



IW-Trends 4/2020

(Keine) Angst vor Robotern? Aktualisierte Befunde zu potenziellen Beschäftigungseffekten der Digitalisierung

Oliver Stettes

Vorabversion aus: IW-Trends, 47. Jg. Nr. 4
Herausgegeben vom Institut der deutschen Wirtschaft Köln e. V.

Verantwortliche Redakteure:

Prof. Dr. Michael Grömling, Telefon: 0221 4981-776

Holger Schäfer, Telefon: 030 27877-124

groemling@iwkoeln.de · schaefer.holger@iwkoeln.de · www.iwkoeln.de

Die IW-Trends erscheinen viermal jährlich, Bezugspreis € 50,75/Jahr inkl. Versandkosten.

Rechte für den Nachdruck oder die elektronische Verwertung erhalten Sie über
lizenzen@iwkoeln.de.

ISSN 0941-6838 (Printversion)

ISSN 1864-810X (Onlineversion)

© 2020 Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH

Postfach 10 18 63, 50458 Köln

Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln

Telefon: 0221 4981-452

Fax: 0221 4981-445

iwmedien@iwkoeln.de

www.iwmedien.de

(Keine) Angst vor Robotern? Aktualisierte Befunde zu potenziellen Beschäftigungseffekten der Digitalisierung

Oliver Stettes, Dezember 2020

Zusammenfassung

Die Beschäftigungseffekte digitaler Technologien bleiben weiterhin diffus. Empirische Analysen auf betrieblicher und beruflicher Ebene finden derzeit zumindest keine Belege dafür, dass der digitale Wandel zu einem systematischen Abbau von Arbeitsplätzen geführt hat oder noch führen wird. Befunde auf Basis des IW-Personalpanels 2019 und 2020 zeigen zum Beispiel, dass die Personalplanungen der Unternehmen für das laufende Geschäftsjahr in keinem systematischen Zusammenhang mit der Anzahl und der Art der eingesetzten Digitalisierungstechnologien stehen. Unternehmen, die im Laufe des Jahres 2020 Personal abbauen wollen, setzen durchschnittlich 2,4 Technologien ein – fast ebenso viele wie Unternehmen, die eine Vergrößerung der Belegschaft planen (2,5). In Unternehmen, die im laufenden Geschäftsjahr gleich viel Personal beschäftigen wollen, ist der Technikeinsatz mit durchschnittlich 2,1 Technologien etwas verhaltener. Automatisierungseffekte scheinen zwar das Beschäftigungswachstum zwischen 2014 und 2019 gebremst zu haben. Allerdings signalisiert die Analyse auf Berufsebene, dass in gleichem Umfang Fachkräfteengpässe einem größeren Ausbau der Beschäftigung im Weg standen. Dies gilt vor allem für Fachkräfte und Spezialistentätigkeiten. Schließlich implizieren die empirischen Befunde insbesondere für Helfertätigkeiten, dass die Möglichkeiten zur Automatisierung häufig nicht ausgeschöpft werden oder sich weniger stark auf die Beschäftigung auswirken als angenommen.

Stichwörter: Arbeitskräftenachfrage, technischer Wandel: Entscheidungen und Tragweite; Diffusionsprozesse

JEL-Klassifikation: J23, O33

DOI: 10.2373/1864-810X.20-04-05

Einleitende Bemerkungen

Trägt der digitale Wandel zum Aufbau oder Abbau von Arbeitsplätzen bei? Diese Frage bewegt Wissenschaft, Sozialpartner und Politik in den letzten Jahren. In einer Reihe von Studien wurden Szenarien entwickelt, wonach ein mehr oder weniger großer Anteil von Beschäftigten beziehungsweise Arbeitsplätzen Gefahr laufe, durch digitale Technologien, insbesondere Roboter, ersetzt zu werden (z. B. Frey/Osborne, 2013; Dengler/Matthes, 2015; Arntz et al., 2016; Bonin et al., 2015). Für eine Volkswirtschaft wie Deutschland, die einen langanhaltenden Beschäftigungsaufschwung erleben durfte, wirkten derartige Szenarien lange Zeit wie eine Bedrohung einer arbeitsmarktpolitischen Idylle. Diese ist mittlerweile verschwunden, nicht zuletzt angesichts erster bereits beobachtbarer Verwerfungen auf dem Arbeitsmarkt durch die Corona-Pandemie (BA, 2020) und einer relativ großen Unsicherheit über die Spätfolgen, die erst in den kommenden Monaten spürbar werden. Daher bleibt abzuwarten, ob Automatisierung und Standardisierung einen technologiebedingten Abbau von Arbeitsplätzen in einer Zukunft nach Corona induzieren könnten. Eine finale Antwort blieb in den früheren Jahren angesichts einer eher bislang diffusen empirischen Evidenz aus (Stettes, 2018; 2019), woraus sich der Auftrag ergibt, die Entwicklung der Beschäftigung in Abhängigkeit von potenziellen Substituierbarkeitsrisiken im Auge zu behalten.

Die vorliegende Analyse nimmt diesen Faden auf und prüft, ob der Einsatz von Digitalisierungs- und Robotertechnologien mit einem systematischen Beschäftigungstrend einhergeht. Dazu wird in einem ersten Schritt ein kurzer Überblick über die jüngere empirische Evidenz auf Betriebs- beziehungsweise Unternehmensebene gegeben. Dieser wird von einer Analyse der Personalplanungen von hiesigen Unternehmen in den Jahren 2019 und 2020 auf Basis des IW-Personalpanels ergänzt. In einem zweiten Schritt wird untersucht, wie sich die Beschäftigung in Abhängigkeit eines unterstellten Automatisierungsrisikos für unterschiedliche Berufssegmente zwischen März 2014 und März 2019 entwickelt hat.

Beschäftigungstrends auf Unternehmensebene

Analysen auf Basis früherer Wellen des IW-Personalpanels ließen keinen systematischen Zusammenhang zwischen der Beschäftigungsentwicklung in einem Unternehmen und dem Digitalisierungsgrad oder dem Erfahrungshorizont beim Einsatz einzelner digitaler Technologien erkennen (Stettes, 2019). Gleiches gilt

auch für Studien auf Basis der IAB-Stellenerhebung (Warning/Weber, 2017; 2018) und der IAB-ZEW-Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“ in Kombination mit der Beschäftigtenhistorik des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) (Lehmer/Matthes, 2017). Zumindest setzen alle diese Studien ein Fragezeichen an die Hypothese, dass durch die Einführung von Digitalisierungstechnologien vor Ort systematisch Arbeitsplätze verloren gehen könnten. Dass ein Arbeitsplatzabbau aber in Einzelfällen möglich ist, zeigen Haepf et al. (2019, 23) auf Basis des Linked-Personnel-Panels. In jedem zwanzigsten Fall ging mit der Einführung einer neuen Digitalisierungstechnologie ein Personalabbau einher. Im Durchschnitt betraf diese Maßnahme 8 Prozent der Beschäftigten.

