



IW-Report 11/2018

Keine Angst vor Robotern

Beschäftigungseffekte der Digitalisierung - eine Aktualisierung früherer IW-Befunde
Oliver Stettes

Köln, 05.4.2018

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| Zusammenfassung | 4 |
| 1 Einleitung | 5 |
| 2 Beschäftigungstrends und Digitalisierungsgrad | 6 |
| 2.1 Die Unternehmensebene | 6 |
| 2.2 Die sektorale Ebene | 10 |
| 2.3 Zwischenfazit | 14 |
| 3 Automatisierung von Arbeitsplätzen | 15 |
| 3.1 Beschäftigung und Substituierbarkeitsrisiko | 16 |
| 3.2 Engpassanalyse und berufsfachliche Trends | 17 |
| 3.3 Zwischenfazit | 20 |
| 4 Schlussbemerkungen | 22 |
| Literatur | 23 |
| Anhang | 26 |
| Abstract | 34 |
| Tabellenverzeichnis | 35 |
| Abbildungsverzeichnis | 36 |



JEL-Klassifikation:

J23 – Labour Demand

O33 – Technological Change: Choices and Consequences, Diffusion Processes

Zusammenfassung

Welche Auswirkungen die Digitalisierung auf die Beschäftigungsentwicklung haben wird, bleibt eine offene Frage. Dies ist das Ergebnis der vorliegenden empirischen Analyse. Ein systematischer Trend ist weder auf Unternehmens- oder Branchenebene noch auf Berufsebene feststellbar. Zumindest lässt sich konstatieren, dass sich keinerlei Belege für die populäre Hypothese finden, dass die Digitalisierung zu einem massiven Beschäftigungsabbau führen wird.

Auswertungen mit dem IW-Personalpanel signalisieren, dass zwar der Anteil der stark digitalisierten Unternehmen 4.0, die in den letzten Jahren Beschäftigung aufgebaut haben – zum Beispiel gut 50 Prozent in den Jahren 2014 bis 2016 – bzw. einen Beschäftigungsaufbau im laufenden Kalenderjahr planen – zum Beispiel knapp 32 Prozent in 2017, gegenüber den entsprechenden Anteilen der relativ gering digitalisierten Unternehmen 3.0 (knapp 40 Prozent realisierter und gut 21 Prozent geplanter Beschäftigungsaufbau) größer ist. Allerdings sind die Anteilswertunterschiede nicht auf den unterschiedlichen Digitalisierungsgrad zurückzuführen.

Auch die sektorale Beschäftigungsentwicklung vollzieht sich uneinheitlich und steht in keinem erkennbaren Zusammenhang mit dem Stand des digitalen Transformationsprozesses in einer Branche. Während zum Beispiel in der Informationswirtschaft und bei den wirtschaftsnahen Dienstleistern Digitalisierungsgrad und Beschäftigung gleichermaßen gestiegen sind, ist die Beschäftigung im Bereich des Banken- und Versicherungsgewerbes trotz eines fortschreitenden Digitalisierungsprozesses gesunken. Die Anzahl der Beschäftigten ist aber auch im Bereich Verkehr und Logistik bzw. Gesundheitswesen stark angestiegen. In beiden Sektoren war zuletzt keine Beschleunigung des Transformationsprozesses zu beobachten.

Auch auf Berufsebene ist wenig davon zu sehen, dass sich die Digitalisierung auf die Beschäftigungsperspektiven der Berufsgruppen negativ auswirkt, denen ein hohes Automatisierungsrisiko unterstellt wird. Automatisierungsrisiko und Beschäftigungswachstum korrelieren zwar insgesamt und auf den vier Anforderungsniveaus (Helfer, Fachkraft, Spezialist und Experte) negativ. Allerdings verbirgt die negative Korrelation, dass die Beschäftigung in fast allen Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen zugenommen hat. Darüber hinaus ist sie in vielen Fällen auch die Folge von Angebotsengpässen und weniger auf eine sinkende Nachfrage aufgrund von Automatisierungsprozessen zurückzuführen.

1 Einleitung

Im Koalitionsvertrag haben Union und SPD beschlossen, die Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Arbeitswelt mittels einer Berichterstattung zu verfolgen (CDU/CSU und SPD, 2018, Ziffer 2413 f.). Eine zentrale Fragestellung, die in diesem Zusammenhang immer wieder aufgeworfen wird und auch bereits im Zusammenhang mit dem Dialog Arbeiten 4.0 in der vergangenen Legislaturperiode diskutiert wurde (BMAS, 2016), berührt die potenziellen Effekte auf das Beschäftigungsniveau und die Beschäftigungsperspektiven. In der medialen Berichterstattung, auch in jüngerer Zeit (z. B. in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 2. Februar 2018 oder der ZEIT vom 25. Januar 2018), erlangen Prognosen vor allem über einen drohenden Beschäftigungsabbau eine besonders hohe Aufmerksamkeit. Die Frage, ob Technik den Menschen im Produktionsprozess ersetzt, ist aber im Grunde nicht neu, sondern wurde auch in früheren Dekaden aufgeworfen. Dies illustrieren stellvertretend die Ausgaben der Zeitschrift 'Der Spiegel' aus den Jahren 1978 (Nr. 16) und 1964 (Nr. 14), deren Titelstories in verblüffender Weise der einer September-Ausgabe (Nr. 36) aus dem Jahr 2016 ähneln.

Daher hatte sich das Institut der deutschen Wirtschaft bereits in zwei Analysen der Frage gewidmet, ob und in welcher Form die Digitalisierung bereits Spuren auf dem Arbeitsmarkt hinterlassen hat, aus denen positive oder negative Folgen des digitalen Wandels auf die Beschäftigungsperspektiven in den kommenden Jahren geschlossen werden können (Hammermann/Stettes, 2015 und Stettes, 2016). Die Befunde beider Untersuchungen fanden keine empirische Evidenz für einen drohenden Beschäftigungsabbau. Sie waren insgesamt vielmehr ein Plädoyer dafür, mehr Zurückhaltung bei der Ableitung genereller Arbeitsmarkttrends einzunehmen und die Entwicklung in den Folgejahren zunächst einmal abzuwarten.

Die vorliegende Analyse greift diesen Punkt auf und aktualisiert die beiden früheren IW-Untersuchungen. Sie gliedert sich in zwei Abschnitte. Abschnitt 2 prüft, ob sich die Beschäftigungsentwicklung in Unternehmen und Branchen in Abhängigkeit ihres Digitalisierungsgrads unterscheidet. Abschnitt 3 geht noch einmal vertieft der Frage nach, ob sich die Beschäftigungsaussichten bestimmter Berufsgruppen, denen ein besonders starkes Automatisierungsrisiko nachgesagt wird, in den vergangenen Jahren verschlechtert habe. Abschnitt 4 fasst kurz zusammen.

2 Beschäftigungstrends und Digitalisierungsgrad

Die Identifikation potenzieller Beschäftigungseffekte setzt voraus, dass man Entwicklungen in Unternehmen oder Branchen, die von der Digitalisierung in besonderem Maß betroffen sind, von Entwicklungen in den Bereichen unterscheidet, wo bislang kaum bzw. keine tiefen Spuren des digitalen Wandels zu beobachten sind. Dabei stellt sich allerdings die Frage, was Digitalisierung eigentlich heißt. Auch wenn dieser Begriff in aller Munde ist, bleibt offen, welche Merkmale die digitale Transformation eines Unternehmens oder einer Branche eigentlich ausmachen.

Es macht für die Identifikation der potenziellen Folgen auf die Beschäftigungsentwicklung bzw. -struktur zum Beispiel einen Unterschied, ob das Geschäftsmodell eines bestimmten Unternehmens, das gängige Geschäftsmodell aller oder zumindest das Gros der etablierten Wettbewerber auf einem Markt auf den Prüfstand gerät. Zudem muss einer solchen Entwicklung gegenübergestellt werden, ob neue Geschäftsmodelle entstehen, die auch oder gerade für Neuanbieter den Zugang zu einem Markt öffnen oder für etablierte Marktteilnehmer erweitern. Gleiches gilt ebenso für die Fragen, wo und in welcher Form die Digitalisierung eine Reorganisation von Abläufen und Strukturen in einem Unternehmen auslöst und ob sich derartige Veränderungsprozesse von Betrieb zu Betrieb unterscheiden oder ob es Gemeinsamkeiten zwischen Unternehmen im Transformationsprozess gibt. Die bisherigen Unternehmenserhebungen zum Thema Digitalisierung signalisieren, dass die Befragten sowohl Veränderungen bei Geschäftsmodellen und Marktkonstellationen als auch bei Prozessen und Organisationsformen als Chancen des digitalen Wandels begreifen (z. B. IW, 2016, 129; Arntz et al., 2016).

Im Folgenden werden unterschiedliche Definitionen eines Digitalisierungsgrads herangezogen, die die Betroffenheit und den Stand des digitalen Wandels in Unternehmen und Branchen beschreiben. Wenn man sich die immer wiederkehrende Prominenz der Debatte über die möglichen Beschäftigungsauswirkungen in Politik und Medien vergegenwärtigt, ist die Hypothese zulässig, dass man erste Spuren bereits anhand eines Vergleichs stark digitalisierter Unternehmen und Branchen gegenüber weniger stark digitalisierter Betrieben und Sektoren erkennen sollte.

2.1 Die Unternehmensebene

Für die Analyse der Beschäftigungseffekte des digitalen Wandels auf Unternehmensebene wird die Definition eines Digitalisierungsgrads verwendet, auf die bereits Hammermann und Stettes (2015) zurückgegriffen haben. Der Digitalisierungsgrad ergibt sich aus den Antworten der Unternehmen auf zwei spezifische Filterfragen (siehe Textkasten). Im Vergleich zur Analyse von Hammermann und Stettes (2015) kann auf Daten aus zwei weiteren Wellen des IW-Personalpanels (Welle 14 in 2015 und Welle 16 in 2017) zurückgegriffen werden.

Digitalisierungsgrad eines Unternehmens

Für die Typisierung der Unternehmen wird der Digitalisierungsgrad der Geschäftsaktivitäten betrachtet (IW, 2016, 122):

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 Betriebe 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.

Unternehmen aus dem Bereich der wissensintensiven Dienstleister weisen eine größere Wahrscheinlichkeit auf, zu den Unternehmen 4.0 zu zählen, als Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie (s. Tabelle A-4-1). Der Blick in die ungewichtete Stichprobe des IW-Personalpanels 2017 zeigt, dass Unternehmen aus der Medien- und Informationswirtschaft mit gut 54 Prozent, Banken und Versicherungsunternehmen mit knapp 57 Prozent und Energie- und Wasserversorger mit knapp 62 Prozent die höchsten (bereinigten) Wahrscheinlichkeiten aufweisen, zu den Unternehmen 4.0 zu zählen.¹ Auch die Betriebe aus dem Bereich der gesellschaftsnahen Dienstleistungen sind im Vergleich zur Metall- und Elektro-Industrie relativ stark digitalisiert. Insofern hat sich das Bild seit dem ersten vorliegenden Befund aus dem Jahr 2014 nicht wesentlich geändert (vgl. hierzu IW, 2016, 126).

Dies gilt auch mit Blick auf den Zusammenhang zwischen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und dem Digitalisierungsgrad sowie den Innovationsaktivitäten und dem Digitalisierungsgrad. Dieser korreliert auch mit einem größeren Anteil qualifizierter Beschäftigte in der Belegschaft, wobei im Unterschied zu den Befunden aus dem IW-Personalpanel 2014 der statistische Zusammenhang auch bei dem Anteil der Beschäftigten mit einer abgeschlossenen Berufsausbildung signifikant ist.

