den digitalen Wandel unterstützen kann, damit dieser beschäftigungsfreundlich bzw. ohne große Verwerfungen am Arbeitsmarkt verläuft. In diesem Zusammenhang wird häufig eine Ausweitung des Engagements der Arbeitsagenturen bei der Qualifizierung auch solcher Arbeitskräfte ins Spiel gebracht, die zwar möglicherweise irgendwann einmal negativ vom digitalen Wandel betroffen sein könnten, deren Arbeitsplätze derzeit aber weder mittelbar noch unmittelbar bedroht sind. Solange allerdings kein solides empirisches Bild über die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung vorliegt, bleibt der Ansatz problematisch. Erstens kann er dort zu Mitnahmeeffekten führen, wo Beschäftigte und Arbeitgeber Qualifizierungsmaßnahmen auf Basis eines eigenen Kosten-/Nutzenkalküls auch ohne eine öffentliche Subventionierung durchführen würden. Zweitens droht eine Fehllenkung der Mittel aus der Arbeitslosenversicherung dort, wo sich die vermeintlich prophylaktischen Qualifizierungsmaßnahmen im Nachhinein als wirkungslos für die Sicherung der individuellen Beschäftigungsfähigkeit erweisen. Auch wenn die günstige Haushaltslage der Arbeitslosenversicherung dazu verführt, mit der Gießkanne Qualifizierungsmaßnahmen zu fördern, würde eine Absenkung des Arbeitslosenversicherungsbeitrags für Arbeitnehmer und Arbeitgeber der ökonomischen Funktion einer verbindlichen staatlichen Arbeitslosenversicherung gerechter werden.

## 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, OECD Publishing, Paris

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2014a, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 Deutschland, Stichtag 31. März 2014, Nürnberg

BA, 2014b, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der KldB 2010 Deutschland, Stichtag 31. März 2014, Nürnberg

BA, 2017a, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 Deutschland, Stichtag 31. März 2017, Nürnberg

BA, 2018a, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 Deutschland, Stichtag 31. März 2018, Nürnberg

BA, 2018b, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der KldB 2010 Deutschland, Stichtag 31. März 2018, Nürnberg

BA, 2018c, Arbeitsmarkt nach Berufen – Arbeitsmarktdaten nach Zielberufen: Arbeitslose, Arbeitsuchende und gemeldete Arbeitsstellen, Berichtsmonat März 2018, Nürnberg

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015, Berlin

BMWi, 2017, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017, Berlin

BMWi, 2018, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018, Berlin

Bonin, Holger / Gregory, Terry / Zierahn, Ulrich, 2015, "Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland", Kurzexpertise des Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Nr. 57, im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, Mannheim

Bowles, Jeremy, 2014, Chart of the Week: 54% of EU jobs at risk of computerization, <http://bruegel.org/2014/07/chart-of-the-week-54-of-eu-jobs-at-risk-of-computerisation/>

Burstedde, Alexander / Malin, Lydia / Risius, Paula, 2017, Fachkräfteengpässe in Unternehmen – Reaktionen auf den Fachkräftemangel, KOFA-Studie, Nr. 4, Köln

Dauth, Wolfgang / Findeisen, Sebastian / Suedekum, Jens / Woessner, Nicole, 2017, German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers, Centre for Economic Policy Research Discussion Paper 12306, London

Dengler, Katharina / Matthes, Britta, 2015, Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt – Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland, IAB-Forschungsbericht, Nr. 11, Nürnberg

Dengler, Katharina / Matthes, Britta, 2018, Weniger Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt, IAB-Kurzbericht, Nr. 4, Nürnberg

Frey, Carl B. / Osborne, Michael A., 2013, The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?, University of Oxford

Gregory, Terry / Salomons, Anna / Zierahn, Ulrich, 2019, Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe, IZA Discussion Paper No. 12063, Bonn

Hammermann, Andrea / Stettes, Oliver, 2015, Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – Erste Eindrücke aus dem IW-Personalpanel, in: IW-Trends, 42. Jg., Nr. 3, S. 77–94

ING-DiBa, 2015, Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, Economic Research, April, <https://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf> [22.7.2016]

IW – Institut der deutschen Wirtschaft Köln, 2016, Wohlstand in der digitalen Welt – Erster IW-Strukturbericht, IW-Studien, Köln