Die oben genannten Studien basieren alle auf Querschnittserhebungen. Im Verlauf der letzten beiden Jahre sind einige Analysen publiziert worden, die auf Basis von Paneldaten erstellt wurden:

- Acemoglu et al. (2020) analysieren für den Zeitraum 2010 bis 2015 unter anderem die Entwicklung der Beschäftigung in französischen Unternehmen, wobei die Anzahl der Arbeitsstunden als Proxy für das Beschäftigungslevel verwendet wird. Wo Roboter in diesem Zeitraum zum Einsatz kamen, stieg das Arbeitsvolumen um 10,9 Prozent. Auch wenn zugleich der Anteil der Beschäftigten in der Produktion um 1,6 Prozentpunkte gesunken ist, ist dies nicht gleichbedeutend mit einem potenziellen Rationalisierungseffekt bei dieser Beschäftigtengruppe. Denn die Autoren finden neben einem Produktivitätseffekt von 9,5 Prozent zum Beispiel im ungewichteten Sample einen Anstieg der absoluten Wertschöpfung in Höhe von 20,4 Prozent (ebenfalls im ungewichteten Sample). Der Rückgang beim Beschäftigungsanteil der Produktionsbeschäftigten ist dann unter Umständen lediglich die Folge des Beschäftigungsaufbaus in anderen Unternehmensbereichen, der aus der Ausdehnung der Geschäftsaktivitäten erfolgt.
- Aghion et al. (2020, 18 ff., 30 ff.) finden bei einer Analyse französischer Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe, dass im Anschluss an eine markante Investition in Automatisierungstechnologien die Beschäftigung in diesen Unternehmen (in einem Zeitraum von bis zu zehn Jahren) ansteigt. Ob eine solche Investition stattgefunden hat, wird anhand einer deutlichen Veränderung der Spitzenkapazität beim Stromverbrauch für Elektromotoren in der Produktion als Proxy abgelesen. Ihr Ergebnis bleibt qualitativ auch bei unterschiedlichen Schätzver-

fahren erhalten. Die Beschäftigung steigt in allen drei Qualifikationsgruppen (Hoch-, Mittel- und Geringqualifizierte), wobei das Konfidenzintervall für Geringqualifizierte relativ groß ist und in den negativen Wertebereich hineinreicht. Die relativen Löhne bleiben konstant, was nahelegt, dass die positiven Beschäftigungseffekte in den einzelnen Gruppen nicht auf unterschiedliche Lohnentwicklungen zurückzuführen sind.

- Bessen et al. (2019) zeigen, dass im Laufe einer 16-jährigen Untersuchungsperiode in niederländischen Unternehmen nach einem für sie markanten Anstieg des Investitionsvolumens in Automatisierungstechnologien – sogenannte automation cost spikes – die Wahrscheinlichkeit für eine Kündigung des Beschäftigungsverhältnisses ansteigt. Für Beschäftigte mit einer Betriebszugehörigkeitsdauer von mindestens drei Jahren ist die Wahrscheinlichkeit einer Entlassung im ersten Jahr nach der Investition um 16 Prozent, über einen Fünf-Jahreszeitraum nach der Investition um 24 Prozent höher als in der Vergleichsgruppe der Beschäftigten, in deren Unternehmen nicht in außerordentlich hohem Maß in Automatisierungstechnologien investiert wurde. Die Entlassungswahrscheinlichkeit ist für geringqualifizierte Beschäftigte – näherungsweise definiert als solche, die das unterste Verdienstquartil belegen – signifikant kleiner als für Beschäftigte in den anderen drei Verdienstquartilen, bei denen davon ausgegangen wird, dass ihr Qualifikations- und Kompetenzniveau höher ist. Dieser Befund überrascht insofern, weil üblicherweise vermutet wird, dass sich Tätigkeiten geringqualifizierter Beschäftigter aufgrund einer relativen klaren Aufgabenbeschreibung leichter automatisieren lassen.
- In einer Analyse kanadischer Unternehmen über den Zeitraum 2000 bis 2015 geht der Anstieg des Kapitalstocks in Robotertechnologien auch mit einem Beschäftigungszuwachs einher (Dixon et al., 2019). Die Autoren können zeigen, dass für einen Teilzeitraum (2001 bis 2006) mit steigendem Robotereinsatz die Anzahl der beschäftigten Führungskräfte sinkt, die Anzahl der Beschäftigten ohne Führungsverantwortung hingegen ansteigt. Bei Letzteren ist allerdings sowohl eine höhere Einstellungs- als auch Entlassungsrate zu beobachten, was auf Austauschprozesse in der Belegschaft und damit einem Mismatch von technologiegetriebenen Tätigkeitsanforderungen auf der einen Seite und vorhandenen Qualifikationen und Kompetenzen auf der anderen Seite hindeutet.
- Humlum (2019) nutzt einen verknüpften Beschäftigten-Unternehmens-Panel Datensatz für Dänemark. Aufgrund der Angaben über die Importe von Roboter-

technologie geht er davon aus, dass deren betriebliche Implementierung konzentriert in einem Jahr während des Untersuchungszeitraums – insgesamt acht Jahre um das Implementierungsereignis – erfolgt und deren Auswirkung auf Umsätze und Lohnsumme (als Proxy für die Anzahl der Beschäftigten) im selben Jahr sichtbar wird. Anschließend vergleicht er den Veränderungspfad der Lohnsumme in den vier Jahren nach der Implementierung bei Unternehmen, die Roboter eingeführt haben, mit jenem vergleichbarer Unternehmen, die zumindest zum ausgewählten Zeitpunkt darauf verzichteten. Humlum (2019, 20) findet einen negativen Effekt auf die Lohnsumme von Produktionsarbeitern und einen positiven Effekt auf die Lohnsumme von Beschäftigten mit einem technischen Abschluss (hier: Techniker, Ingenieure und Forscher).