In einem ersten Schritt wird die Beschäftigungsentwicklung der Unternehmen der IW-Personalpanelwellen 2014, 2015 und 2017 in den drei Jahren untersucht, die dem Befragungsjahr vorausgegangen sind. Da die drei Wellen des IW-Personalpanels als Querschnitterhebungen konzipiert sind, unterscheidet sich ihre Stichprobenszusammensetzung. Für alle drei Zeiträume übersteigt generell der Anteil der Unternehmen, die ihre Belegschaften vergrößert haben, deutlich den Anteil der Unternehmen, bei denen die Belegschaftsgrößen zurückgefahren worden sind.² Zwischen 2014 und 2016 wiesen 46,9 Prozent der Unternehmen ein Beschäftigungsplus auf, 24,6 Prozent verzeichneten einen Rückgang. Im Zeitraum 2012 bis 2014 beliefen sich die entsprechenden Anteile auf 58,5 Prozent und 21,7 Prozent, für den Zeitraum 2011 bis 2013 auf 52,6 Prozent bzw. 21,0 Prozent. Die Entwicklungen auf der Unternehmensebene spiegeln den auch in der Gesamtwirtschaft beobachteten positiven Beschäftigungstrend der vergangenen Jahre wider.

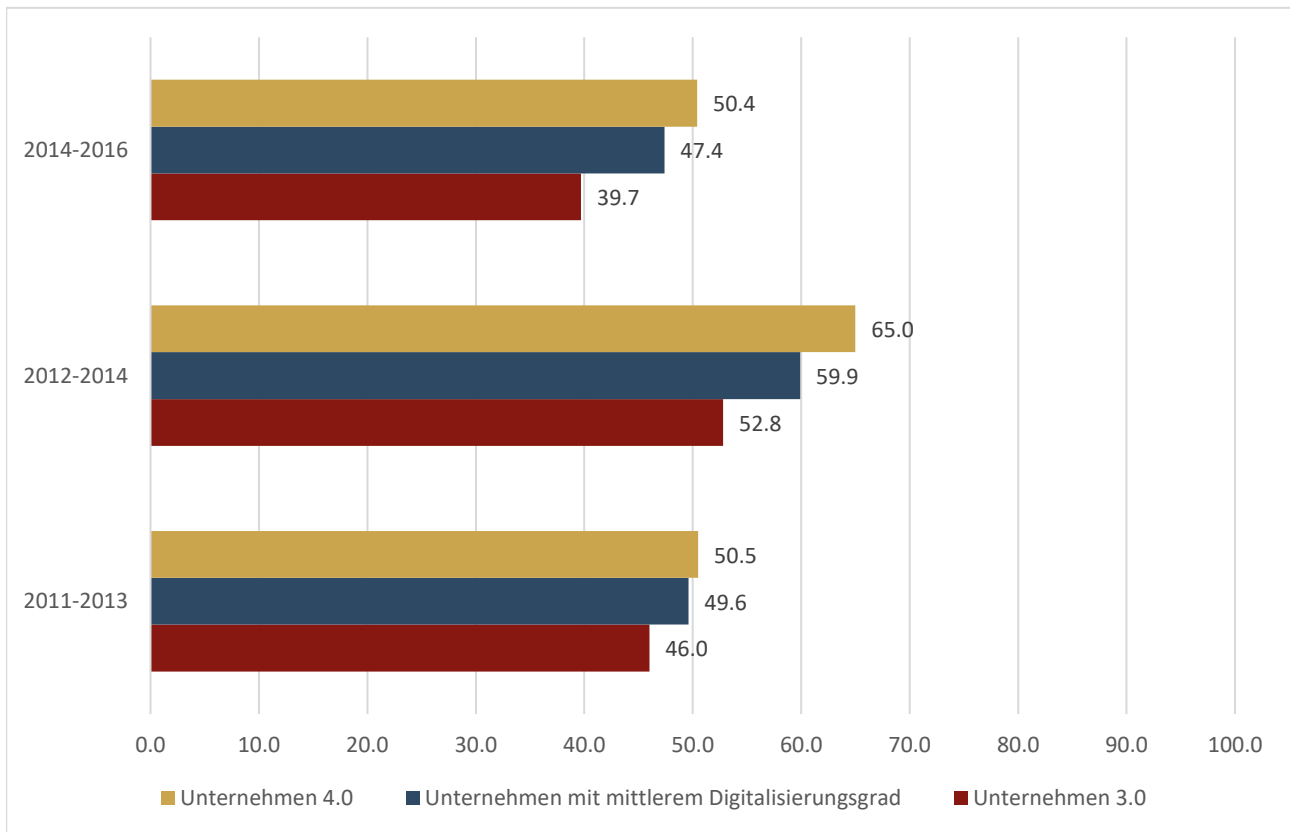
¹ Die bereinigten Wahrscheinlichkeiten wurden auf Basis der durchschnittlichen marginalen Effekte berechnet.

² Die Anteilswerte basieren auf hochgerechneten Daten.

Die Anteilswertunterschiede finden sich auch, wenn man die Unternehmen nach dem Stand des innerbetrieblichen Digitalisierungsprozesses gruppiert. Abbildung 2-1 zeigt zudem, dass der Anteil der relativ stark digitalisierten Unternehmen 4.0, die ein Beschäftigungsplus verzeichneten, in allen drei Untersuchungszeiträumen größer ist als jener vergleichbarer Unternehmen 3.0. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungsaufbaus in einem Unternehmen 4.0 in keiner der drei Stichproben signifikant größer als in einem Unternehmen 3.0, wenn für unterschiedliche Unternehmensmerkmale kontrolliert wird (Hammermann/Stettes, 2015, 82 und Tabelle A-4-2).³ Das bedeutet, dass sich Unternehmen, die sich bislang relativ wenig mit den Folgen der Digitalisierung für ihr Geschäftsmodell oder ihre Prozesse auseinandergesetzt haben und für die das Internet keine sonderlich bedeutsame Rolle für die eigenen Geschäftsaktivitäten einnimmt, mit Blick auf ihre Beschäftigung nicht schlechter entwickelt haben als die Unternehmen 4.0. Der Blick in die Vergangenheit muss aber offenlassen, ob eine in der Gegenwart vorhandene abwartende Haltung gegenüber der Digitalisierung sich nicht am Ende negativ auf die Beschäftigungsentwicklung in der Zukunft auswirkt.

Abbildung 2-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad

Anteil der Unternehmen mit einem Beschäftigungsaufbau in Prozent



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

Selbst wenn man die Beschäftigungsfolgen für die vier Branchenhauptgruppen getrennt analysiert, ist lediglich in einem Fall überhaupt ein signifikanter Zusammenhang beobachtbar (s.

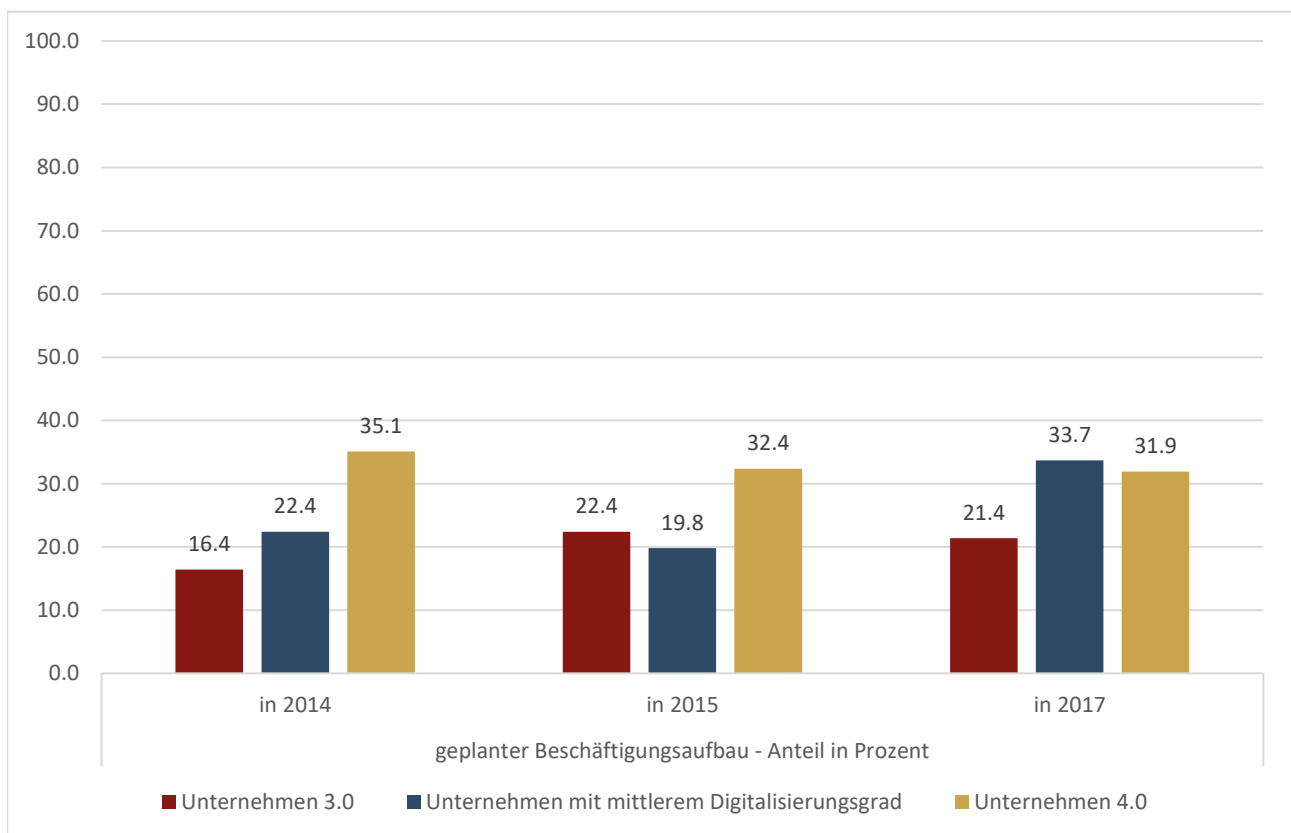
³ Dieser Befund ändert sich auch nicht, wenn das prozentuale Beschäftigungswachstum (mit und ohne einer Ausreißerkontrolle) als abhängige Variable oder ein Beschäftigungsabbau als Referenz verwendet wird.

Tabelle A-4-3). Nur die Unternehmen mit einem mittleren Digitalisierungsgrad in der Metall- und Elektroindustrie weisen gegenüber vergleichbaren Unternehmen 3.0 eine positivere Beschäftigungsentwicklung auf. Das bedeutet, dass sich auch bei separater Betrachtung digitaler Transformationsprozesse von Unternehmen in unterschiedlichen Branchen keine empirische Evidenz findet, die die Hypothese stützt, dass der digitale Wandel mit einem flächendeckend negativen Beschäftigungseffekt verbunden sein könnte.

In der Stichprobe des IW-Personalpanels 2014 waren die Unternehmen 4.0 mit Blick auf die Beschäftigungsentwicklung im laufenden Geschäftsjahr noch signifikant optimistischer als die Unternehmen 3.0 (Hammermann/Stettes, 2015, 85). Ihr Anteil lag mit gut 35 Prozent auch mehr als doppelt so hoch. Dieser Anteil fällt unter den stark digitalisierten Unternehmen in den beiden Folgewellen 2015 und 2017 mit rund 32 Prozent zwar ähnlich groß aus (vgl. Abbildung 2-2). Der vormals signifikante Unterschied zu den relativ niedrig digitalisierten Betrieben ist allerdings nicht mehr zu beobachten, wenn man für die diversen Unternehmensmerkmale kontrolliert (s. Tabelle A-4-4). Expansiv ausgerichtete Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr werden vielmehr von dem Umstand begünstigt, dass ein Unternehmen sich bereits in den vorausgehenden drei Jahren auf einem Expansionspfad befunden hat, und mit Innovationen insbesondere auf der Produktseite seine Wettbewerbssituation verbessern konnte.

Abbildung 2-2: Personalplanungen und Digitalisierungsgrad

Anteil der Unternehmen, die einen Personalaufbau im laufenden Kalenderjahr planen, in Prozent



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

2.2 Die sektorale Ebene

Für die Analyse der Beschäftigungsauswirkungen auf sektoraler Ebene wird auf einen Digitalisierungsgrad als differenzierendes Kriterium zurückgegriffen, der sich aus den gewichteten Merkmalen der Unternehmen ergibt, die einer Branche zugeordnet werden können (siehe Textkasten). Die Daten für die Beschäftigung beruhen auf der amtlichen Statistik der Bundesagentur für Arbeit, die vierteljährlich über die Beschäftigungsentwicklung in den einzelnen Wirtschaftszweigen berichtet. Da diese 2013/2014 einer Revision unterzogen wurde, werden im Folgenden zwei Zeiträume (31. Dezember 2008 bis 31. Dezember 2013 sowie 31. März 2014 bis 31. März 2017) getrennt betrachtet. Für die qualitativen Ableitungen spielt die unterschiedliche Länge der beiden Perioden keine Rolle. In einem ersten Schritt wird daher zunächst die Beschäftigungsentwicklung für den Zeitraum vom 31. Dezember 2008 bis 31. Dezember 2013 in Kombination mit dem Digitalisierungsgrad einer Branche im Jahr 2015 betrachtet. Die zugrunde liegende Frage ist, ob die Beschäftigungsentwicklung in relativ stark und relativ niedrig digitalisierten Branchen im Zuge und im Nachgang der Wirtschaftskrise 2008/2009 einen unterschiedlichen Verlauf genommen hat.