IW-Personalpanel 2014 – Welle 11, Köln

IW-Personalpanel 2015 – Welle 14, Köln

IW-Personalpanel 2017 – Welle 16, Köln

IW-Personalpanel 2018 – Welle 20, Köln

Lehmer, Florian / Matthes, Britta, 2017, Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigungsentwicklung in Deutschland, IAB-Aktuelle Berichte, Nr. 5, Nürnberg

Stettes, Oliver, 2016, Arbeitswelt der Zukunft – Wie die Digitalisierung den Arbeitsmarkt verändert, IW-Analysen, Nr. 108, Köln

Stettes, Oliver, 2018, Keine Angst vor Robotern - Beschäftigungseffekte der Digitalisierung - eine Aktualisierung frühere IW-Befunde, IW-Report 11/2018, Köln

Warning, Anja / Weber, Enzo, 2017, Digitalisierung verändert die betriebliche Personalpolitik, IAB-Kurzberichte, Nr. 12, Nürnberg

Warning, Anja / Weber, Enzo, 2018, Digitalisation, hiring and personnel policy: evidence from a representative business survey, IAB-Discussion Paper 10/2018, Nürnberg

## 6 Anhang

### 6.1 Das IW-Personalpanel

Das IW-Personalpanel ist als repräsentative Mehrthemenbefragung zu arbeitsmarkt- und personalpolitischen Fragestellungen konzipiert. Als regelmäßige Befragung werden im Rahmen einer Welle zwischen 1.000 und 1.500 Unternehmen befragt. Das IW-Personalpanel ist eine Querschnitterhebung.

Zielgruppe des IW-Personalpanels sind Unternehmen aller Branchen, die Personal beschäftigen. Die Stichprobenziehung und Schichtung erfolgen für vier Branchenhauptgruppen (Metall- und Elektro-Industrie, Sonstige Industrie inkl. Baugewerbe, Unternehmensnahe Dienstleistungsbranchen sowie gesellschaftsnahe Dienstleistungsbranchen) und sind hinsichtlich der Mitarbeiterzahl nach drei Gruppen (für die Größenklassen 5 bis 49 (bzw. 1 bis 49), 50 bis 249, 250 und mehr) differenziert. Die Stichprobe wird im Rahmen des IW-Personalpanels offline rekrutiert und gezielt qualifiziert. Nach der Stichprobenziehung werden die Unternehmen zunächst telefonisch kontaktiert, um die relevanten Ansprechpartner (z. B. ein HR-Manager, der Personalleiter oder ein Mitglied der Geschäftsführung) und ihre E-Mail-Adressen zu ermitteln. Die eigentliche Befragung wird online durchgeführt.

Bei den Ergebnissen ist zu beachten, dass sich die IW-Personalpanel-Wellen 14 (2015) und 20 (2018) auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab fünf Beschäftigten beziehen, während die IW-Personalpanel-Wellen 11 (2014) und 16 (2017) sich auf Unternehmen ab einem Mitarbeiter beziehen.

## 6.2 Tabellenanhang

### Tabelle A-6-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad

Anteil der Unternehmen in Prozent

	Beschäftigungs- plus	Konstante Beschäftigung	Beschäftigungs- minus
<b>2015-2017</b>			
Unternehmen 4.0	62,3	20,3	17,4
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	48,4	38,2	13,4
Unternehmen 3.0	44,1	31,8	24,1
<b>2014-2016</b>			
Unternehmen 4.0	50,4	27,2	22,4
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	47,4	27,9	24,8
Unternehmen 3.0	39,7	33,6	26,8
<b>2012-2014</b>			
Unternehmen 4.0	65,0	17,4	17,7
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	59,9	18,6	21,5
Unternehmen 3.0	52,8	22,6	24,6
<b>2011-2013</b>			
Unternehmen 4.0	50,5	22,5	27,0
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	49,6	27,1	23,4
Unternehmen 3.0	46,0	34,0	20,1

Rundungsfehler.