- Koch et al. (2019) schätzen den Beschäftigungseffekt eines Robotereinsatzes in spanischen Unternehmen in einem Analysezeitraum, der sich insgesamt von 1990 bis 2016 erstreckt. In der Längsschnittuntersuchung berücksichtigen sie, ob die Roboter erst in dem relevanten Jahr und/oder bereits vier Jahre zuvor zum Einsatz kamen. Der Einsatz von Robotern führt in einem ersten Schritt zu einem Beschäftigungsanstieg von 5,8 Prozent. Nach vier Jahren ist der Zuwachs bereits größer als 10 Prozent. Besonders Hochqualifizierte verzeichnen einen überproportional starken Beschäftigungsanstieg. Geringqualifizierte profitieren (zumindest im Jahr der Einführung) ebenso wie Fertigungsbeschäftigte (bei einem Einsatz vier Jahre zuvor) von dieser Technologie. Die Autoren weisen darauf hin, dass der Einsatz alternativer Digitalisierungstechnologien (computergesteuerte Maschinen, computergestütztes Konstruieren oder ein Rechenzentrum) ebenso mit positiven Beschäftigungseffekten verbunden ist. Allerdings weist das Diskussionspapier diese Befunde nicht explizit aus.

Auch die neueren Studien auf Basis von Paneldaten signalisieren vor dem Hintergrund eines unterschiedlichen nationalen Kontexts, unterschiedlicher methodischer Ansätze und Operationalisierungen des Technikeinsatzes, dass in Unternehmen, die Digitalisierungstechnologien, insbesondere Roboter, einsetzen, die Anzahl der Beschäftigten nicht per se gesunken ist. Allerdings wird in einem Teil dieser Analysen hervorgehoben, dass verschiedene Beschäftigtengruppen auch jeweils anders betroffen sein könnten. Die Beschäftigungseffekte der Digitalisierung beziehungsweise des Robotereinsatzes auf betrieblicher Ebene bleiben damit weiterhin diffus.

Einsatz von Digitalisierungstechnologien und Personalplanungen

Das IW-Personalpanel erlaubt aufgrund einer Fragebogenmodifikation für die Jahre 2019 und 2020 keine Analyse mehr darüber, wie sich die Beschäftigung in Unternehmen mit einer unterschiedlichen Neigung zum Einsatz von bestimmten Digitalisierungstechnologien in der jüngeren Vergangenheit entwickelt hat (Kasten 1). Es werden keine Daten erhoben, wie sich die Belegschaftsgröße in den zwei Jahren vor dem Erhebungszeitpunkt entwickelt hat. Gleichwohl bleibt die Möglichkeit bestehen, die Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr in den Blick zu nehmen. Stettes (2019) konnte für frühere Wellen des IW-Personalpanels zeigen, dass sich die Planungen von Unternehmen mit einem hohen Digitalisie-

IW-Personalpanel 2019 und 2020

Kasten 1

Im Rahmen der 21. (24.) Welle des IW-Personalpanels wurden im Februar und März 2019 (Anfang März bis Anfang Mai 2020) Geschäftsleitungen und Personalverantwortliche von Unternehmen in Deutschland unter anderem auch zum Thema Digitalisierungstechnologien befragt. Dabei wurde der Einsatz von acht verschiedenen Digitalisierungstechnologien erfasst: 1) digitale Vertriebswege (z. B. Online-Plattformen, Shop-Systeme), 2) digitaler Datenaustausch mit Lieferanten, Dienstleistern oder Kunden (z. B. gemeinsame Beschaffungsplattform), 3) digitale Dienstleistungen (z. B. Cloud Services), 4) Big Data-Analysen, 5) additive Fertigungsverfahren (z. B. 3D-Druck), 6) Internet der Dinge (z. B. Nutzung von RFID-Chips, E-Grains), 7) Vernetzung und Steuerung von Maschinen und Anlagen über das Internet (Cyber-Physische Systeme), 8) Virtual/Augmented Reality (z. B. VR-Brillen, 3D-Ansichten).

Die Unternehmen werden darüber hinaus regelmäßig zu ihren Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr befragt und können angeben, ob sie einen Beschäftigtenaufbau, einen Abbau oder eine Beibehaltung der Belegschaftsstärke planen.

Die Stichprobe der 21. Welle (24. Welle) umfasst 1.126 (1.105) Unternehmen der Privatwirtschaft mit mindestens fünf Beschäftigten und wird repräsentativ für die Gesamtwirtschaft hochgerechnet. Die Gewichtung basiert auf einer Matrix von vier Sektoren (Sonstige Industrie inklusive Bau, Metall- und Elektro-Industrie, Unternehmensnahe Dienstleistung und Gesellschaftsnahe Dienstleistung) und drei Unternehmensgrößenklassen (mit 5 bis 49, 50 bis 249 sowie 250 und mehr Beschäftigten) für die Grundgesamtheit von Unternehmen der Privatwirtschaft mit mindestens fünf sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten.

ungsgrad nicht systematisch von solchen mit einem niedrigen Digitalisierungsgrad unterschieden. Expansiv ausgerichtete Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr wurden vielmehr von dem Umstand begünstigt, dass ein Unternehmen sich bereits in den vorausgehenden drei Jahren auf einem Expansionspfad befand.

Die befragten Unternehmen setzten im Jahr 2019 im Durchschnitt 2,2 und im Jahr 2020 2,3 unterschiedliche Digitalisierungstechnologien parallel ein. Diese Technologien sind sowohl in Betrieben mit expansiven Personalplanungen als auch in solchen, die einen Personalabbau planen, etwas verbreiteter als in Unternehmen, in denen sich die Belegschaftsgröße im laufenden Geschäftsjahr nicht verändern soll (Tabelle 1). Dieser Unterschied verschwindet allerdings bei einer multivariaten Prüfung. Die marginalen Effekte beim Einsatz einer weiteren Technologie signali-

Einsatz von Digitalisierungstechnologien und Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr

Tabelle 1

Durchschnittliche Anzahl und durchschnittlicher marginaler Effekt

	Abhängige Variable: geplante Personalveränderung im laufenden Geschäftsjahr					
	Weniger Personal		Gleich viel Personal		Mehr Personal	
	2019	2020 ¹⁾	2019	2020 ¹⁾	2019	2020 ¹⁾
Durchschnittliche Anzahl der Digitalisierungstechnologien, die ...						
... insgesamt eingesetzt werden.	2,6	2,4	2,0	2,1	2,5	2,5
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	1,9	1,9	1,4	1,6	1,7	1,6
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	0,7	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8
Durchschnittlicher marginaler Effekt einer Steigerung der Anzahl der Digitalisierungstechnologien um eine Einheit, die ...						
... insgesamt eingesetzt werden.	-0,0037 (0,0057)	0,0164 (0,0186)	-0,0070 (0,0111)	-0,0055 (0,0065)	0,0108 (0,0167)	-0,0109 (0,0123)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	-0,0046 (0,0067)	0,0229 (0,0201)	-0,0085 (0,0132)	-0,0077 (0,0070)	0,0131 (0,0198)	-0,0152 (0,0134)
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	-0,0024 (0,0070)	0,0010 (0,0263)	-0,0044 (0,0131)	-0,0003 (0,0088)	0,0067 (0,0201)	-0,0006 (0,0175)

Rundungsdifferenzen. Ordinale logistische Regressionen: robuste Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikanz auf 1-Prozent-, 5-Prozent- und 10-Prozent-Fehlerniveau.