Digitalisierungsgrad einer Branche

Für die Analyse der Beschäftigungsentwicklung auf Branchenebene wird auf einen Digitalisierungsgrad zurückgegriffen, den das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) im Rahmen seines regelmäßigen Monitorings für das Bundeswirtschaftsministerium verwendet (vgl. BMWi, 2015; 2016; 2017)⁴:

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.

Die Rangfolge der elf Branchencluster, die sich aus diesem Digitalisierungsgrad ergibt (s. Tabelle 2-1), korrespondiert mit den Befunden aus dem IW-Personalpanel 2017 (s. 2.1). Da die Berichterstattung für das BMWi zwischen 2014 und 2015 einen methodischen Bruch erfuhr, sind die nachfolgenden Befunde nur eingeschränkt mit den Ausführungen in Stettes (2016, 17) vergleichbar.

Es fällt zunächst auf, dass das Beschäftigungswachstum in den Branchen sehr uneinheitlich verlaufen ist (s. Tabelle 2-1). Während in der Informations- und Kommunikationswirtschaft sowie

⁴ Eine ausführliche Darstellung der Methodik ist jedem Monitoring-Band beigelegt (z. B. BMWi, 2017, 19 ff. und 148 ff.).

bei den wissensintensiven Dienstleistern die Beschäftigung in den fünf Jahren stärker als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt anstieg, war im Bereich der Finanz- und Versicherungsdienstleistungen ein leichter Rückgang zu beobachten. Alle drei Branchencluster wurden 2015 als überdurchschnittlich oder stark überdurchschnittlich digitalisiert charakterisiert (BMW, 2015, 90). Die Uneinheitlichkeit findet sich auch unter den Branchen, deren Digitalisierungsgrad im Jahr 2015 noch als unterdurchschnittlich (Verkehr und Logistik, Chemie und Pharma sowie Maschinenbau) oder stark unterdurchschnittlich (Fahrzeugbau, sonstiges Verarbeitendes Gewerbe und Gesundheitswesen) eingeschätzt worden waren.⁵ Ein einheitlicher Trend ist vor diesem Hintergrund daher nicht zu erkennen.

Tabelle 2-1: Sektorales Beschäftigungswachstum und digitaler Wandel

Digitalisierungsgrad und Beschäftigungswachstum in Prozent – nach ausgesuchten Wirtschaftszweigen

| Branche | Digitalisierungsgrad | | Beschäftigungswachstum in % | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|------|-----------------------------|----------------------------|
| | 2015 | 2017 | 31.12.2008 – 31.12.2013 | 31.03.2014 – 31.03.2017 |
| | Informations- und Kommunikationswirtschaft | 66 | 78 | +13,0 |
| Wissensintensive Dienstleister | 59 | 66 | +8,5 | +8,6 |
| Finanz- und Versicherungsdienstleister | 55 | 59 | -0,3 | -2,3 |
| Handel | 50 | 54 | +3,8 | +4,8 |
| Energie- und Wasserversorgung | 47 | 45 | -0,3 | -2,1 |
| Verkehr und Logistik | 40 | 40 | +8,0 | +10,5 |
| Chemie und Pharma | 40 | 45 | +1,7 | +4,3 |
| Maschinenbau | 39 | 45 | +1,2 | +2,0 |
| Fahrzeugbau | 37 | 44 | +7,2 | +5,7 |
| Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe | 36 | 40 | -1,3 | +2,3 |
| Gesundheitswesen | 36 | 37 | +12,7 | +7,2 |
| Insgesamt | | | +6,7 | +6,7 |

Quellen: BMW, 2015; 2017; BA, 2009; 2014a; 2014b; 2017a; eigene Berechnungen

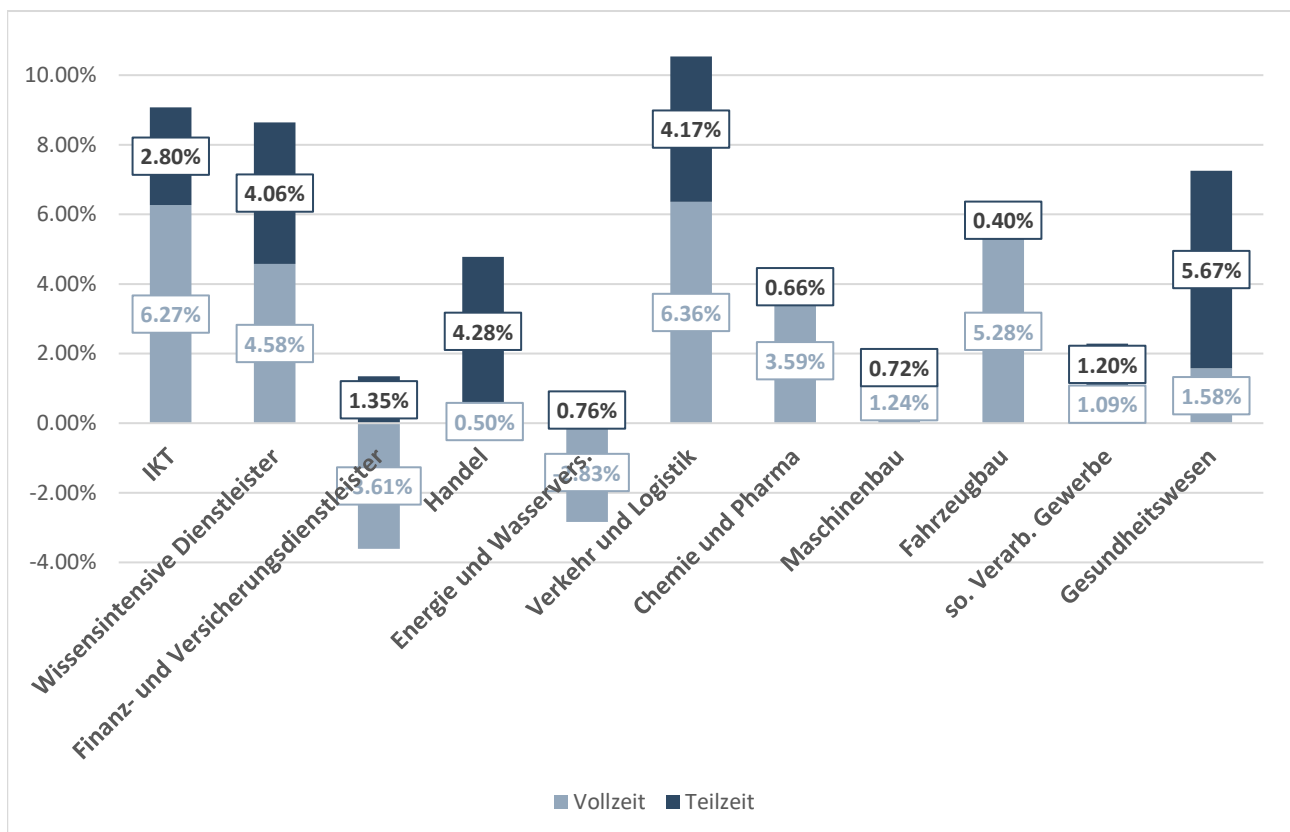
Die Dynamik der Beschäftigungsentwicklung hat sich in den einzelnen Branchen auch in der zweiten Beobachtungsperiode zwischen März 2014 und März 2017 fortgesetzt. Die größten Zuwächse sind in den Branchen zu beobachten, die bereits im Fünfjahreszeitraum zuvor das

⁵ Der Handel sowie die Energie- und Wasserversorgung wurden für das Jahr 2015 als durchschnittlich digitalisiert eingeschätzt.

stärkste Wachstum verzeichnen konnten. Darunter hat in der Informations- und Kommunikationswirtschaft (12 Punkte) sowie im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungen (7 Punkte) der Digitalisierungsgrad relativ stark zugenommen. Im Verkehr und in der Logistik ist er hingegen unverändert geblieben. Gleiches gilt auch für das Gesundheitswesen, in dem der Beschäftigungsanstieg aber vor allem auf den Anstieg von Teilzeitbeschäftigung zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 2-3). Dieser mildert auch das negative Beschäftigungswachstum bei den Finanz- und Versicherungsdienstleistern und den Energie- und Wasserversorgern etwas ab. Vor dem Hintergrund, dass der Digitalisierungsgrad bei Ersteren zwischen 2015 und 2017 um 4 Punkte zugenommen hat, während er bei Letzteren um 2 Punkte gesunken ist, lässt sich auch für den zweiten Beobachtungszeitraum kein genereller Trend erkennen.⁶

Abbildung 2-3: Beschäftigungswachstum in Vollzeit und Teilzeit

Wachstumsrate der Beschäftigung zwischen 31.03.2014 und 31.03.2017 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, 2014b; 2017a; eigene Berechnungen

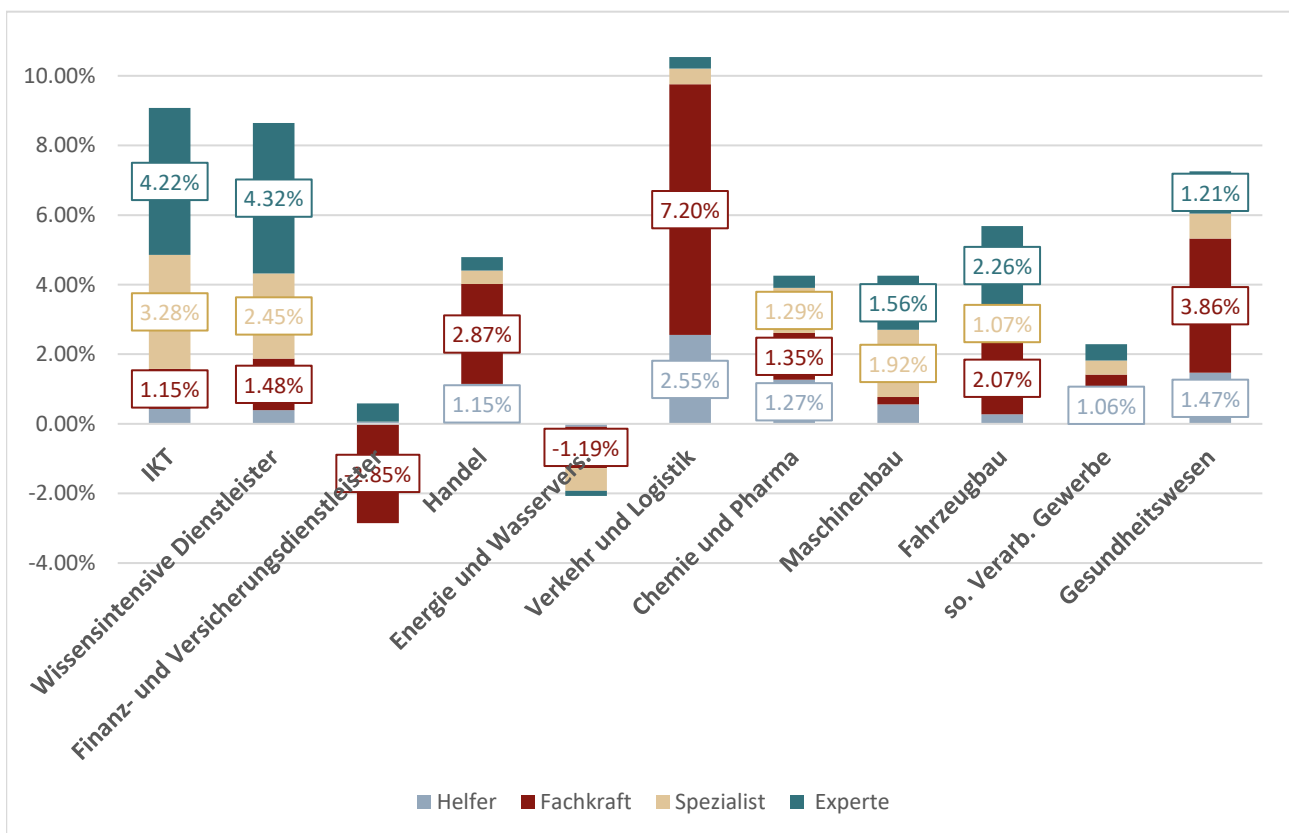
⁶ Dies korrespondiert auch mit Befunden auf Basis des IW-Personalpanels 2017. Während die Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungszuwachses in Unternehmen 4.0 der Metall- und Elektroindustrie (51,2 Prozent) zwischen dem Jahresende 2014 und dem Jahresende 2016 signifikant gegenüber den Wahrscheinlichkeiten vergleichbarer Unternehmen in den anderen drei Branchenclustern (sonstige Industrie: 60,6 Prozent, unternehmensnahe Dienstleister: 67,1 Prozent, gesellschaftsnahe Dienstleister: 68,3 Prozent) abfällt, ist unter Unternehmen 3.0 und Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad kein Branchenunterschied zu erkennen. Ein ähnlicher Befund findet sich auch im IW-Personalpanel 2015 für den Zeitraum Jahresende 2012 bis Jahresende 2014. Die geschätzten Wahrscheinlichkeiten liegen lediglich etwas höher. Aber es ist kein Unterschied zwischen den Unternehmen 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie und den Unternehmen 4.0 bei den unternehmensnahen Dienstleistern zu erkennen.