Quellen: IW-Personalpanel 2014; 2015; 2017; 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-2: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsgrad**

Durchschnittliche marginale Effekte (AME), odds ratios. Robuste Standardfehler in Klammern

Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0)	logit (abhängige Variable): Beschäftigungsplus zwischen Jahresende 2015 und Jahresende 2017 (1 = ja)		ologit (abhängige Variable): Beschäftigungsentwicklung zwischen 2015 und 2017 (0 = negativ, 1 = konstant, 2 = positiv)					
	Kontrolle (I)	Kontrolle (I) und (II)	Kontrolle (I)			Kontrolle (I) und (II)		
	AMEs	AMEs	Coef.	Odds ratio	AMEs	Coef.	Odds ratio	AMEs
Unternehmen 4.0	0,1078 (0,0542)	0,0611 (0,0557)	0,4282 (0,02630)	1,5345	-0,0531 (0,0322)	0,0302 (0,2842)	1,3541	-0,0349 (0,0323)
					-0,0319 (0,0209)			-0,0233 (0,0224)
					0,0850 (0,0524)			0,0582 (0,0544)
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	-0,0261 (0,0531)	-0,0807 (0,0547)	0,0166 (0,2301)	1,0167	-0,0023 (0,03159)	-0,2070 (0,2590)	0,8130	0,02696 (0,0335)
					-0,0010 (0,0142)			0,0130 (0,0166)
					0,0033 (0,0458)			-0,0400 (0,0500)
Anzahl	1.053	932	1.053			932		
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,2001	0,2318	0,1291			0,1454		

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&amp;E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Ertragslage, Stellenbesetzungsprobleme.

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflcht, auf c) Internetarbeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Zusätzlicher Robustheitscheck bei logit-Regression ohne Anteil der Beschäftigten auf Internetarbeitsplätzen, da Letztere stark mit Digitalisierungsgrad korreliert: marginaler Effekt bei Unternehmen 4.0 ist auf dem 10-Prozent-Fehlerniveau (schwach) signifikant. Keine Änderung bei ologit.

Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-3: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsstrategien**

Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

Digitalisierungstechnologie (Ref. kein Einsatz)		Logit (abhängige Variable): Beschäftigungsplus zwischen Jahresende 2015 und Jahresende 2017 (1 = ja)	
		Kontrolle (I)	Kontrolle (I) und (II)
Virtual Augmented Reality	Ja, weniger als 2 Jahre	0,1663 (0,1091)	0,1933 (0,0906)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0880 (0,1477)	-0,0383 (0,1354)
	N	1.002	890
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1833	0,2183
Vernetzung von Maschinen und Anlagen über das Internet	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0022 (0,0914)	0,0155 (0,1015)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0086 (0,0801)	0,0196 (0,0800)
	N	970	859
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1834	0,2190
Internet der Dinge	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0814 (0,1040)	0,0586 (0,1225)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0619 (0,1102)	-0,1025 (0,1219)
	N	929	831
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,01803	0,2164
Additive Fertigungsverfahren	Ja, weniger als 2 Jahre	0,3504 (0,0568)	0,3924 (0,0526)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,1580 (0,1031)	0,0853 (0,1004)
	N	978	875
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1923	0,2319
Big Data Analysen	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,1207 (0,1096)	-0,2062 (0,1067) <sup>1</sup>
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0212 (0,0850)	-0,0113 (0,0882)
	N	899	799
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1829	0,2176
Digitale Dienstleistungen	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0095 (0,0609)	0,0137 (0,0617)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,1043 (0,0525)	0,0717 (0,0547)
	N	922	883
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1953	0,2264
Digitaler Datenaustausch	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0503 (0,0705)	-0,0227 (0,0823)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0002 (0,0511)	-0,0503 (0,0494)
	N	1.019	916
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1923	0,2278
Digitale Vertriebswege	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0004 (0,0685)	-0,0047 (0,0784)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0606 (0,0476)	0,0200 (0,0494)
	N	1.027	912
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1889	0,2172

Robuste Standardfehler in Klammern.

1 nicht robust.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Ertragslage, Stellenbesetzungsprobleme.

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflcht, auf c) Internetabeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Robustheitschecks: Ordinale logistische Regressionen mit Beschäftigungsentwicklung 2015-2017 als abhängiger Variable (Ausprägungen: 0 = kleinere Belegschaft, 1 = konstante Belegschaftsgröße, 2 = größere Belegschaft). Zusätzlich Verwendung der Anzahl der seit mindestens 2 Jahren und der Anzahl der gegenwärtig eingesetzten Digitalisierungstechnologien als Kovariate.