Sonstige Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter (nicht 1), betriebliche Interessenvertretung, Tarifbindung, F&E-Aktivitäten, Produkt- und Prozessinnovationen, Exportanteil, Unternehmensform (nicht 1), Standort, Anteil weiblicher Beschäftigter, Altersstruktur, Qualifikationsstruktur, Einsatz von Zeitarbeit (nicht 1), Gewinnsituation.

Quellen: IW-Personalpanel, Welle 21, 2019; Welle 24, 2020; Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 1: <https://dl.iwkoeln.de/index.php/s/G7ZcJr9TDs75Z6y>

Tabelle 2

Einsatz von einzelnen Digitalisierungstechnologien und Personalplanungen für das laufende Geschäftsjahr

Durchschnittlicher marginaler Effekt von ...

	Abhängige Variable: geplante Personalveränderung im laufenden Geschäftsjahr					
	2019			2020 ¹⁾		
	Weniger	Gleich viel	Mehr	Weniger	Gleich viel	Mehr
... digitalen Vertriebswegen, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	0,0011 (0,0259)	0,0025 (0,0583)	-0,0036 (0,0842)	-0,0893 (0,0580)	0,0039 (0,0162)	0,0854 (0,0670)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	0,0338 (0,0199)*	0,0536 (0,0281)*	-0,0873 (0,0467)*	0,0680 (0,0450)	-0,0262 (0,0201)	-0,0418 (0,0308)
... einem digitalen Datenaustausch mit Externen, der ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden ist.	0,0343 (0,0320)	0,0300 (0,0231)	-0,0643 (0,0539)	0,0263 (0,0678)	-0,0099 (0,0267)	-0,0163 (0,0413)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz ist.	-0,0290 (0,0158)*	-0,0535 (0,0316)*	0,0825 (0,0462)*	-0,0100 (0,0449)	0,0032 (0,0145)	0,0068 (0,0304)
... dem Anbieten digitaler Dienstleistungen, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	0,0127 (0,0206)	0,0260 (0,0400)	-0,0387 (0,0604)	0,0425 (0,0636)	-0,0147 (0,0243)	-0,0278 (0,0398)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	0,0483 (0,0249)*	0,0685 (0,0272)**	-0,1169 (0,0488)**	0,0305 (0,0468)	-0,0099 (0,0154)	-0,0206 (0,0317)
... Big Data Analysen, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	-0,0587 (0,0167)***	-0,1955 (0,0724)***	0,2542 (0,0845)***	0,0470 (0,1060)	-0,0197 (0,0505)	-0,0273 (0,0557)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	-0,0646 (0,0164)***	-0,2422 (0,0890)***	0,3068 (0,0995)***	-0,01138 (0,0899)	0,0106 (0,0247)	0,1032 (0,1121)
... additiven Fertigungsverfahren, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	-0,0309 (0,02428)	-0,0800 (0,0865)	0,1109 (0,1100)	-0,0948 (0,0805)	0,0168 (0,0096)*	0,0780 (0,0844)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	0,0451 (0,0438)	0,04800 (0,0300)	-0,0931 (0,0718)	-0,1333 (0,0631)**	0,0082 (0,0249)	0,1251 (0,0844)
... einem Internet der Dinge, das ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden ist.	0,1514 (0,0102)	0,0545 (0,0369)	-0,2060 (0,0714)***	-0,0810 (0,1152)	0,0113 (0,0113)	0,0696 (0,1237)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz ist.	-0,0191 (0,0245)	-0,0437 (0,0706)	0,0628 (0,0948)	0,1901 (0,1152)*	-0,1038 (0,0772)	-0,0863 (0,0355)**
... einer Vernetzung und Steuerung von Maschinen und Anlagen über das Internet, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	-0,0423 (0,0168)**	-0,1332 (0,0675)**	0,1759 (0,0821)**	0,0235 (0,0932)	-0,0084 (0,0361)	-0,0151 (0,0571)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	0,0367 (0,0359)	0,0420 (0,0276)	-0,0786 (0,0622)	0,0361 (0,0867)	-0,0136 (0,0365)	-0,0226 (0,0503)
... virtual / augmented reality Technologien, die ...						
... in den letzten zwei Jahren eingeführt worden sind.	0,0423 (0,0470)	0,0441 (0,0293)	-0,0864 (0,0747)	0,0135 (0,1168)	-0,0650 (0,0715)	-0,0700 (0,0464)
... seit mindestens zwei Jahren im Einsatz sind.	-0,0630 (0,0140)***	-0,2807 (0,0873)***	0,3437 (0,0945)***	0,1200 (0,0939)	-0,0559 (0,0545)	-0,0642 (0,0404)

Rundungsdifferenzen.

Ordinale logistische Regressionen: robuste Standardfehler in Klammern. ***, **, * Signifikanz auf 1-Prozent-, 5-Prozent- und 10-Prozent-Fehlerniveau.

Sonstige Kontrollvariablen: Belegschaftsgröße, Branchencluster, Unternehmensalter (nicht 1), betriebliche Interessenvertretung, Tarifbindung, F&E-Aktivitäten, Produkt- und Prozessinnovationen, Exportanteil, Unternehmensform (nicht 1), Standort, Anteil weiblicher Beschäftigter, Altersstruktur, Qualifikationsstruktur, Einsatz von Zeitarbeit (nicht 1), Gewinnsituation.