Auffällig ist hingegen, dass der Großteil des starken Beschäftigungsaufwuchses (in Köpfen) im Gesundheitswesen sowie im Verkehr und der Logistik vor allem auf Tätigkeiten für Fachkräfte oder Helfer entfiel, während die meisten zusätzlich entstandenen und besetzten Arbeitsplätze in der Informations- und Kommunikationswirtschaft sowie im Bereich der Wissensintensiven Dienstleistungen im Spezialisten- und Expertensegment entstanden sind (vgl. Abbildung 2-4). Letzteres gilt auch für den Maschinenbau. Dies könnte darauf hindeuten, dass eine fortschreitende Digitalisierung tendenziell mit einem Höherqualifizierungstrend verbunden ist, zumal beispielsweise bei den Finanz- und Versicherungsdienstleistern die Anzahl der Expertenarbeitsplätze entgegen den fallenden Branchentrend gestiegen ist.

Im Fahrzeugaufbau ist das Beschäftigungsplus im Großen und Ganzen gleichmäßig über Tätigkeitsfelder verteilt, in denen die Beschäftigten zumindest über fundierte Fachkenntnisse und Fertigkeiten, die üblicherweise mit dem Abschluss einer zwei- bis dreijährigen Berufsausbildung erzielt werden, verfügen müssen, um die Aufgaben sachgerecht erfüllen zu können. Die Chemie- und Pharmaindustrie weist hingegen ähnlich wie der Handel die Besonderheit auf, dass auch die Entwicklung im Helferbereich nennenswert zum Beschäftigungswachstum beigetragen hat. Beides sind Branchen, in denen der Digitalisierungsgrad ebenfalls um mehrere Punkte zwischen 2015 und 2017 gestiegen ist.

Abbildung 2-4: Beschäftigungswachstum nach Anforderungsniveau

Wachstumsrate der Beschäftigung zwischen 31.03.2014 und 31.03.2017 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, 2014b; 2017a; eigene Berechnungen

2.3 Zwischenfazit

Aus den Daten des IW-Personalpanels lässt sich kein systematischer Beschäftigungseffekt des digitalen Wandels auf Unternehmensebene ableiten. Der Anteil der Unternehmen 4.0 mit einem Beschäftigungsplus ist zwar hochgerechnet größer als der vergleichbare Anteil unter den Unternehmen 3.0. Dies ist aber weniger auf den fortgeschritteneren Transformationsprozess zurückzuführen, sondern auf andere Unternehmensmerkmale. Allerdings korrelieren diese teilweise (z. B. die Innovationsaktivitäten) wiederum signifikant mit dem Digitalisierungsgrad, sodass sich gegebenenfalls hier die Frage nach der Kausalität stellt. Die vorliegende diffuse Evidenz auf Basis des IW-Personalpanels korrespondiert mit Befunden anderer Untersuchungen mit Betriebsdaten.

Warning und Weber (2017, 5) finden zum Beispiel nur in zwei von neun Unternehmenstypen eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Digitalisierungsgrad und der Einstellungspraxis. Die beiden Autoren differenzieren dabei zwischen vier Digitalisierungsstufen (ohne = Referenzkategorie, beginnend, leicht weiter und stark weiter) und drei Digitalisierungsbereichen (Vernetzung der internen Produktions- und Dienstleistungskette, Vernetzung mit Zulieferern und Kunden sowie Einsatz lernender Systeme). Ferner korreliert auch die Abgangsrate mit einer Ausnahme nicht mit dem Digitalisierungsgrad, was die Hypothese erlaubt, dass eine fortschreitende Digitalisierung nicht mit einem forcierten Beschäftigungsabgang einhergeht. Da bei dieser einzigen Ausnahme – stark weiter digitalisierte im Bereich des Einsatzes lernender Systeme - zugleich auch die Neueinstellungsquote signifikant größer ist, ist eine beschäftigungsfeindliche Auswirkung des digitalen Wandels nicht zu erkennen.

Gleiches gilt auf für die Untersuchung von Lehmer und Matthes (2017). Sie finden lediglich in Unternehmen der Informationswirtschaft und der nicht-wissensintensiven Dienstleistungen einen systematischen Zusammenhang zwischen Veränderung der Beschäftigung und dem Digitalisierungsgrad. Dieser wird in dieser Analyse anhand des Nutzungsgrads digitaler Technologien definiert (Nachzügler, Hauptfeld und Vorreiter). Ferner zeigen ihre ökonometrischen Schätzungen, dass die berufliche Anforderungsklasse "Experten" in Unternehmen der beiden oben genannten Branchen besonders von dem digitalen Wandel zu profitieren scheint. Für eine allgemeingültige Abschätzung der Folgewirkungen lassen sich aber auch die Befunde von Lehmer und Matthes (2017) nicht aufrufen.

Auch der Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Beschäftigungsniveaus und dem Digitalisierungsgrad bzw. einem fortschreitenden Prozess der digitalen Transformation auf Branchenebene bleibt diffus. Einheitliche Trends über alle berücksichtigten Branchencluster sind nicht zu erkennen. Dies mag ebenfalls dem Umstand geschuldet sein, dass Digitalisierungsprozesse zwischen den Branchen unterschiedliche Merkmale aufweisen. Dies gilt vor allem für die Fragen, in welchem Umfang der Geschäftserfolg auf digitalen Märkten bzw. mit digitalisierten Produkten und Diensten erzielt wird und welche Fortschritte bei der Digitalisierung interner Prozesse gemacht worden sind (BMW, 2017, 35 ff.). Gleiches gilt auch für Anwendungsgebiete, wie das Internet der Dinge, smarte Dienstleistungen, Big data Anwendungen, Robotik oder den Einsatz künstlicher Intelligenz (BMW, 2017, 59 ff.). Aus den vorliegenden Befunden lassen sich allenfalls leichte Anzeichen für einen Höherqualifizierungstrend ableiten, der auf lange Sicht zu einer Veränderung der Beschäftigtenstruktur in den Branchen führen könnte, in denen der digitale Wandel in den kommenden Jahren weiter voranschreitet.

3 Automatisierung von Arbeitsplätzen

Bereits der Beginn der Debatte, wie sich die Digitalisierung auf die Arbeitswelt auswirken könnte, wurde von der Frage dominiert, ob der technische Fortschritt den Menschen als Produktionsfaktor überflüssig macht und in Form von Algorithmen, Softwareprozeduren und Robotern ersetzt. In einer Reihe von Analysen wurden Automatisierungs- bzw. Substituierbarkeitsrisiken für Beschäftigtengruppen ermittelt, mit deren Hilfe dann ein mehr oder weniger großer (potenzieller) Arbeitsplatzverlust in einer Volkswirtschaft berechnet werden kann (z. B. Frey/Osborne, 2013; Bowles, 2014; ING-DiBa, 2015; Dengler/Matthes, 2015; Bonin et al., 2015, Arntz et al., 2016).

Die oben aufgeführten Studien haben bei allen methodischen Unterschieden gemein, dass sie eine Beschäftigungsentwicklung für bestimmte Berufsgruppen in der Zukunft prognostizieren bzw. einen potenziell möglichen Arbeitsplatzabbau ermitteln. Sie dokumentieren mithin nicht eine Entwicklung, die bereits im Gange oder sogar vollzogen ist. In einer ersten empirischen Überprüfung auf Basis von zwei Ein-Jahreszeiträumen konnte Stettes (2016) keine empirischen Hinweise finden, dass sich ein hohes Automatisierungsrisiko in einem Beschäftigungsabbau in den unterschiedlichen Berufshauptgruppen (nach KldB2010) niedergeschlagen hatte. Für Helfertätigkeiten fand sich eine positive, allerdings insignifikante Korrelation zwischen Wachstumsrate der Beschäftigung und Substituierbarkeitsrisiko. In Fachkräfte-, Spezialisten- und Expertentätigkeiten wurde zwar ein negativer Zusammenhang ermittelt, der aber ebenso vorwiegend nicht signifikant war. Die betrachteten Ein-Jahreszeiträume konnten einen ersten Eindruck vermitteln, sind allerdings zu kurz, um daraus bereits Trendaussagen entwickeln zu können.

Daher wird dieser Ansatz im Folgenden wieder aufgegriffen und die Beschäftigungsentwicklung in den verschiedenen Berufshauptgruppen auf unterschiedlichem Anforderungsniveau für einen Drei-Jahreszeitraum in den Blick genommen. Ausgangspunkt der Analyse bleiben die Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten, 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 Routinetätigkeiten dar, von denen vermutet wird, dass sie bereits heute durch Algorithmen oder Roboter technisch übernommen werden könnten. Als Untersuchungszeitraum wurde der 31. März 2014 bis 31. März 2017 ausgewählt.

3.1 Beschäftigung und Substituierbarkeitsrisiko

Tabelle 3-1 zeigt, dass der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen der Wachstumsrate der Beschäftigung und dem Substituierbarkeitsrisiko -0,253 beträgt, wenn alle Anforderungsniveaus in den Berufshauptgruppen zusammen berücksichtigt werden.⁷ Die negative Korrelation ist auch signifikant.⁸ Ein vergleichbarer Befund ergibt sich ebenso für einen alternativen Drei-Jahreszeitraum (31. Dezember 2013 bis 31. Dezember 2016). Das negative Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten bleibt auch erhalten, wenn man statt der Wachstumsrate die absolute Veränderung der Beschäftigung verwendet.

Tabelle 3-1: Beschäftigungsentwicklung und Substituierbarkeitsrisiko

nach Anforderungsniveaus (KldB2010) – 31. März 2014 bis 31. März 2017

| Anforderungsniveau | Hochrisikogruppen ^{a)} | | Wachstumsrate ^{b)} | Korrelationskoeffizient ^{c)} |
|--------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Anzahl | Bandbreite des Risikos | | |
| Hilfskräfte | 8 | 0,73-0,83 | + 17,5 | -0,300 |
| Fachkräfte | 7 | 0,73-0,86 | + 4,5 | -0,522 |
| Spezialisten | 1 | 0,72 | + 7,0 | -0,575 |
| Experten | 0 | - | + 9,9 | -0,398 |
| Insgesamt | | 0,72-0,86 | + 6,7 | -0,253 |

a) Substituierbarkeitsrisiko 0,7 und höher. b) in %. c) nach Pearson.