Quelle: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

### Tabelle A-6-4: Anteil qualifizierter Beschäftigter und Digitalisierungsgrad

Fractional logit Modelle. Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0)	Un- und Angelernte	Beschäftigte		
		mit abgeschlossener Berufsausbildung	mit abgeschlossener beruflicher Fortbildung	mit abgeschlossener Hochschulausbildung
Unternehmen 4.0	-0,0439 (0,0202)	-0,0237 (0,0317)	-0,0045 (0,0206)	0,0773 (0,0255)
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	-0,0497 (0,0203)	-0,0335 (0,0337)	0,0436 (0,0241)	0,0453 (0,0279)
Anzahl	934	934	934	934
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1293	0,0252	0,0407	0,1094

Robuste Standardfehler in Klammern.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Gewinnlage, Stellenbesetzungsprobleme

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflcht, auf c) Internetabeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

Quelle: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-5: Digitalisierungstechnologie und Qualifikationsstruktur**

Fractional logit Modelle. Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

		Un- und Ange- lernte	Fachkräfte mit abgeschlosse- ner Berufsaus- bildung	Fachkräfte mit abgeschlosse- ner berufl. Fort- bildung	Fachkräfte mit abgeschlosse- ner Hochschul- ausbildung
Virtual / Aug- mented Reality (N = 892)	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0416 (0,0275)	-0,0391 (0,0649)	0,0752 (0,0528)	-0,0086 (0,0352)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0476 (0,0274)	-0,2559 (0,0545)	0,0965 (0,0570)	0,1665 (0,0612)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1200	0,0372	0,0436	0,1266
Vernetzung von Maschinen und Anlagen über das Internet (N = 863)	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0016 (0,0242)	0,0365 (0,0542)	0,0650 (0,0389)	-0,0971 (0,0282)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0314 (0,0202)	0,0429 (0,0487)	0,0306 (0,0383)	-0,0506 (0,0300)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1223	0,0295	0,0413	0,1247
Internet der Dinge (N = 832)	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0748 (0,0191)	-0,0413 (0,0740)	0,1473 (0,0704)	-0,0577 (0,0283)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0189 (0,0307)	-0,0899 (0,0653)	0,0419 (0,0467)	0,0075 (0,0433)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1234	0,0293	0,0432	0,1178
Additive Ferti- gungsverfahren (N = 877)	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0407 (0,0384)	-0,0774 (0,0729)	0,1157 (0,0529)	-0,0712 (0,0291)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0403 (0,0216)	-0,0850 (0,6400)	0,0645 (0,0541)	-0,0095 (0,0516)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1198	0,0291	0,0435	0,1189
Big Data Analysen (N = 803)	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0020 (0,0379)	-0,0333 (0,0708)	0,1048 (0,0731)	-0,0720 (0,0298)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0633 (0,0165)	-0,0160 (0,0433)	-0,0165 (0,0228)	0,0547 (0,0421)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1247	0,0261	0,0436	0,1151
Digitale Dienst- leistungen (N = 886)	Ja, weniger als 2 Jahre	0,0033 (0,0206)	0,0310 (0,0368)	-0,0106 (0,0235)	-0,0121 (0,0271)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0013 (0,0177)	-0,0714 (0,0321)	-0,0116 (0,0192)	0,0746 (0,0286)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1249	0,0295	0,0372	0,1138
Digitaler Daten- austausch (N = 906)	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0098 (0,0238)	0,0357 (0,0384)	0,0101 (0,0199)	0,0029 (0,0329)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0354 (0,0178)	0,0363 (0,0301)	0,0506 (0,0176)	0,0402 (0,0226)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1253	0,0278	0,0426	0,1047
Digitale Vertriebs- wege (N = 915)	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0221 (0,0230)	0,0501 (0,0507)	0,0105 (0,0373)	-0,0487 (0,0324)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0098 (0,0165)	0,0276 (0,0279)	0,0030 (0,0183)	-0,0289 (0,0243)
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1226	0,0257	0,0372	0,1056

Robuste Standardfehler in Klammern.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&amp;E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Gewinnlage, Stellenbesetzungsprobleme

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflcht, auf c) Internetarbeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Quelle: : IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-6: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungsgrad**

Logistische Regression. Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0)	Logit (abhängige Variable) mittlere oder große Stellenbesetzungsprobleme (1 = ja)	
	ohne Beschäftigtenentwicklung 2015 bis 2017	mit Beschäftigtenentwicklung 2015 bis 2017
Unternehmen 4.0	0,0819 (0,0611)	0,0822 (0,0600)
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	0,0894 (0,0620) <sup>1</sup>	0,0978 (0,0611) <sup>1</sup>
Beschäftigungsaufbau zwischen 2015 und 2017		0,1384 (0,0530)
Anzahl	881	872
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1137	0,1322

Robuste Standardfehler in Klammern.