Quellen: IW-Personalpanel, Welle 21, 2019; Welle 24, 2020; Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 2: <https://dl.iwkoeln.de/index.php/s/98dzma7Biz4PZsx>

sieren zwar, dass im Jahr 2019 die Wahrscheinlichkeiten eines geplanten Beschäftigungsabbaus und einer geplanten Aufrechterhaltung der Belegschaftsstärke abnehmen und die eines Beschäftigtenaufbaus zunimmt. Für die Frühjahrswelle 2020 gilt allerdings das Gegenteil. Die Schätzer sind in den Regressionen für beide Wellen nicht signifikant. Das gilt auch, wenn man zwischen jüngst – das heißt in den letzten beiden Jahren – eingeführten Technologien und seit zwei Jahren und länger im Einsatz befindlichen Technologien unterscheidet.

Tabelle 2 zeigt eine mögliche Ursache, warum ein verstärkter paralleler Einsatz mehrerer digitaler Technologien sich nicht systematisch auf die Personalplanungen in den Unternehmen niederschlägt. Die Anwendung von Big Data-Analysen geht unabhängig von der bisherigen Einsatzdauer systematisch mit einem geplanten Aufbau des Personalbestands einher (+25,4 bzw. +30,7 Prozentpunkte für 2019). Eine positive Korrelation findet sich auch bei einer Vernetzung und Steuerung von Maschinen und Anlagen über das Internet, die erst in jüngerer Zeit eingeführt worden sind (+17,6 Prozentpunkte in 2019). Gleiches gilt für einen bislang längeren Einsatz von virtual und augmented reality Technologien (+34,4 Prozentpunkte in 2019). Dagegen planen Unternehmen, die RFID-Chips, E-Grains und Ähnliches (Internet der Dinge) erst in den letzten zwei Jahren nutzen, signifikant seltener einen Beschäftigungsaufbau (-20,6 Prozentpunkte in 2019). Eine negative Wirkung signalisieren auch die marginalen Effekte eines seit längerer Zeit bestehenden Angebots an digitalen Dienstleistungen durch das Unternehmen. In vielen Fällen ist allerdings kein signifikanter Zusammenhang zu erkennen. Dies gilt im Grunde für fast alle Digitalisierungstechnologien, wenn man die Schätzungen auf Basis der Frühjahrswelle 2020 des IW-Personalpanels durchführt.

Die Befundlage zu den Personalplanungen impliziert ebenfalls, dass die Auswirkungen des Einsatzes der verschiedenen Digitalisierungstechnologien auf die Beschäftigungsentwicklung derzeit noch nicht eindeutig sind. Zumindest erlaubt die empirische Evidenz auf Basis des IW-Personalpanels den Schluss, dass bis in das Frühjahr 2020 weiterhin keine Anhaltspunkte für einen systematischen (negativen) Beschäftigungseffekt auf betrieblicher beziehungsweise Unternehmens-ebene existieren.

Potenzielle Beschäftigungseffekte auf Berufsebene

Die Einführung von Digitalisierungs- oder Automatisierungstechnologien kann die relative Wettbewerbsposition zugunsten oder zulasten eines Betriebs verändern. Beschäftigungszuwächse in dem einen Unternehmen können zulasten der Beschäftigung in anderen Unternehmen gehen (Acemoglu et al., 2020, 5 ff.). Im Folgenden wird daher die Analyse auf eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung ausgedehnt und der Untersuchungsansatz modifiziert. Dengler und Matthes (2015) haben auf Basis einer Bewertung der Arbeitsaufgaben sogenannte Substituierbarkeitsrisiken für einzelne Berufsegmente ermittelt (Kasten 2). Diese Risiken spiegeln – bezogen auf das Jahr 2013 – die technologische Möglichkeit wider, den Beschäftigten auf einen bestimmten Arbeitsplatz durch digitale Technologien ersetzen zu können. Es liegt daher nahe zu überprüfen, ob ein hohes Risiko auch auf die Beschäftigungsentwicklung durchgeschlagen ist.

Automatisierungsrisiko

Kasten 2

Im Folgenden werden sogenannte Substituierbarkeitswahrscheinlichkeiten verwendet, 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. Mittlerweile wurden diese Substituierbarkeitsrisiken modifiziert (Dengler/Matthes, 2018). Die Anpassung spiegelt eine veränderte Substituierbarkeitseinschätzung, einen Wandel in der Aufgabenstruktur der Tätigkeit oder ein unterschiedliches Beschäftigungswachstum von Berufsgruppen wider. Da diese drei Effekte nicht voneinander getrennt dargestellt werden, wird für die vorliegende Analyse an den Risikoeinschätzungen für das Jahr 2013 festgehalten, zumal die tendenziell höheren Substituierbarkeitsrisiken im Jahr 2016 nicht explizit für die unterschiedlichen Anforderungsniveaus in den Berufshauptgruppen ausgewiesen werden.

Datenbasis für die Entwicklung der Beschäftigung ist die Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA, 2014 und 2019), die eine Unterscheidung in Berufshauptgruppen nach dem Anforderungsniveau erlaubt. Die Analyse beschränkt sich auf die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung.

Zwischen der Substituierbarkeitswahrscheinlichkeit und der Beschäftigungsentwicklung existiert analog zu den Vorgängerstudien ein negativer Zusammenhang (vgl. hierzu Stettes 2018; 2019). Ein um 10 Prozentpunkte höheres Automatisierungsrisiko geht durchschnittlich mit einer 2,4 Prozentpunkte kleineren Wachstumsrate zwischen März 2014 und März 2019 einher (Tabelle 3). Die Stärke des Effekts ist im Vergleich zu den früheren Studien größer geworden. Dies korrespondiert mit der Hypothese, nach der die Implementierung von Rationalisierungstechnologien Zeit beansprucht und sich das Automatisierungspotenzial auf die Beschäftigung nur verzögert entfaltet – zum Beispiel, weil sie zunächst nur in Pilotbereichen getestet werden oder für den betrieblichen Einsatz an einem konkreten Einsatzort noch angepasst werden müssen. Auch Arntz et al. (2019, 15) formulieren auf Basis von Szenario-Rechnungen die Hypothese, dass potenziell negative Automatisierungseffekte mit dem Reifegrad der Technologien zusammenhängen, wodurch sie bei herkömmlichen Technologien größer ausfallen als bei Grenztechnologien, die im Zusammenhang mit Industrie-4.0-Prozessen und der Digitalisierung genannt werden.