Quellen: BA, 2014c; 2017b; Dengler/Matthes, 2015; eigene Berechnungen

Der statistische Zusammenhang in den einzelnen Anforderungsniveaus fällt ebenso negativ, der dazugehörige Koeffizient sogar etwas größer aus als bei der Gesamtbetrachtung. Die Größe und das Signifikanzniveau der Korrelationskoeffizienten sind aufgrund der geringen Stichprobengrößen allerdings nur eingeschränkt aussagekräftig. So können bei den Helfertätigkeiten nur 25 Datenpunkte, bei den Expertentätigkeiten 35 Datenpunkte und bei den Fachkräften und Spezialisten jeweils 36 Datenpunkte berücksichtigt werden.

Die Korrelationsanalyse könnte auf den ersten Blick den Verdacht erhärten, dass der technische Fortschritt im Zuge der Digitalisierung tatsächlich arbeitsplatzsparend wirken könnte. Allerdings ist zu beachten, dass der aggregierte Beschäftigungstrend in allen Anforderungsniveaus positiv ist. Das gilt insbesondere im Helferbereich (+17,5%), also dem Anforderungsniveau, wo ungefähr ein Drittel der Tätigkeitsfelder als Hochrisikogruppen eingestuft werden. Abbildung 3-1 und Tabelle A-4-5 im Anhang zeigen, dass ein negatives Beschäftigungswachstum nur in 18 Tätigkeitsbereichen zu beobachten ist, die zudem mehr oder weniger gleichmäßig verteilt über die gesamte Substituierbarkeitsrisikokala zwischen den Werten 0,1 und 0,9 angesiedelt sind. Im

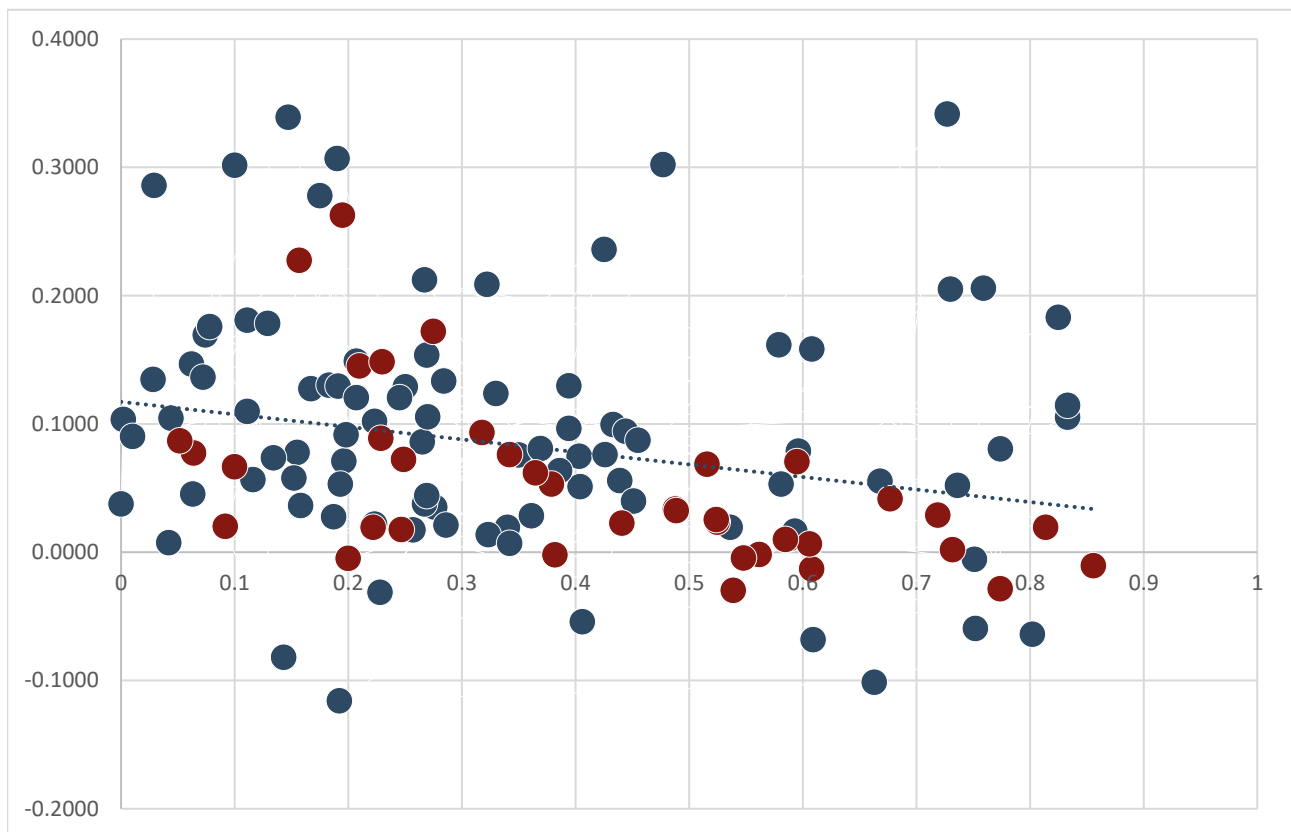
⁷ Für eine ausführliche Darstellung der Beschäftigungsentwicklung in den einzelnen Tätigkeitsfeldern für verschiedene Zeiträume Tabelle A-4-5 im Anhang.

⁸ Der Signifikanztest erfolgt mit dem Spearman-Rangkorrelationskoeffizienten, da die Wachstumsrate als Variable nicht normalverteilt ist (Ergebnis eines auf Basis eines K-S-Verteilungstests).

Helferbereich ist in keinem Tätigkeitsbereich ein Rückgang zu beobachten gewesen. Die Automatisierungshypothese spiegelt sich daher noch nicht als Trend in den Daten wider, was das qualitative Ergebnis von Stettes (2016) bestätigt. Allenfalls lässt sich eine verhaltendere Beschäftigungsentwicklung mit steigendem Automatisierungsrisiko ableiten.

Abbildung 3-1: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko

31. März 2014 bis 31. März 2017



Substituierbarkeitsrisiko = Abzisse. Beschäftigungswachstum = Ordinate.

Jeder Punkt entspricht einer Berufshauptgruppen-Anforderungsniveauekombination der KldB2010.

Rote Kreise: Engpassberufe. Blaue Kreise: keine Engpassberufe.

Quellen: BA, 2014c; 2017b; Dengler/Matthes, 2015; eigene Berechnungen

3.2 Engpassanalyse und berufsfachliche Trends

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 (vgl. Tabelle A-4-5 im Anhang). 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 23 (Papier-, Druckberufe, technische Mediengestaltung), 24 (Metallerzeugung,-bearbeitung, Metallbau) und 28 (Textil- und Lederberufe). 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. Denkbar ist auch, dass die zurückhaltendere Be-

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 Betrachtung der 18 nicht-wachsenden Berufshauptgruppen zeigt zunächst, dass von diesen neun eine Relation von Arbeitslosen zu gemeldeten Stellen unterhalb des Schwellenwerts von 2 aufweisen. Sie sind in Abbildung 3-1 als rote Punkte ausgewiesen. Ferner zählt jede dritte der 16 Hochrisikogruppen sowie gut jede zweite von den sich unterdurchschnittlich entwickelnden neun Hochrisikogruppen (jeweils fünf) zu den potenziellen Engpassbereichen beim Arbeitsangebot. Nimmt man die 37 Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen mit einem Substituierbarkeitsrisiko von 50 Prozent und mehr in den Blick, besteht in 43 Prozent (16 Fälle) die Gefahr potenzieller Angebotsengpässe. Eine Korrelationsanalyse bestätigt, dass zwischen der Relation der Anzahl der Arbeitslosen zu den gemeldeten Stellen und dem Ausmaß des Beschäftigungswachstums ein signifikant positiver Zusammenhang besteht, der auch erhalten bleibt, wenn man für das Automatisierungsrisiko kontrolliert. Dies impliziert, dass die Analyse der Beschäftigungsentwicklung im Zuge der Digitalisierung teilweise stark von Angebotseffekten überlagert wird. So ist denkbar, dass ein fehlendes Fachkräfteangebot in manchen Berufshauptgruppen durch einen vermehrten Einsatz von Helfern zu kompensieren versucht wird.

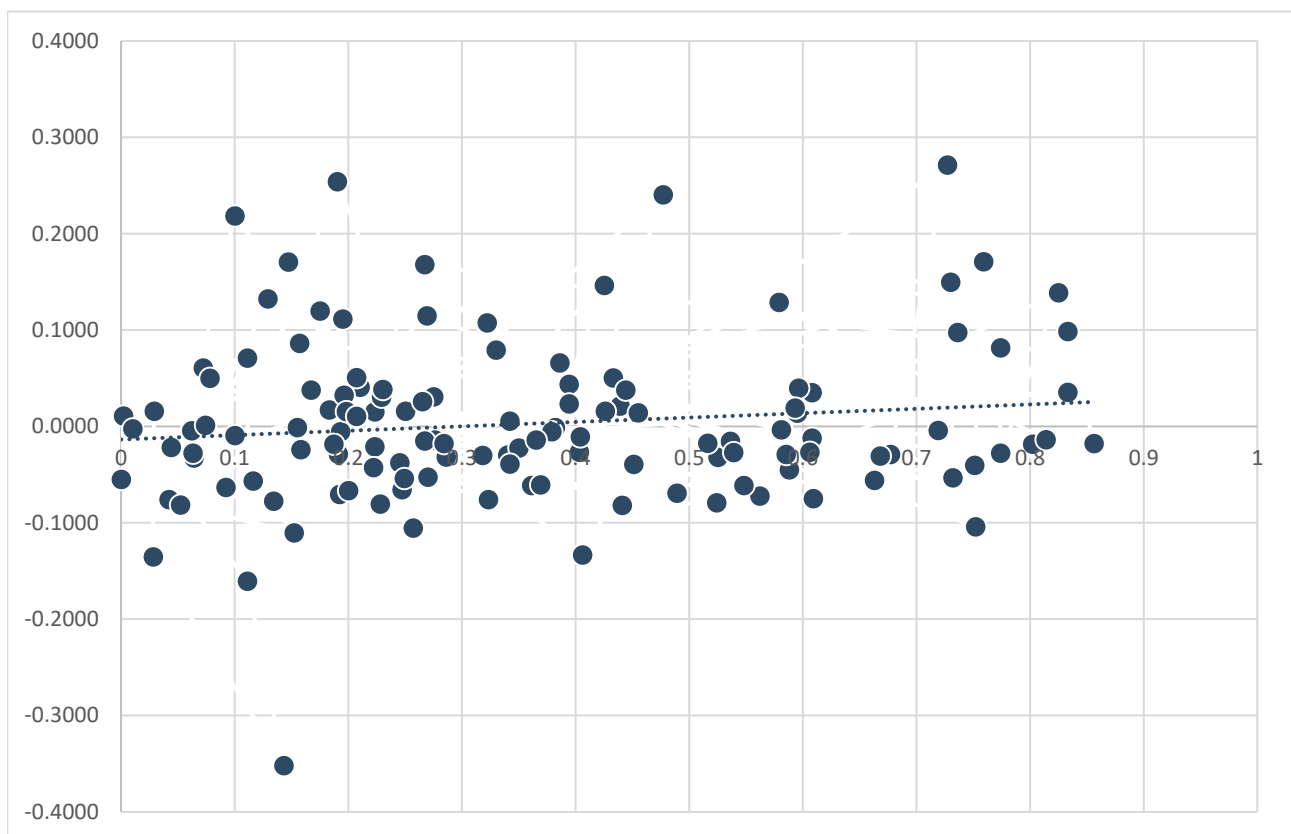
Die Berufshauptgruppen bilden in sich relativ homogene berufsfachliche Teilarbeitsmärkte (Matthes et al., 2015, 4). In der tatsächlich beobachtbaren Beschäftigungsentwicklung können sich daher unter Umständen auch Effekte verbergen, die weder einen Bezug zur Automatisierung noch zu potenziellen Angebotsengpässen haben. So ist vorstellbar, dass eine Berufshauptgruppe in allen Anforderungsniveaus von spezifischen Branchen- und Berufstrends betroffen ist, die die Nachfrage nach Arbeitskräften des betrachteten Berufssegments insgesamt beeinflusst. Dazu zählen zum Beispiel Auswirkungen der Globalisierung in Form von Importkonkurrenz oder Standortverlagerungen bzw. Nachfrageeffekte des Strukturwandels bei einkommenselastischen Gütern oder Dienstleistungen, die allenfalls indirekt mit den Automatisierungspotenzialen von Software, Algorithmen und Robotern zusammenhängen.