1 In verschiedenen anderen Modellspezifikation ist Korrelation signifikant, i.e. Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad berichten eher über Stellenbesetzungsprobleme. Zusammenhang ist allerdings nicht robust.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Ertragslage.

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflcht, auf c) Internetarbeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Robustheitscheck: Ordinale logistische Regression mit Stellenbesetzungsschwierigkeiten in 2018 als abhängiger Variable (Ausprägungen: 0 = große, 1=mittlere, 2= geringe, 3=keine).

Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-7: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungstechnologien**

Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

Digitalisierungstechnologie (Ref. kein Einsatz)		Logit (abhängige Variable): mittlere oder große Stellenbesetzungsprobleme (1 = ja)
Virtual Augmented Reality	Ja, weniger als 2 Jahre	0,1122 (0,0952) <sup>1</sup>
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,1968 (0,1183) <sup>1</sup>
	N	832
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1279
Vernetzung von Maschinen und Anlagen über das Internet	Ja, weniger als 2 Jahre	0,1267 (0,0868)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,0947 (0,0702)
	N	802
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1253
Internet der Dinge	Ja, weniger als 2 Jahre	0,2104 (0,0536)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0880 (0,1134)
	N	776
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1324
Additive Fertigungsverfahren	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,1147 (0,1319)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0786 (0,1173)
	N	818
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1218
Big Data Analysen	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,2098 (0,1143) <sup>1</sup>
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,1278 (0,0691)
	N	748
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1414
Digitale Dienstleistungen	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,1244 (0,0700)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0323 (0,0557)
	N	825
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,01350
Digitaler Datenaustausch	Ja, weniger als 2 Jahre	0,1120 (0,0788) <sup>1</sup>
	Ja, seit 2 Jahren und länger	0,1176 (0,0578) <sup>1</sup>
	N	843
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1405
Digitale Vertriebswege	Ja, weniger als 2 Jahre	-0,0594 (0,0884)
	Ja, seit 2 Jahren und länger	-0,0666 (0,0499)
	N	853
	Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1293

Robuste Standardfehler in Klammern.

1 nicht robust.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Ertragslage, positive Mitarbeiterentwicklung zwischen 2015 und 2017.

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflicht, auf c) Interneta Arbeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Robustheitscheck: Ordinale logistische Regression mit Stellenbesetzungsschwierigkeiten in 2018 als abhängiger Variable (Ausprägungen: 0 = große, 1 = mittlere, 2 = geringe, 3 = keine).

Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

## Tabelle A-6-8: Geplanter Beschäftigungsaufbau und Digitalisierungsgrad

Durchschnittliche marginale Effekte (AME)

Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0)	Beschäftigungsaufbau in 2018	
	ohne Beschäftigtenentwicklung 2015 bis 2017	mit Beschäftigtenentwicklung 2015 bis 2017
Unternehmen 4.0	0,0384 (0,0516)	0,0420 (0,0495)
Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad	0,0007 (0,0527)	0,0131 (0,0531)
Beschäftigungsaufbau zwischen 2015 und 2017		0,1442 (0,0436)
Anzahl	938	928
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,1988	0,2125

Robuste Standardfehler in Klammern.

Kontrollvariablen:

(I) Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Ertragslage, Stellenbesetzungsprobleme.

(II) Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Anteile der Beschäftigten mit a) flexiblem Arbeitszeitmodell, b) Präsenzpflicht, auf c) Interneta Arbeitsplätze, mit d) befristeten Arbeitsverträgen, in e) Teilzeit, Unternehmen nutzt Zeitarbeit.

Robustheitschecks: Ordinale logistische Regressionen mit geplanter Beschäftigungsentwicklung in 2018 als abhängiger Variable (Ausprägungen: 1 = deutlich weniger als 2018, 2 = etwas weniger als 2018, 3 = ungefähr so viel wie 2018, 4 = etwas mehr als 2018, 5 = deutlich mehr als 2018).