Die Beschäftigungsdynamik im Untersuchungszeitraum hängt jedoch nicht nur mit einem vom technologischen Fortschritt getriebenen Nachfrageeffekt zusammen, sondern im gleichen Umfang auch mit der Verfügbarkeit des Arbeitskräfteangebots. Die standardisierten Beta-Koeffizienten des Automatisierungsrisikos und

Automatisierungseffekte auf Berufsebene

Tabelle 3

OLS-Schätzung mit robusten Standardfehlern in Klammern

Abhängige Variable: Wachstumsrate der Beschäftigung in einer Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Klasse zwischen 31. März 2014 und 31. März 2019	Koeffizient	Standardisierter Beta-Koeffizient
Automatisierungsrisiko	-0,0024 (0,0007)***	-0,4123
Arbeitslosen-Stellen-Relation	0,0053 (0,0012)***	0,4460
Logarithmierter Beschäftigungsstand 03/2014	0,0103 (0,0062)	0,1231
Konstante	0,1113	
N	129	
R ²	0,4217	

***, **, * Signifikanz auf 1-Prozent-, 5-Prozent- und 10-Prozent-Fehlerniveau.

Weitere Kontrollvariable: Branchenanteile an Beschäftigung in Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombination in 03/2014.

Quellen: BA, 2014; 2019; Institut der deutschen Wirtschaft

Tabelle 3: <https://dl.iwkoeln.de/index.php/s/foYkL3cDAfYnkmd>

der Arbeitslosen-Stellen-Relation im März 2014 bewegen sich auf einem ähnlichen Niveau. Standardisierte Beta-Koeffizienten erlauben den Vergleich der Stärke eines Zusammenhangs bei Variablen mit unterschiedlichen Dimensionen. Dieser Befund fand sich bereits bei Stettes (2018; 2019). Eine Erhöhung des Automatisierungsrisikos um eine Standardabweichung senkt die Wachstumsrate der Beschäftigung durchschnittlich um 0,412 Standardabweichungen. Eine korrespondierende Erhöhung der Arbeitslosen-Stellenrelation im März 2014 um eine Standardabweichung geht mit einer durchschnittlich um 0,446 Standardabweichungen höheren Wachstumsrate einher.

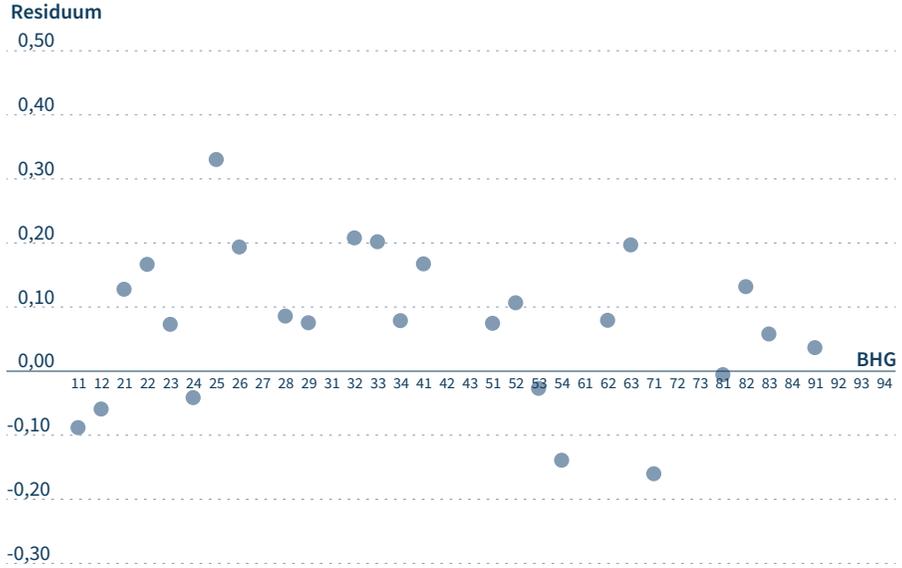
Das Schätzmodell unterstellt, dass sich Automatisierungstechnologien einheitlich auf die Berufssegmente auswirken. Die Abbildung zeigt aber, dass Vorsicht angebracht ist. Sie weist die Residuen aus, die Differenz zwischen tatsächlicher und geschätzter Wachstumsrate. Es wird deutlich, dass insbesondere im Helferbereich die geschätzten Wachstumsraten häufig kleiner sind als jene, die im Untersuchungszeitraum tatsächlich beobachtet werden konnten. Sie liegen bei den berücksichtigten 25 Helfertätigkeiten in der Mehrheit der Berufshauptgruppen über null. Im Durchschnitt beträgt die Abweichung 7,5 Prozentpunkte (Median: 7,8 Prozentpunkte).

Grundsätzlich sind in diesen Berufssegmenten die Arbeitslosen-Stellen-Relationen relativ groß. Es existieren mithin keine Fachkräfteengpässe. Zudem findet sich die Hälfte aller Hochrisikogruppen mit einem Substituierbarkeitsrisiko von mindestens 70 Prozent im Segment der Helfertätigkeiten. Die Befunde bestätigen daher den Vorbehalt, dass sich ein hohes unterstelltes Automatisierungsrisiko nicht zwangsläufig in einer ungünstigeren Beschäftigungsentwicklung niederschlagen muss. Die Gründe hierfür können unterschiedlich sein (Bonin et al., 2015; Arntz et al., 2016; 2019; Gregory et al., 2019). Erstens bedeutet eine technologisch mögliche Automation nicht, dass sie sich für ein Unternehmen auch wirtschaftlich rechnet. Hohe Investitionskosten bei großer Ertragsunsicherheit können sich als Hindernis herausstellen oder die relativen Faktorpreise passen sich hinreichend schnell an. Zweitens kann die Nachfrage nach den Produkten und Dienstleistungen, die von den potenziell negativ betroffenen Beschäftigtengruppen erzeugt oder bereitgestellt werden, so stark ansteigen, dass die Automatisierungseffekte kompensiert werden. Schließlich ist auch denkbar, dass sich die betroffenen Beschäftigten auf