In einem weiteren Schritt wird deshalb zunächst eine Bereinigung der tatsächlichen Wachstumsrate der Beschäftigung in einer Berufshauptgruppen-Anforderungskombination vorgenommen. Dabei wird unterstellt, dass sich ein einheitlicher Effekt oder Trend symmetrisch auf die Ent-

wicklung der gesamten Beschäftigung in einem beruflichen Segment auswirkt. Eine weitere Annahme ist, dass Tätigkeiten auf einem Anforderungsniveau, die einen relativ großen Anteil an der Beschäftigung in einem beruflichen Teilarbeitsmarkt ausmachen, von berufsfachlichen oder branchenbezogenen Trends in einem stärkeren Maß getroffen werden als Tätigkeitsbereiche mit einem geringen Beschäftigungsanteil. Zur Korrektur wird daher die Wachstumsrate der Beschäftigung in dieser Berufshauptgruppe insgesamt herangezogen und von der tatsächlich beobachtbaren Wachstumsrate der Beschäftigung in jeder der maximal vier Berufshauptgruppen-Anforderungskombinationen subtrahiert. Anschließend wird überprüft, ob die resultierenden bereinigten Wachstumsraten über alle beruflichen Teilarbeitsmärkte hinweg dann wiederum mit dem Substituierbarkeitsrisiko in einem statistischen Zusammenhang stehen.

Abbildung 3-2: Trendbereinigtes Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko

31. März 2014 bis 31. März 2017



Substituierbarkeitsrisiko = Abzisse. Beschäftigungswachstum = Ordinate.

Jeder Punkt entspricht einer Berufshauptgruppen-Anforderungsniveauekombination der KldB2010.

Trendbereinigung: tatsächliche Wachstumsrate minus Wachstumsrate einer Berufshauptgruppe.

Quellen: BA 2014c; 2017b; Dengler/Matthes, 2015; eigene Berechnungen

Abbildung 3-2 zeigt, dass die negative Korrelation verschwindet und das Vorzeichen positiv wird (wenn auch nicht signifikant). Dieser Befund bleibt erhalten, wenn man (einzeln oder gemeinsam) Berufshauptgruppen ausklammert, die im Grunde in jeder Branche anzutreffen sind (z. B. 43 – Informatik- und andere IKT-Berufe, 71 – Berufe in der Unternehmensführung, -organisation oder 91 – Geistes-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften). Auch dieser Robustheits-

check spricht dafür, bei der Ableitung genereller Beschäftigungstrends im Zuge der Digitalisierung zurückhaltend zu sein.

Weitergehende Aussagen sind daher nicht angebracht, da offen bleibt, ob die Annahme berechtigt ist, dass das Beschäftigungswachstum in einer Berufshauptgruppe insgesamt nicht bereits selber durch das Automatisierungspotenzial digitaler Technologien maßgeblich geprägt wird. Dies ist auf Basis des vorliegenden Datenmaterials nicht abschließend abzuschätzen. Allerdings zeigen Dengler und Matthes (2015, 13 f.), dass die Bandbreite der Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten von Einzelberufen in Berufssegmenten, zu denen die 36 Berufshauptgruppen aggregiert werden, sehr groß ist. Auch der Blick in Tabelle A-4-5 im Anhang illustriert, dass das Automatisierungsrisiko in einer Reihe von Berufshauptgruppen zwischen den vier Anforderungsniveaus erheblich variiert. Daher ist durchaus die Annahme gerechtfertigt, dass die beruflichen Teilarbeitsmärkte von spezifischen Trends betroffen sind, die nicht zwingend mit dem Automatisierungsrisiko in Verbindung stehen.

3.3 Zwischenfazit

Die einfache Analyse des Zusammenhangs zwischen der Beschäftigungsentwicklung in dem jüngeren Drei-Jahreszeitraum 31. März 2014 bis 31. März 2017 und dem Substituierbarkeitsrisiko signalisiert eine negative Korrelation. Dieser Befund steht auf den ersten Blick im Einklang mit der Hypothese, dass technischer Fortschritt im Zuge des digitalen Wandels arbeitsplatzsparend voranschreitet. Die negative Korrelation korrespondiert auch mit dem Befund von Dengler und Matthes (2018), die auf Basis der Beschäftigtenhistorik einen negativen Zusammenhang zwischen Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten finden.⁹

Die Robustheitschecks signalisieren allerdings, dass sich in der tatsächlich beobachtbaren Beschäftigungsentwicklung auch Engpässe beim Arbeitsangebot sowie Berufs- und Branchentrends, die sich unabhängig vom Automatisierungspotenzial digitaler Technologien vollziehen können, widerspiegeln. Inwiefern die negative Korrelation vor diesem Hintergrund auf negative Beschäftigungseffekte der Digitalisierung hindeutet, ist daher mit einem Fragezeichen zu versehen. Anzeichen, dass dieser Prozess bereits in kurzer Frist eingesetzt hat, finden sich derzeit noch nicht.

Gleichwohl bleibt die Hypothese, dass die Übernahme von Routinetätigkeiten durch Algorithmen, Computer und Roboter zu einem Beschäftigungsabbau führt, mit Blick auf die zukünftige Entwicklung weiterhin klärungsbedürftig. Doch selbst für den Fall, dass die Beschäftigung auf lange Sicht durch Automatisierung in einem Teilbereich zurückgeht, stellt sich die Frage, ob die Digitalisierung dann als das Bedrohungsszenario taugt, wie es heute in mancher Berichterstattung skizziert wird. Die Befunde der empirischen Analyse von Dauth et al. (2017) geben mit Blick auf langfristige Entwicklungslinien in dieser Perspektive eher Entwarnung. Diese Untersuchung greift zwar naturgemäß nicht die Substituierbarkeitsrisiken auf, auf deren Basis Bedrohungsszenarien entworfen werden, aber sie beschreibt die Auswirkungen eines verstärkten Einsatzes von Industrierobotern in Deutschland über einen 20-Jahreszeitraum (1994 bis 2014) zunächst auf

⁹ Dengler und Matthes (2018) ermitteln höhere Substituierbarkeitsrisiken gegenüber ihrer Ausgangsanalyse und begründen dies mit fortgeschrittenen technologischen Potenzialen.

die Beschäftigungsentwicklung in der Gesamtwirtschaft sowie getrennt im Verarbeitenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor. Anschließend prüft sie die Konsequenzen für die individuelle Beschäftigungsstabilität.

Der Effekt eines steigenden Industrierobotereinsatzes auf das Wachstum der Beschäftigung ist insgesamt neutral (Dauth et al., 2017, 19 ff.). Allerdings wird das Beschäftigungswachstum im Verarbeitenden Gewerbe und dabei insbesondere im Automotivesektor gebremst, im Dienstleistungssektor signifikant beschleunigt.¹⁰ Auf der Ebene des einzelnen (Industrie-) Arbeitnehmers ist hingegen eine Stabilisierung des Beschäftigungsverhältnisses beim gleichen Arbeitgeber zu beobachten, wenn sich der Einsatz von Industrierobotern intensiviert (Dauth et al., 2017, 30ff.). Zugleich finden die Autoren eine negative Korrelation zwischen der Anzahl junger Arbeitsmarkteinsteiger in die Industrie und einer steigenden Roboterintensität, während die Aussichten von ehemaligen Industriebeschäftigten wieder ein Beschäftigungsverhältnis in der Industrie aufzunehmen, nicht von einem steigenden Robotereinsatz beeinflusst wird.¹¹ Dauth et al. (2017) schließen daraus, dass Beschäftigungsanpassungen im Zuge des verstärkten Einsatzes von Industrierobotern weniger durch Entlassungen erfolgen, sondern langfristig über eine natürliche Fluktuation.

Ob die Befunde von Dauth et al (2017) zu den Auswirkungen des Einsatzes von Industrierobotern auch exemplarisch für die Automatisierungsfolgen in nicht-industriellen Bereichen stehen, ist offen. Sie nutzen selber als zusätzliche Kontrollvariable die Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien pro Beschäftigten, finden aber keinerlei signifikante Effekte auf das Beschäftigungswachstum.

Im Zusammenhang mit den Automatisierungspotenzialen von (digitalen) Technologien ist schließlich grundsätzlich zu beachten, dass entsprechende Konstrukte wie ein Substituierbarkeitsrisiko zunächst einmal nur die technische Dimension abbilden. Bereits in früheren Kommentierungen (z. B. Bonin et al., 2015 oder Arntz et al., 2016) zur Studie von Frey und Osborne (2013) ist darauf hingewiesen worden, dass die technologische Machbarkeit nicht mit der tatsächlichen technischen Umsetzung in den Betrieben gleichgesetzt werden kann. Negative Beschäftigungseffekte können durch eine Anpassung bei Aufgaben und Kompetenzen vermieden werden und nachgelagerte Effekte, die die Arbeitsnachfrage stimulieren, können potenzielle Beschäftigungseinbußen (über-)kompensieren. Beide Effekte können Gründe dafür sein, dass die individuelle Beschäftigungsstabilität nicht durch einen zunehmenden Robotereinsatz reduziert wird.

¹⁰ Offen bleibt bei Dauth et al. (2017), in welchem Umfang die zunehmende Verbreitung von Zeitarbeit im Zuge deren Liberalisierung zu einer Verzerrung des sektoralen Beschäftigungswandels führt. So wird ein wesentlicher Anteil der Zeitarbeiter in die Industrie und in typischen Industrietätigkeiten überlassen. Die Beschäftigungseinbußen des Verarbeitenden Gewerbes könnten daher überzeichnet sein.

¹¹ Die Aussichten von ehemaligen Industriebeschäftigten wieder ein Beschäftigungsverhältnis in der Industrie aufzunehmen, wird hingegen nicht von einem steigenden Robotereinsatz beeinflusst.

4 Schlussbemerkungen

Horrorszenarien über einen massiven Arbeitsplatzabbau im Zuge des digitalen Wandels mögen zwar ihren Weg in die mediale Berichterstattung und damit in die öffentliche Diskussion finden, einer wissenschaftlichen, empirischen Überprüfung halten sie allerdings nicht stand. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass sich nicht einmal ein einheitlicher, systematischer Trend am Arbeitsmarkt in Deutschland beobachten lässt. Dies mag darauf zurückzuführen sein, dass zwar die Digitalisierung in aller Munde ist, sich aber hinter dem Begriff unterschiedlichste Phänomene verbergen, die derzeit in Wirtschaft und Arbeitswelt ablaufen. Es kommt hinzu, dass Digitalisierung kein Tsunami ist, der über Unternehmen und Beschäftigte einbricht, sondern in seinen unterschiedlichsten Facetten menschengemacht ist. Der digitale Wandel ist gestaltbar und eine Gestaltungsaufgabe. Er wird damit auch von Betrieb zu Betrieb unterschiedliche Merkmale aufweisen und in unterschiedlichen Geschwindigkeiten ablaufen. Es bleibt abzuwarten, ob sich dann in der Zukunft systematische Entwicklungslinien auf dem Arbeitsmarkt herausgebildet haben werden.

Damit bleibt auch die Frage offen, mit welchen Maßnahmen die Politik den digitalen Wandel unterstützen kann, damit dieser beschäftigungsfreundlich verläuft. Man muss allerdings darauf hinweisen, dass die Re-Regulierung des Arbeitsmarktes in den letzten Jahren und die im Koalitionsvertrag angekündigten arbeitsmarktpolitischen Maßnahmen, insbesondere in Sachen Befristungen, Arbeit auf Abruf und Rückkehrrecht von Teilzeit in Vollzeit keinen Beitrag leisten werden, die Anpassungskapazität am Arbeitsmarkt zu erhöhen oder aufrechtzuerhalten. Denn eines ist relativ sicher. Das wirtschaftliche Umfeld bleibt für Unternehmen volatil, unter Umständen wird es sogar volatiler, weil mit der Digitalisierung Veränderungsprozesse einhergehen, von denen noch keiner weiß, wo sie enden werden. Unternehmen benötigen dann die Flexibilität, um sich auf Veränderungen einstellen zu können und um einen Anreiz zu haben, Beschäftigung aufrecht zu erhalten oder neue Arbeitsplätze zu schaffen. Die Arbeitsmarktpolitik der vergangenen Jahre war hier leider ein Rückschritt.