Quellen: IW-Personalpanel 2018; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-9: Beschäftigungswachstum nach Berufssegmenten**

Substituierbarkeitsrisiko, Beschäftigungswachstum und Relation Arbeitslose zu offenen Stellen

Berufshauptgruppe	Anforderungs- niveau	Substituierbar- keitspotenzial	31.03.2014 bis 31.03.2018	Relation Arbeitslose zu offenen Stellen
11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe	Helfer	0,433	0,1026	19,3653
	Fachkraft	0,34	0,0294	2,4849
	Spezialist	0,276	0,0612	4,7989
	Experte	0,228	-0,0214	4,1355
12 Gartenbauberufe, Floristik	Helfer	0,425	0,2721	26,1042
	Fachkraft	0,361	0,0296	1,8311
	Spezialist	0,323	0,0167	2,0387
	Experte	0,167	0,1901	1,5110
21 Rohstoffgewinnung und -aufbereitung, Glas- und Keramikherstellung und -verarbeitung	Helfer	0,736	0,1137	1,6341
	Fachkraft	0,802	-0,0666	1,9519
	Spezialist	0,663	-0,1131	2,5487
	Experte	0,192	-0,0172	15,0000
22 Kunststoffherstellung und -verarbeitung, Holzbe- und -verarbeitung	Helfer	0,73	0,2460	2,9240
	Fachkraft	0,732	0,0055	0,8004
	Spezialist	0,588	0,0360	1,1540
	Experte	0,525	0,0659	0,9268
23 Papier-, Druckberufe, technische Mediengestaltung	Helfer	0,825	0,1710	6,4768
	Fachkraft	0,752	-0,0729	3,3379
	Spezialist	0,33	0,1756	6,4153
	Experte	0,267	0,2903	8,0313
24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau	Helfer	0,774	0,0946	2,8256
	Fachkraft	0,774	-0,0225	0,5728
	Spezialist	0,608	-0,0126	0,7447
	Experte	0,382	-0,0023	2,2212
25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe	Helfer	0,727	0,4138	5,0548
	Fachkraft	0,677	0,0703	0,9422
	Spezialist	0,562	0,0118	0,9712
	Experte	0,342	0,1036	1,1946
26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe	Helfer	0,579	0,2414	2,7697
	Fachkraft	0,814	0,0361	0,3656
	Spezialist	0,719	0,0497	0,6491
	Experte	0,606	0,0155	0,7075
27 Technische Forschungs-, Entwicklungs-,	Helfer			
	Fachkraft	0,668	0,0726	1,7628
	Spezialist	0,516	0,0969	1,4416

Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe	Experte	0,394	0,1713	2,2256
28 Textil- und Lederberufe	Helfer	0,759	0,1986	7,5499
	Fachkraft	0,751	-0,0156	4,1626
	Spezialist	0,536	0,0267	3,6294
	Experte	0,439	0,0558	12,0612
29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung	Helfer	0,322	0,2557	10,3454
	Fachkraft	0,488	0,0307	1,5190
	Spezialist	0,489	0,0243	1,7968
	Experte	0,403	0,1374	3,2006
31 Bauplanungs-, Architektur- u. Vermessungsberufe	Helfer			
	Fachkraft	0,524	0,0428	1,1087
	Spezialist	0,441	0,0401	0,8331
	Experte	0,21	0,2103	0,9292
32 Hoch- und Tiefbauberufe	Helfer	0,1	0,3973	11,9567
	Fachkraft	0,042	0,0080	2,0118
	Spezialist	0,247	0,0366	0,9288
	Experte	0,092	0,0309	0,5381
33 (Innen-)Ausbauberufe	Helfer	0,19	0,3721	14,4505
	Fachkraft	0,286	0,0206	2,0273
	Spezialist	0,267	0,0270	2,3127
	Experte			
34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe	Helfer	0,444	0,1265	1,9521
	Fachkraft	0,581	0,0713	3,1397
	Spezialist	0,595	0,1222	0,7168
	Experte	0,548	0,0016	0,3466
41 Mathematik-Biologie-Chemie-, Physikberufe	Helfer	0,833	0,1451	2,8066
	Fachkraft	0,856	0,0081	1,2621
	Spezialist	0,609	-0,0657	3,8659
	Experte	0,223	0,0334	7,1611
42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe	Helfer			
	Fachkraft	0,35	0,0838	10,0313
	Spezialist	0,269	0,0739	2,7489
	Experte	0,207	0,2092	4,7324
43 Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe	Helfer			
	Fachkraft	0,275	0,2500	1,3692
	Spezialist	0,369	0,1070	1,6859
	Experte	0,157	0,3611	0,7977