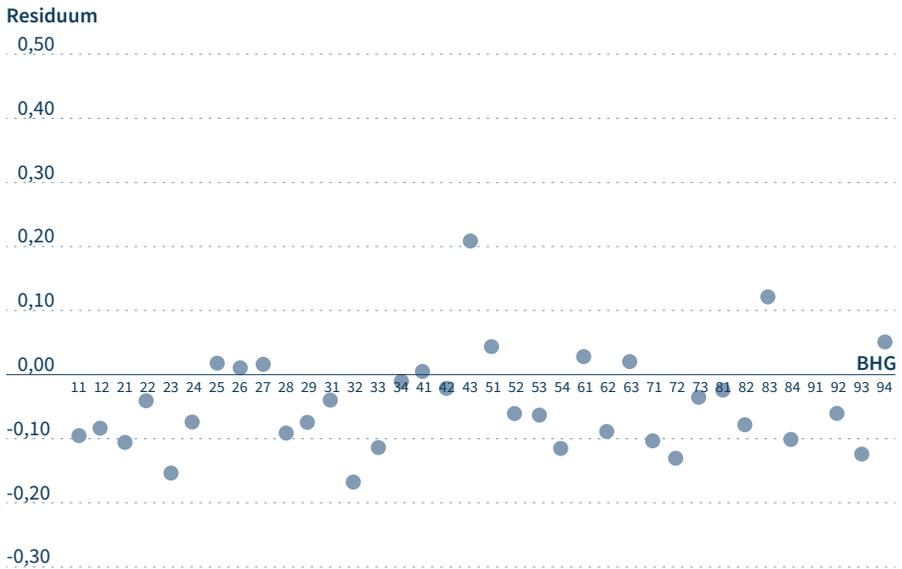
**Differenz tatsächlicher von geschätzter Wachstumsrate
 (Residuum) nach Berufshauptgruppen (BHG) und Anforderungsniveau**

Abbildung

a) Helfer



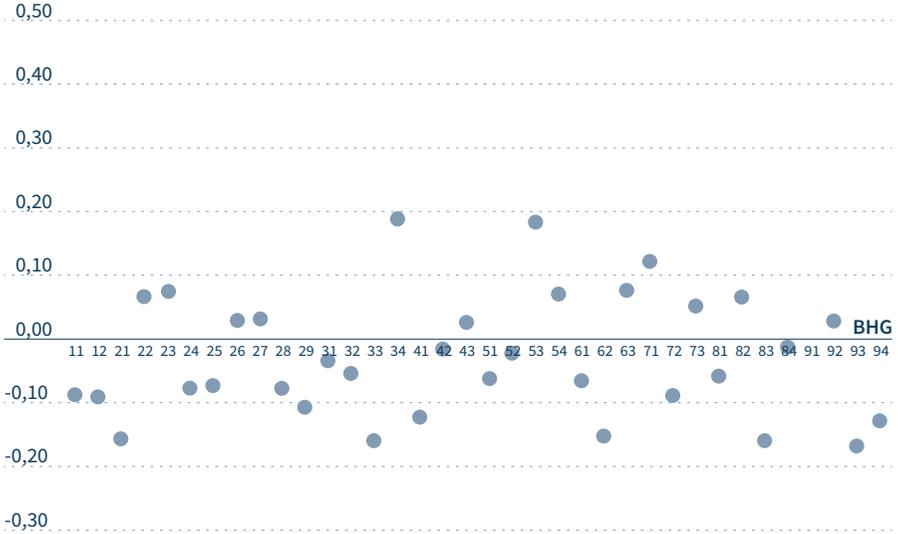
b) Fachkräfte



Beschäftigungseffekte der Digitalisierung

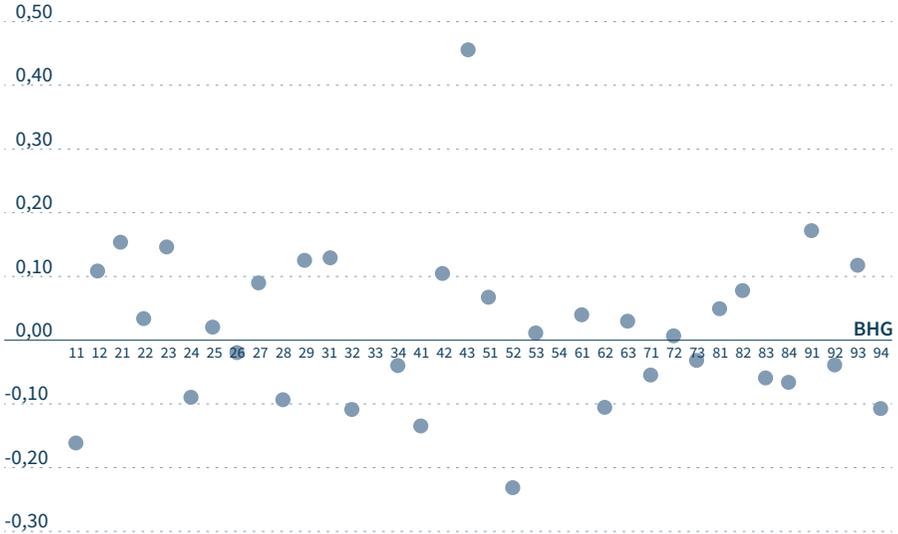
c) Spezialisten

Residuum



d) Experten

Residuum



Quellen: BA, 2014; 2019; Institut der deutschen Wirtschaft

Abbildung: <https://dl.iwkoeln.de/index.php/s/ZFXiD6BpQLMtBsQ>

neue Arbeitsanforderungen einstellen und in der Folge dann solche Aufgaben übernehmen, die nicht automatisierbar oder komplementär zu den neuen Technologien sind.

Die Abbildung signalisiert ferner, dass die geschätzten Wachstumsraten vieler beruflicher Fachkräfte- und Spezialistensegmente größer sind als die tatsächlich beobachteten. Die Abweichung beträgt im Durchschnitt –6,2 Prozentpunkte für Fachkräfte und –5,6 Prozentpunkte für Spezialisten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich der verwendete Knappheitsindikator, die Arbeitslosen-Stellen-Relation, zwischen März 2014 und März 2019 deutlich verbessert hat. War zum Beispiel im März 2014 noch in sechs Fachkräfte- und in vier Spezialisten-Berufshauptgruppen eine Arbeitslosen-Stellen-Relation von zwei oder kleiner zu beobachten, belief sich die vergleichbare Anzahl im März 2019 auf jeweils 20. Das Modell unterschätzt mithin die Auswirkung der tatsächlichen Entwicklung der Fachkräfteengpässe auf die Beschäftigungsentwicklung. Zudem wird im Modell unterstellt, dass unterschiedliche Einzelberufe innerhalb einer Berufshauptgruppe auf einem Anforderungsniveau friktionslos austauschbar sind und ein regionales Mismatch von Arbeitslosen und offenen Stellen sich durch Wanderungsbewegungen zügig auflöst. Beide Annahmen sind problematisch.

Bei der Ableitung von Schlussfolgerungen aus einer negativen Korrelation zwischen Automatisierungsrisiko und Beschäftigungswachstum ist schließlich noch zu beachten, dass im Untersuchungszeitraum nur in 17 von 129 Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen die Beschäftigung zurückgegangen ist. Deren unterstellte Automatisierungsrisiken verteilen sich dabei mehr oder wenig gleichmäßig auf einer Skala von null bis 100, was wenig für einen systematischen Freisetzungseffekt durch Automatisierungstechnologien spricht.