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, 2009, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) Deutschland, Stichtag 31. Dezember 2008, Nürnberg

BA, 2014a, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) Deutschland, Stichtag 31. Dezember 2013, Nürnberg

BA, 2014b, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 Deutschland, Stichtag 31. März 2013, Nürnberg

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

BA, 2014d, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der KldB 2010 Deutschland, Stichtag 31. Dezember 2013, Nürnberg

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

BA, 2017b, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der KldB 2010 Deutschland, Stichtag 31. März 2017, Nürnberg

BA, 2017c, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der KldB 2010 Deutschland, Stichtag 31. Dezember 2016, Nürnberg

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2016, Weissbuch Arbeiten 4.0, Berlin

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

BMWi, 2016, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016, Berlin

BMWi, 2017, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017, 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

CDU/CSU und SPD, 2018, Koalitionsvertrag, Ein neuer Aufbruch für Europa, eine neue Dynamik für Deutschland, ein neuer Zusammenhalt für unser Land, 7.2.2018, Berlin

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

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

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

Matthes, Britta / Meinken, Holger / Neuhauser, Petra, 2015, Berufssektoren und Berufssegmente auf Grundlage der KldB 2010, Methodenbericht der Bundesagentur für Arbeit – Statistik April 2015, Nürnberg

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



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

Anhang

Tabelle A-4-1: Digitalisierungsgrad und Unternehmensmerkmale

Multinomiale logistische Regression mit robusten Standardfehlern

| | 2015 | | 2017 | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| | Mittlerer Digitalisierungsgrad | Unternehmen 4.0 | Mittlerer Digitalisierungsgrad | Unternehmen 4.0 |
| Größe (Ref. bis unter 49) | | | | |
| 50-249 | 0,0387 (0,1933) | 0,2759 (0,2044) | 0,1650 (0,2076) | 0,2446 (0,2012) |
| 250 und mehr | 0,0547 (0,2718) | 0,4166 (0,2799) | 0,4961 (0,2778) | 0,2936 (0,2797) |
| Branche (Ref. Metall- und Elektroindustrie) | | | | |
| Sonstige Industrie | -0,1840 (0,2340) | 0,0590 (0,2532) | -0,0377 (0,2273) | 0,1331 (0,2427) |
| Unternehmensnahe Dienstleistungen | 0,6152 (0,2588)** | 1,0163 (0,2745)*** | 0,4376 (0,2610)* | 0,1270 (0,2552)*** |
| Gesellschaftsnahe Dienstleistungen | 0,3147 (0,2770) | 0,7205 (0,2960)** | 0,3529 (0,2716) | 0,9730 (0,2711)*** |
| Forschung und Entwicklung (1=ja) | 0,2764 (0,1990) | 0,3873 (0,2092)* | 0,2647 (0,2039) | 0,5344 (0,2124)** |
| Produktinnovation (1=ja) | 0,1720 (0,1762) | 0,4565 (0,1899)** | 0,0185 (0,1793) | 0,6037 (0,1823)*** |
| Prozessinnovation (1=ja) | 0,0353 (0,1806) | 0,3122 (0,1894)* | 0,0440 (0,1802) | 0,2309 (0,1823) |
| Auslandsaktivität (1=ja) | 0,4100 (0,1853)** | 0,4698 (0,1990)** | -0,0020 (0,1928) | 0,0289 (0,2022) |
| Anteil der Auszubildenden | -0,0113 (0,0150) | 0,0300 (0,0149)** | -0,0441 (0,0186)** | 0,0196 (0,01612) |
| Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung | 0,0034 (0,0047) | 0,0109 (0,0060)* | 0,0155 (0,0051)*** | 0,0108 (0,0055)** |
| Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener beruflicher Fortbildung | 0,0068 (0,0071) | 0,0258 (0,0084)*** | 0,0166 (0,0074)** | 0,0159 (0,0077)** |
| Anteil der Akademiker | 0,0158 (0,0057)*** | 0,0282 (0,0065)*** | 0,0138 (0,0057)** | 0,0177 (0,0059)*** |
| Anteil der unter-25-Jährigen | | | 0,0172 (0,0106) | 0,0095 (0,0101) |
| Anteil der 40- bis 54-Jährigen | -0,0173 (0,0051)*** | -0,0169 (0,0053)*** | | |
| Anteil der 55-Jährigen und Älteren | -0,0188 (0,0065)*** | -0,0239 (0,0070)*** | -0,0083 (0,0050)* | -0,0152 (0,0058)*** |
| Anzahl | 1.081 | | 1.038 | |
| Pseudo-R ² | 0,0828 | | 0,0748 | |

Robuste Standardfehler in (). * p<0,10; **p<0,05; ***p<0,01

Sonstige Kontrollvariablen (nicht in Tabelle berichtet): Unternehmensalter, Unternehmensform, Standort, Tarifbindung, Interessenvertretung, Ertragslage, Anteil weiblicher Beschäftigte

Quellen: IW-Personalpanel 2015; 2017; eigene Berechnungen

Tabelle A-4-2: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsgrad

Logistische Regression – marginale Effekte

| | Beschäftigungsplus zwischen Jahresende 2012 und Jahresende 2014 | Beschäftigungsplus zwischen Jahresende 2014 und Jahresende 2016 |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0) | | |
| Unternehmen 4.0 | -0,0209 (0,331) | 0,0125 (0,0355) |
| Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad | 0,0031 (0,0359) | 0,0530 (0,0351) |
| Anzahl | 1.071 | 1.006 |
| Pseudo-R ² | 0,01167 | 0,1493 |

Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Ertragslage.

Quellen: IW-Personalpanel 2015; 2017; eigene Berechnungen

Tabelle A-4-3: Geschätzte Beschäftigungsveränderung nach Branchengruppen

Bedingte Wahrscheinlichkeiten einer konstanten oder positiven Beschäftigungsentwicklung und geschätzte durchschnittliche Wachstumsrate in Prozent – Jahresende 2014 bis 2016

| | Metall- und Elektro- Industrie | | Sonstige Industrie (inkl. Bau) | | Unternehmensnahe Dienstleister | | Gesellschaftsnahe Dienstleister | |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|
| | 12/2012 – 12/2014 | 12/2014 – 12/2016 | 12/2012 – 12/2014 | 12/2014 – 12/2016 | 12/2012 – 12/2014 | 12/2014 – 12/2016 | 12/2012 – 12/2014 | 12/2014 – 12/2016 |
| Unternehmen 4.0 | | | | | | | | |
| Konstante Beschäftigung ¹⁾ | 14,0 | 25,0 | 12,2 | 25,3 | 17,1 | 16,4 | 12,8 | 19,6 |
| Beschäftigungsplus ¹⁾ | 55,4 | 49,9 | 69,4 ⁺ | 54,0 | 59,4 | 62,1 | 68,3 | 64,1 |
| Wachstumsrate ²⁾ | 5,7 | 4,5 | 13,4 ⁺⁺ | 4,8 | 10,5 | 9,0 | 10,7 | 9,3 |
| Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad | | | | | | | | |
| Konstante Beschäftigung ¹⁾ | 9,0 | 13,4 | 17,4 | 16,2 | 15,8 | 17,5 | 18,1 | 22,2 |
| Beschäftigungsplus ¹⁾ | 59,9 | 66,5 ⁺⁺ | 58,8 | 54,4 | 60,5 | 65,5 | 62,0 | 56,3 |
| Wachstumsrate ²⁾ | 6,9 | 9,5 ⁺⁺ | 12,8 ⁺⁺ | 4,7 | 6,3 | 7,4 | 10,5 | 4,3 |
| Unternehmen 3.0 | | | | | | | | |
| Konstante Beschäftigung ¹⁾ | 15,9 | 16,9 | 18,4 | 16,2 | 14,8 | 16,1 | 17,3 | 17,6 |
| Beschäftigungsplus ¹⁾ | 60,7 | 51,8 | 53,5 | 58,5 | 65,4 | 60,7 | 63,1 | 58,4 |
| Wachstumsrate ²⁾ | 6,4 | 2,8 | 4,7 | 6,7 | 9,9 | 8,4 | 9,9 | 5,8 |

1) Methode: multinomiale logistische Regression mit robusten Standardfehlern. Basis: durchschnittliche marginale Effekte. Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen. Rest zu 100: Beschäftigungsrückgang.

2) Methode: OLS Regression mit robusten Standardfehlern (mit Ausreißerkontrolle). Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen.

+/- p<0,10; ++/-- p<0,05; +++/--- p<0,01

Quelle: IW-Personalpanel 2017

Tabelle A-4-4: Geplanter Beschäftigungsaufbau im laufenden Kalenderjahr

Logistische Regression – marginale Effekte

| | Geplanter Beschäftigungsaufbau in 2015 | Geplanter Beschäftigungsaufbau in 2017 |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Digitalisierungsgrad (Ref. Unternehmen 3.0) | | |
| Unternehmen 4.0 | -0,0104 (0,0341) | -0,0108 (0,0364) |
| Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad | -0,0035 (0,0320) | 0,0136 (0,0355) |
| Anzahl | 1.078 | 1.013 |
| Pseudo-R ² | 0,1377 | 0,1342 |

Robuste Standardfehler in Klammern.

Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter, Tarifbindung, betriebliche Interessenvertretung, F&E-Aktivität, Innovationsaktivität, Auslandsaktivität, Unternehmensform, Regionstyp, Anteil von Frauen, Anteil unterschiedlicher Qualifikationsgruppen, Anteil unterschiedlicher Altersgruppen, Beschäftigungsentwicklung in den drei Vorjahren.

Quellen: IW-Personalpanel 2015; 2017; eigene Berechnungen

Tabelle A-4-5: Beschäftigungswachstum nach Berufssegmenten

Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko

| Berufshauptgruppe | Anforderungs-niveau | 31.12.2013 bis 31.12.2016 | 31.03.2014 bis 31.03.2017 | Substituierbar-keitspotenzial |
|------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 11 Land-, Tier-, Forstwirtschaftsberufe | Helfer | 0,1363 | 0,0996 | 0,433 |
| | Fachkraft | 0,0240 | 0,0194 | 0,34 |
| | Spezialist | 0,0435 | 0,0349 | 0,276 |
| | Experte | -0,0311 | -0,0313 | 0,228 |
| 12 Gartenbauberufe, Floristik | Helfer | 0,2810 | 0,2359 | 0,425 |
| | Fachkraft | 0,0395 | 0,0283 | 0,361 |
| | Spezialist | 0,0176 | 0,0136 | 0,323 |
| | Experte | 0,1311 | 0,1274 | 0,167 |
| 21 Rohstoffgewinn, Glas-, Keramikverarbeitung | Helfer | 0,0543 | 0,0521 | 0,736 |
| | Fachkraft | -0,0670 | -0,0639 | 0,802 |
| | Spezialist | -0,0936 | -0,1014 | 0,663 |
| | Experte | -0,1126 | -0,1159 | 0,192 |
| 22 Kunststoff- u. Holzherst., -verarbeitung | Helfer | 0,2231 | 0,2049 | 0,73 |
| | Fachkraft | 0,0048 | 0,0019 | 0,732 |
| | Spezialist | 0,0062 | 0,0103 | 0,588 |
| | Experte | 0,0260 | 0,0232 | 0,525 |
| 23 Papier-, Druckberufe, tech. Mediengestalt. | Helfer | 0,1978 | 0,1831 | 0,825 |
| | Fachkraft | -0,0599 | -0,0596 | 0,752 |
| | Spezialist | 0,1292 | 0,1238 | 0,33 |
| | Experte | 0,2228 | 0,2123 | 0,267 |
| 24 Metallerzeugung, -bearbeitung, Metallbau | Helfer | 0,0866 | 0,0804 | 0,774 |
| | Fachkraft | -0,0295 | -0,0287 | 0,774 |
| | Spezialist | -0,0147 | -0,0132 | 0,608 |
| | Experte | -0,0113 | -0,0023 | 0,382 |
| 25 Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe | Helfer | 0,3294 | 0,3416 | 0,727 |
| | Fachkraft | 0,0400 | 0,0414 | 0,677 |
| | Spezialist | -0,0033 | -0,0019 | 0,562 |
| | Experte | 0,0752 | 0,0760 | 0,342 |
| 26 Mechatronik-, Energie- u. Elektroberufe | Helfer | 0,1673 | 0,1615 | 0,579 |
| | Fachkraft | 0,0153 | 0,0192 | 0,814 |
| | Spezialist | 0,0268 | 0,0286 | 0,719 |
| | Experte | 0,0023 | 0,0062 | 0,606 |
| 27 Techn.Entwickl.Konstr.Produktionssteuer. | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0567 | 0,0552 | 0,668 |
| | Spezialist | 0,0667 | 0,0684 | 0,516 |

| | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------|---------|---------|-------|
| | Experte | 0,1268 | 0,1296 | 0,394 |
| 28 Textil- und Lederberufe | Helfer | 0,2265 | 0,2057 | 0,759 |
| | Fachkraft | -0,0040 | -0,0057 | 0,751 |
| | Spezialist | 0,0295 | 0,0192 | 0,536 |
| | Experte | 0,0438 | 0,0558 | 0,439 |
| 29 Lebensmittelherstellung u. -verarbeitung | Helfer | 0,2177 | 0,2088 | 0,322 |
| | Fachkraft | 0,0312 | 0,0335 | 0,488 |
| | Spezialist | 0,0298 | 0,0323 | 0,489 |
| | Experte | 0,0705 | 0,0747 | 0,403 |
| 31 Bauplanung,Architektur, Vermessungsberufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0286 | 0,0252 | 0,524 |
| | Spezialist | 0,0204 | 0,0225 | 0,441 |
| | Experte | 0,1408 | 0,1451 | 0,21 |
| 32 Hoch- und Tiefbauberufe | Helfer | 0,2966 | 0,3016 | 0,1 |
| | Fachkraft | 0,0068 | 0,0074 | 0,042 |
| | Spezialist | 0,0144 | 0,0175 | 0,247 |
| | Experte | 0,0161 | 0,0200 | 0,092 |
| 33 (Innen-)Ausbauberufe | Helfer | 0,3214 | 0,3068 | 0,19 |
| | Fachkraft | 0,0227 | 0,0212 | 0,286 |
| | Spezialist | 0,0403 | 0,0376 | 0,267 |
| | Experte | | | |
| 34 Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe | Helfer | 0,0981 | 0,0942 | 0,444 |
| | Fachkraft | 0,0522 | 0,0530 | 0,581 |
| | Spezialist | 0,0771 | 0,0703 | 0,595 |
| | Experte | -0,0100 | -0,0047 | 0,548 |
| 41 Mathematik-Biologie-Chemie-, Physikberufe | Helfer | 0,0990 | 0,1052 | 0,833 |
| | Fachkraft | -0,0142 | -0,0108 | 0,856 |
| | Spezialist | -0,0714 | -0,0682 | 0,609 |
| | Experte | 0,0194 | 0,0219 | 0,223 |
| 42 Geologie-, Geografie-, Umweltschutzberufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0859 | 0,0757 | 0,35 |
| | Spezialist | 0,0415 | 0,0440 | 0,269 |
| | Experte | 0,1486 | 0,1489 | 0,207 |
| 43 Informatik- und andere IKT-Berufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,1724 | 0,1719 | 0,275 |
| | Spezialist | 0,0769 | 0,0806 | 0,369 |
| | Experte | 0,2233 | 0,2275 | 0,157 |
| | Helfer | 0,1565 | 0,1582 | 0,608 |

| | | | | |
|-----------------------------------------------------|------------|---------|---------|-------|
| 51 Verkehr, Logistik (außer Fahrzeugführ.) | Fachkraft | 0,0936 | 0,0930 | 0,318 |
| | Spezialist | 0,0166 | 0,0174 | 0,257 |
| | Experte | 0,1031 | 0,1019 | 0,223 |
| 52 Führer von Fahrzeug- u. Transportgeräten | Helfer | 0,1185 | 0,1144 | 0,833 |
| | Fachkraft | 0,0770 | 0,0778 | 0,155 |
| | Spezialist | 0,0362 | 0,0398 | 0,451 |
| 53 Schutz-, Sicherheits-, Überwachungsberufe | Experte | -0,0747 | -0,0544 | 0,406 |
| | Helfer | 0,1370 | 0,1333 | 0,284 |
| | Fachkraft | 0,1479 | 0,1466 | 0,062 |
| 54 Reinigungsberufe | Spezialist | 0,2849 | 0,2625 | 0,195 |
| | Experte | 0,0753 | 0,0736 | 0,134 |
| | Helfer | 0,1293 | 0,1289 | 0,25 |
| 61 Einkaufs-, Vertriebs- und Handelsberufe | Fachkraft | 0,0592 | 0,0564 | 0,116 |
| | Spezialist | 0,1228 | 0,1300 | 0,183 |
| | Experte | | | |
| 62 Verkaufsberufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0773 | 0,0760 | 0,426 |
| | Spezialist | 0,0349 | 0,0363 | 0,158 |
| 63 Tourismus-, Hotel- und Gaststättenberufe | Experte | 0,0866 | 0,0860 | 0,265 |
| | Helfer | 0,3140 | 0,3022 | 0,477 |
| | Fachkraft | 0,0506 | 0,0511 | 0,404 |
| 71 Berufe Unternehmensführung, -organisation | Spezialist | -0,0099 | -0,0049 | 0,2 |
| | Experte | 0,0148 | 0,0192 | 0,222 |
| | Helfer | 0,2792 | 0,2780 | 0,175 |
| 72 Finanzdienstl.Rechnungsw., Steuerberatung | Fachkraft | 0,1269 | 0,1295 | 0,191 |
| | Spezialist | 0,1093 | 0,1054 | 0,27 |
| | Experte | 0,1166 | 0,1205 | 0,245 |
| 73 Berufe in Recht und Verwaltung | Helfer | 0,0788 | 0,0787 | 0,596 |
| | Fachkraft | 0,0091 | 0,0097 | 0,585 |
| | Spezialist | 0,1482 | 0,1537 | 0,269 |
| 73 Berufe in Recht und Verwaltung | Experte | 0,0668 | 0,0711 | 0,196 |
| | Helfer | | | |
| | Fachkraft | -0,0258 | -0,0299 | 0,539 |
| 73 Berufe in Recht und Verwaltung | Spezialist | 0,0180 | 0,0164 | 0,593 |
| | Experte | 0,0603 | 0,0634 | 0,386 |
| | Helfer | | | |
| 73 Berufe in Recht und Verwaltung | Fachkraft | 0,0525 | 0,0530 | 0,379 |
| | Spezialist | 0,0860 | 0,0887 | 0,229 |
| | Experte | | | |

| | | | | |
|-------------------------------------------------------|------------|---------|---------|-------|
| | Experte | 0,0482 | 0,0530 | 0,193 |
| 81 Medizinische Gesundheitsberufe | Helfer | 0,0884 | 0,0914 | 0,198 |
| | Fachkraft | 0,0625 | 0,0616 | 0,365 |
| | Spezialist | 0,0687 | 0,0663 | 0,1 |
| | Experte | 0,1359 | 0,1364 | 0,072 |
| 82 Nichtmed.Gesundheit, Körperpfl., Medizint. | Helfer | 0,1732 | 0,1808 | 0,111 |
| | Fachkraft | 0,0762 | 0,0770 | 0,064 |
| | Spezialist | 0,1517 | 0,1483 | 0,23 |
| | Experte | 0,1269 | 0,1203 | 0,207 |
| 83 Erziehung, soz., hauswirt.Berufe, Theologie | Helfer | 0,3378 | 0,3391 | 0,147 |
| | Fachkraft | 0,1718 | 0,1694 | 0,074 |
| | Spezialist | 0,0606 | 0,0578 | 0,152 |
| | Experte | 0,0847 | 0,0867 | 0,052 |
| 84 Lehrende und auszubildende Berufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0406 | 0,0376 | 0 |
| | Spezialist | 0,0960 | 0,1035 | 0,002 |
| | Experte | 0,0887 | 0,0903 | 0,01 |
| 91 Geistes-Gesellschaftswirtschaftswissen. | Helfer | 0,1388 | 0,1096 | 0,111 |
| | Fachkraft | -0,0822 | -0,0820 | 0,143 |
| | Spezialist | 0,1235 | 0,1347 | 0,028 |
| | Experte | 0,2777 | 0,2858 | 0,029 |
| 92 Werbung, Marketing, kaufm, red.Medienberufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0716 | 0,0721 | 0,249 |
| | Spezialist | 0,1712 | 0,1759 | 0,078 |
| | Experte | 0,0936 | 0,1044 | 0,044 |
| 93 Produktdesign, Kunsthandwerk | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0072 | 0,0068 | 0,342 |
| | Spezialist | 0,0233 | 0,0275 | 0,187 |
| | Experte | 0,1812 | 0,1783 | 0,129 |
| 94 Darstellende, unterhaltende Berufe | Helfer | | | |
| | Fachkraft | 0,0766 | 0,0872 | 0,455 |
| | Spezialist | 0,0934 | 0,0965 | 0,394 |
| | Experte | 0,0374 | 0,0452 | 0,063 |
| Korrelationskoeffizient | | -0,2631 | -0,2534 | |

Quellen: BA 2014c; 2014d; 2017b; 2017c; Dengler/Matthes, 2015, 27 ff.; eigene Berechnungen

Abstract

Don't Be Afraid of Robots – The Impact of Digitisation on Employment: Revisited

The impact of digital change on employment and the employment prospects of workers 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. The evidence, at least, suggests that an employment decline and mass job losses resulting from an ongoing process of digital change have not occurred yet. In this respect, doomsday prophecies are not likely to fulfill – at least in the short run or in the medium-term perspective.

Evidence based in on the IW-Human-Resource-Manager-Panel shows that the proportion of highly digitised companies exhibiting an employment growth between 2014 and 2016 (50 per cent) exceeds that of less digitised firms (40 per cent). The same applies to the firms' plans to expand their staff size in the running calendar year. However, the differences between highly and less digitised companies cannot be attributed to the level of digitisation.

The employment trend at the sectoral level is nonuniform and does not correlate with the level of digitisation of a sector or the change of this level over the recent years. While employment in the ICT-sector and in selected service sectors grew, it decreased in the finance and insurance industry. These industries have witnessed an acceleration of the transformation process. A significant employment growth, however, also occurred in the transport and health sectors where the level of digitisation remained constant.

Several studies argue that some occupations are particularly exposed to the risk of automation and, thus, the affiliated jobs may be substituted by robots, artificial intelligence or computers at a large scale. Indeed, the correlation between the proposed probability of being automated and the growth rate of employment across the universe of occupations and skill-levels is both negative and significant. However, 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 rather be attributed to a lack of labour supply instead of a decreasing labour demand.

Tabellenverzeichnis

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 2-1: Sektorales Beschäftigungswachstum und digitaler Wandel | 11 |
| Tabelle 3-1: Beschäftigungsentwicklung und Substituierbarkeitsrisiko..... | 16 |
| Tabelle A-4-1: Digitalisierungsgrad und Unternehmensmerkmale..... | 26 |
| Tabelle A-4-2: Beschäftigungswachstum und Digitalisierungsgrad | 27 |
| Tabelle A-4-3: Geschätzte Beschäftigungsveränderung nach Branchengruppen..... | 28 |
| Tabelle A-4-4: Geplanter Beschäftigungsaufbau im laufenden Kalenderjahr..... | 29 |
| Tabelle A-4-5: Beschäftigungswachstum nach Berufssegmenten | 30 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 2-1: Beschäftigungsentwicklung und Digitalisierungsgrad | 8 |
| Abbildung 2-2: Personalplanungen und Digitalisierungsgrad | 9 |
| Abbildung 2-3: Beschäftigungswachstum in Vollzeit und Teilzeit..... | 12 |
| Abbildung 2-4: Beschäftigungswachstum nach Anforderungsniveau..... | 13 |
| Abbildung 3-1: Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko | 17 |
| Abbildung 3-2: Trendbereinigtes Beschäftigungswachstum und Substituierbarkeitsrisiko ... | 19 |