<b>51 Verkehrs- und Logistikberufe (außer Fahrzeugführung)</b>	Helfer	0,608	0,2125	6,5436
	Fachkraft	0,318	0,1405	1,2812
	Spezialist	0,257	0,0420	1,8733
	Experte	0,223	0,1562	2,2591
<b>52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten</b>	Helfer	0,833	0,1357	1,6486
	Fachkraft	0,155	0,1032	2,7453
	Spezialist	0,451	0,0799	4,1355
	Experte	0,406	-0,0973	5,8085
<b>53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe</b>	Helfer	0,284	0,1169	7,0365
	Fachkraft	0,062	0,1541	7,6995
	Spezialist	0,195	0,2719	1,2838
	Experte	0,134	0,1120	2,1235
<b>54 Reinigungsberufe</b>	Helfer	0,25	0,1558	19,0712
	Fachkraft	0,116	0,0590	2,8087
	Spezialist	0,183	0,1587	2,0578
	Experte			
<b>61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,426	0,1110	2,3621
	Spezialist	0,158	0,0618	1,8336
	Experte	0,265	0,1257	4,2826
<b>62 Verkaufsberufe</b>	Helfer	0,477	0,3685	29,8050
	Fachkraft	0,404	0,0543	2,1803
	Spezialist	0,2	-0,0051	1,3978
	Experte	0,222	0,0230	0,7813
<b>63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe</b>	Helfer	0,175	0,3303	6,2421
	Fachkraft	0,191	0,1598	2,3433
	Spezialist	0,27	0,1617	2,9827
	Experte	0,245	0,1612	5,9815
<b>71 Berufe Unternehmensführung, -organisation</b>	Helfer	0,596	0,1111	26,5728
	Fachkraft	0,585	0,0203	4,1329
	Spezialist	0,269	0,2163	3,5058
	Experte	0,196	0,1059	5,0381
<b>72 Berufe in Finanzdienstleistungen, Rechnungswesen und Steuerberatung</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,539	-0,0432	1,2031
	Spezialist	0,593	0,0141	1,6751
	Experte	0,386	0,0934	2,7924
<b>73 Berufe in Recht und Verwaltung</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,379	0,0738	1,5410

	Spezialist	0,229	0,1233	1,0580
	Experte	0,193	0,0845	2,0181
<b>81 Medizinische Gesundheitsberufe</b>	Helfer	0,198	0,1434	3,2286
	Fachkraft	0,365	0,0826	0,8542
	Spezialist	0,1	0,0823	0,4816
	Experte	0,072	0,1808	2,1185
<b>82 Nichtmedizinische Gesundheits-, Körperpflege- und Wellnessberufe, Medizintechnik</b>	Helfer	0,111	0,2532	4,1469
	Fachkraft	0,064	0,0953	0,7869
	Spezialist	0,23	0,1817	1,1529
	Experte	0,207	0,1725	3,4766
<b>83 Erziehung, soziale und hauswirtschaftliche Berufe, Theologie</b>	Helfer	0,147	0,4047	20,8258
	Fachkraft	0,074	0,2310	2,8921
	Spezialist	0,152	0,0411	6,7803
	Experte	0,052	0,0972	1,0334
<b>84 Lehrende und ausbildende Berufe</b>	Helfer			
	Fachkraft	0	0,0956	33,8333
	Spezialist	0,002	0,1427	3,6848
	Experte	0,01	0,1235	4,7181
<b>91 Sprach-, literatur-, geistes-, gesellschafts- und wirtschaftswissenschaftliche Berufe</b>	Helfer	0,111	0,1652	0,4647
	Fachkraft	0,143	-0,0927	1,5556
	Spezialist	0,028	0,1756	3,4118
	Experte	0,029	0,3506	6,6702
<b>92 Werbung, Marketing, kaufmännische und redaktionelle Medienberufe</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,249	0,0939	1,3326
	Spezialist	0,078	0,2122	4,0679
	Experte	0,044	0,1479	7,9417
<b>93 Produktdesign und kunsthandwerkliche Berufe, bildende Kunst, Musikinstrumentenbau</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,342	0,0099	2,8394
	Spezialist	0,187	0,0424	15,8889
	Experte	0,129	0,2431	7,1648
<b>94 Darstellende, unterhaltende Berufe</b>	Helfer			
	Fachkraft	0,455	0,1356	7,9450
	Spezialist	0,394	0,1155	23,2185
	Experte	0,063	0,0548	6,5670