Ausblick

Die Auswirkungen des digitalen Wandels auf die Entwicklung der Beschäftigung bleiben weiterhin diffus. Auf Unternehmensebene sind derzeit zumindest noch keine Befunde zu beobachten, aus denen sich ein systematisch negativer (Rationalisierungs-)Effekt ableiten ließe. Der gesamtwirtschaftliche Beschäftigungstrend in den verschiedenen Berufshauptgruppen bis zum März 2019 signalisiert zwar, dass potenzielle Automatisierungseffekte im Auge zu behalten sind. Allerdings

verlief erstens die Beschäftigungsentwicklung nur in wenigen Berufshauptgruppen-Anforderungsniveau-Kombinationen negativ. Zweitens wurden potenzielle Automatisierungseffekte durch Knappheitseffekte überlagert.

Der Untersuchungszeitraum endet vor dem Auftreten der Corona-Pandemie. Es ist derzeit noch offen, wie sich diese auf den Transformationsprozess in der Wirtschaft auswirken wird und ob in dem Zusammenhang technologiebedingte Beschäftigungseffekte in einer Form beobachtbar werden, wie man dies in einer Reihe von Debattenbeiträgen vor Corona angenommen hat. Denkbar ist auf der einen Seite, dass sich der strukturelle und technologische Wandel beschleunigt. Dazu kann es kommen, wenn die Corona-bedingten Effekte auf die Auftrags- und Geschäftslage von Unternehmen die sukzessive Anpassung von Geschäftsmodellen, Organisationsstrukturen und Arbeitsprozessen an neue Möglichkeiten aushebeln und stattdessen disruptive Veränderungen auslösen. Auf der anderen Seite ist es aber auch möglich, dass Unternehmen im Laufe der Corona-Krise die monetären Reserven aufzehren werden, die unter anderen Umständen für Investitionen in neue Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien zur Verfügung gestanden hätten.

Literatur

Acemoglu, Daron / LeLarge, Claire / Restrepo, Pascual, 2020, Competing with robots: Firm-level evidence from France, NBER Working Paper, Nr. 26738, <http://www.nber.org/papers/w26738> [23.9.2020]

Aghion, Philippe / Antonin, Céline / Bunel, Simon / Jaravel, Xavier, 2020, What Are the Labor and Product Market Effects of Automation? New Evidence from France; Sciences Po OFCE, Working Paper, Nr. 1, Paris

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, Nr. 189, Paris

Arntz, Melanie / Gregory, Terry / Zierahn, Ulrich, 2019, Digitalization and the Future of Work: Macroeconomic Consequences, IZA-Discussion Paper, Nr. 12428, Bonn

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2014, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der Kldb 2010 Deutschland, Stichtag 31. März 2014, Nürnberg

BA, 2019, Sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte nach der ausgeübten Tätigkeit der Kldb 2010 Deutschland, Stichtag 31. März 2019, Nürnberg

BA, 2020, Auswirkungen der Coronakrise auf den Arbeitsmarkt, Arbeitsmarkt kompakt / September 2020, https://statistik.arbeitsagentur.de/Statistikdaten/Detail/202009/arbeitsmarktberichte/am-kompakt-corona/am-kompakt-corona-d-0-202009-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [21.10.2020]

Bessen, James / Goos, Maarten / Salomons, Anna / van den Berge, Wiljan, 2019, What happens to workers at firms that automate, CPB Discussion Paper, <https://www.cpb.nl/sites/default/files/omni-download/CPB-Discussion-Paper-390-Automatic-Reaction-What-Happens-to-Workers-at-Firms-that-Automate.pdf> [22.9.2020]

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

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

Dixon, Jay / Hong, Bryan / Wu, Lynn, 2019, The Employment Consequences of Robots: Firm-level Evidence, <https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/2019/the-employment-consequences-of-robots-firm-level-evidence/> [6.10.2020]

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

Gregory, Terry / Salomons, Anna / Zierahn, Ulrich, 2019, Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe, IZA Discussion Paper, Nr. 12063, Bonn

Haepf, Tobias / Maier, Michael F. / Steffes, Susanne, 2019, Technologischer Wandel in deutschen Betrieben: Treiber, Hürden und Konsequenzen im Personalmanagement, BMAS-Forschungsbericht, Nr. 532, Berlin

Humlum, Anders, 2019, Robot Adoption and Labor Market Dynamics, <https://static1.squarespace.com/static/5d35e72fcff15f0001b48fc2/t/5dcf78576d59eb44eac86f63/1573877848584/humlumJMP.pdf> [10.10.2020]

IW-Personalpanel 2019 – Welle 21, Köln

IW-Personalpanel 2020 – Welle 24, Köln

Koch, Michael / Manuylov, Ilya / Smolka, Marcel, 2019, Robots and firms, cesifo WORKING PAPERS 7608/2019, https://www.ifo.de/DocDL/cesifo1_wp7608.pdf [10.10.2020]

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

Stettes, Oliver, 2018, Keine Angst vor Robotern – Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – eine Aktualisierung früherer IW-Befunde, IW-Report, Nr. 11, Köln

Stettes, Oliver, 2019, Keine Angst vor Robotern – eine Aktualisierung: Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – Befunde des Arbeitsmarktmonitorings des IW, IW-Report, Nr. 17, Köln

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

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

(No) Fear of Robots? Updated Findings on the Potential Employment Effects of Digitalisation

The effect of digital technologies on employment remains diffuse. Recent empirical analyses at the establishment and occupational levels certainly find no evidence that the digital transition has led, or will lead, to systematic job cuts. Findings based on the 2019 and 2020 IW Personnel Panels, for example, indicate that companies' personnel planning for the current financial year has no systematic correlation with the number and type of digitalisation technologies deployed. Companies planning to reduce staff in the course of 2020 use an average of 2.4 technologies – almost as many as companies planning to increase their workforce (2.5). At an average of 2.1 technologies, the use of technology by firms that plan to maintain present staffing levels in the current financial year is somewhat more restrained. The impact of automation does seem to have slowed employment growth between 2014 and 2019. However, analysis at the occupational level indicates that skills shortages have been just as much an obstacle to greater employment growth, a conclusion that applies particularly to openings for skilled workers and specialists. Finally, the empirical findings indicate that, especially where jobs requiring little training or experience are concerned, the opportunities for automation are often not fully exploited or have less impact on employment than has generally been assumed.