Quellen: BA, 2014c; 2018b; 2018c; Dengler/Matthes, 2015, 27 ff.; eigene Berechnungen

**Tabelle A-6-10: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko**

Standardisierte Beta-Koeffizienten

	OLS (abhängige Variable): Wachstumsrate (31.03.2014 bis 31.03.2018)			
	I	II	III	IV
Substituierbarkeitsrisiko	-0,2820***	-0,2371**	-0,2391***	-0,2458***
Engpassberuf im März 2018 (ja)		-0,2084**		
Anteil der Engpassberufe an allen Berufen in BHG-Anforderungsniveau-Kombination im Juni 2018			-0,2296***	
Relation Arbeitslose zu offene Stellen im März 2018 in einer BHG				0,2918***
N	131	131	131	131

Robuste Standardfehler. \*\*\*/\*\* signifikant auf 1-/5-Prozent-Niveau.

Quellen: BA, 2014b; 2018b; 2018c; Dengler/Matthes, 2015, 27 ff.; KOFA-Berechnungen auf Basis von Sonderauswertungen der Bundesagentur für Arbeit, 2019; eigene Berechnungen

## Abstract

### Don't Be Afraid of Robots – The Impact of Digitisation on Employment in Germany Revisited

The impact of digital change on employment and the employment prospects of workers in Germany remains a puzzle to be solved. The empirical analysis with data on the firm-level, the sectoral level and the occupational level does not indicate any general growth pattern.

Evidence based on the IW-Human-Resource-Manager-Panel shows that the proportion of highly digitalised companies exhibiting an employment growth between 2015 and 2017 (62 per cent) exceeds that of less digitalised firms (44 per cent). The same applies to the firms' plans to expand their staff size in the coming twelve months. However, the differences between highly and less digitalised companies cannot be attributed to the level of digitalisation itself when we control for other company characteristics. This result holds when we use the adoption of specific digital technologies as interesting independent variable. If at all, the empirical analysis suggests that digital change at the company-level may come along with a skill-upgrading trend, but this hypothesis remains to be validated by analyses based on longitudinal data.

The employment trend at the sectoral level is nonuniform and a correlation with the level of digitalisation of a sector or the change of this level over the recent years appears to be nonexisting. With respect to trends on the occupational level, employment decreased only in very few occupational groups and, contrary to the expectations, the decline is apparently independent from the risk of automation. In addition, robustness checks suggest that the slower employment growth in many occupational classes can also be attributed to a lack of labour supply.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Sektorales Beschäftigungswachstum und digitaler Wandel .....	12
Tabelle A-6-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad .....	23
Tabelle A-6-2: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsgrad .....	24
Tabelle A-6-3: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsstrategien .....	25
Tabelle A-6-4: Anteil qualifizierter Beschäftigter und Digitalisierungsgrad .....	26
Tabelle A-6-5: Digitalisierungstechnologie und Qualifikationsstruktur .....	27
Tabelle A-6-6: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungsgrad .....	28
Tabelle A-6-7: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungstechnologien .....	29
Tabelle A-6-8: Geplanter Beschäftigungsaufbau und Digitalisierungsgrad.....	30
Tabelle A-6-9: Beschäftigungswachstum nach Berufssegmenten .....	31
Tabelle A-6-10: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko .....	35

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad .....	6
Abbildung 2-2: Beschäftigungsentwicklung und Einsatz ausgewählter Digitalisierungstechnologien .....	7
Abbildung 2-3: Belegschaftsstruktur und Digitalisierungsgrad .....	9
Abbildung 2-4: Stellenbesetzungsprobleme und Digitalisierungsgrad .....	10
Abbildung 2-5: Personalplanungen und Digitalisierungsgrad .....	11
Abbildung 3-1: Beschäftigungswachstum in Vollzeit und Teilzeit.....	13
Abbildung 3-2: Beschäftigungswachstum nach Anforderungsniveau.....	14
Abbildung 4-1: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko .....	16