

# WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

---

Nummer 162, November 2019

## Beschäftigungseffekte der Digitalisierung in Branchen

Ein Literaturüberblick

Andrea Laukhuf, Benedikt Runschke,  
Sabrina Spies und Daniel Stohr

---

© 2019 by Hans-Böckler-Stiftung  
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf  
[www.boeckler.de](http://www.boeckler.de)



„Digitalisierung auf dem deutschen Arbeitsmarkt“ von Andrea Laukhuf, Benedikt Runschke, Sabrina Spies und Daniel Stohr ist lizenziert unter

**Creative Commons Attribution 4.0 (BY).**

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.

(Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

**ISSN 2509-2359**

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Überblick über aktuelle Publikationen und Studien</b> .....	<b>7</b>
	Abel, J. (2018) .....	7
	Arnold, D./Arntz, M./Gregory, T./Steffens, S./Zierahn, U. (2016) .....	9
	Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2018) .....	11
	Arntz, M./Gregory, T./Jansen, S./Zierahn, U. (2016a).....	13
	Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2016b) .....	15
	Attig, C./Mach, S./Wessel, D./Franke, T./Schmalfuß, F./ Krems, J. (2018) .....	17
	Bauer, E. H. W./Riedel, O./Herrmann, F./Borrmann, D./ Sachs, C. (2018).....	18
	Berger, T./Frey, C. B. (2016) .....	20
	Bonin, H./Gregory, T./Zierahn, U. (2015) .....	22
	Brzeski, C./Burk, I. (2015).....	24
	Bughin, J./Hazan, E./Lund, S./Dahlström, P./Wiesinger, A./ Subramaniam, A. (2018).....	26
	Cacilo, A./Haag, M. (2018) .....	28
	Dauth, W. (2014) .....	30
	Dauth, W./Findeisen, S./Südekum, J./Wößner, N. (2017) .....	32
	Dengler, K./Matthes, B. (2018) .....	34
	Eichhorst, W./Arni, P./Buhlmann, F./Isphording, I./ Tobsch, V. (2015) .....	36
	Glock, G./Priesack, K./Apt, W./Strach, H./Krabel S./ Bovenschulte, M. (2018).....	38
	Goos, M./Manning, A./Salomons, A. (2009).....	40
	Hammermann, A./Stettes, O. (2016) .....	42
	Hirsch-Kreinsen, H./ten Hompel, M. (2017) .....	44
	Janssen, S./Leber, U./Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2018).....	46
	Kirchherr, J./Klier, J./Lehmann-Brauns, C./Winde, M. (2018).....	48
	Lachenmaier, S./Rottmann, H. (2011) .....	49
	Leinweber, V./Kochta, T. (2017) .....	51
	Möller, J. (2016) .....	53
	Ostwald, D. A./Hofmann, S./Acker, O./Pachmajer, M/ Friedrich, M. (2016) .....	54
	Seyda, S./Meinhard, D./Placke, B. (2018) .....	56
	Spitz-Oener, A. (2006).....	58
	Stohr, D. C. (2019) .....	60

Wolter, M. I./Mönning, A./Hummel, M./Weber, E./ Zika, G./Helmrich, R./Maier, T./Neuber-Pohl, C. (2016) .....	62
Zika, G./Helmrich, R./Maier, T./Weber, E./Wolter, M. (2018) .....	64
<b>2 Tabellarische Übersicht über die Publikationen .....</b>	<b>66</b>
Tabelle 23: Übersicht über die durch die Digitalisierung ausgelösten Beschäftigungseffekte der ausgewählten Studien .....	66
Tabelle 24: Übersicht über die ausgewählten Studien zum Thema Digitalisierung und Arbeitsmarkt .....	68
<b>Autorinnen und Autoren.....</b>	<b>82</b>

# 1 Einleitung

Der technologische Wandel ist längst in allen Lebensbereichen spürbar und stellt Gesellschaft, Wirtschaft und Politik vor neue Herausforderungen. Zugleich bietet die fortschreitende Digitalisierung aber auch neue Möglichkeiten und Chancen. Neben dem privaten wird vor allem der berufliche Alltag vom technologischen Fortschritt beeinflusst. An dieser Stelle fallen Begrifflichkeiten wie „Arbeit 4.0“ oder „Wirtschaft 4.0“. Doch wie genau wirkt sich die Digitalisierung auf dem deutschen Arbeitsmarkt tatsächlich aus?

Diese Thematik wird seit einiger Zeit intensiv erforscht, so dass bereits eine breite Basis an veröffentlichter Literatur vorliegt. Die jeweiligen Veröffentlichungen adressieren dabei unterschiedlichste Aspekte des großen Themenkomplexes. Während einige Studien (u. a. Dengler und Mathes 2018; Bonin et al. 2015; Ostwald et al. 2016) branchenübergreifende Beschäftigungseffekte betrachten, beschränken sich andere auf die Auswirkungen innerhalb einzelner Branchen oder Regionen (z. B. Dengler et al. 2018). Während anfangs in erster Linie berufsbezogene Beschäftigungsveränderungen im Fokus standen, rücken in den letzten Jahren zunehmend die Auswirkungen der Digitalisierung auf Qualifikations- und Kompetenzbedarfe in den Vordergrund der wissenschaftlichen Debatte (u. a. Kirchherr et al. 2018; Stohr 2019). Darüber hinaus existiert auch eine Reihe von Arbeiten, die weitere Aspekte der Digitalisierung adressieren. Diskutiert werden hier beispielsweise Verteilungseffekte (u. a. Dauth et al. 2017).

Ziel dieser Bibliografie ist eine grundlegende Übersicht bestehender Studien zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung in Deutschland zu geben. Hierbei wird der Fokus auf branchenspezifische Auswertungen gelegt. Es wird ein Überblick darüber geschaffen, wie sich die Digitalisierung auf die Erwerbstätigkeit in Deutschland auswirkt und herausgestellt für welche Branchen und Berufe mit einem Zuwachs bzw. einem Rückgang der Beschäftigung zu rechnen ist.<sup>1</sup> Darüber hinaus wird aufgeschlüsselt welche Methoden und Datengrundlagen den jeweiligen Studien zugrunde liegen und worin die Kernaussagen bestehen.

Bei der Auswahl der Studien wurde eine Beschränkung auf solche vorgenommen, die sich mit dem deutschen Arbeitsmarkt beschäftigen. Dies ist insbesondere daher sinnvoll, da sich Erkenntnisse über beispielsweise den US-amerikanischen Arbeitsmarkt auf Grund unter-

---

1 Wurde in einer Studie weder eine Branchen- noch eine Berufsbetrachtung durchgeführt, entfällt die Übersichtstabelle „untersuchte Berufen und Branchen“.

schiedlicher Berufsstruktur und Rahmenbedingungen nur bedingt auf die deutsche Situation übertragen lassen. Ziel war es die wesentlichsten Untersuchungen mit deutschem Arbeitsmarktbezug der letzten Jahre zu erfassen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf Studien gelegt, die die vom Auftraggeber genannten Branchen betreffen. Jedoch ließen sich in der Recherche nicht zu allen der interessierenden Branchen auch tatsächlich relevante Untersuchungen finden.

Im Folgenden werden die ausgewählten Studien zum Thema Digitalisierung und Arbeitsmarkt vorgestellt, der Inhalt kurz zusammengefasst und die wesentlichen Ergebnisse präsentiert. Weiterhin ist am Ende der jeweiligen Studienvorstellung eine Tabelle zu finden, die zeigt, welche Berufe und/oder Branchen in der Studie untersucht wurden. Sollte kein Berufs- oder Branchenfokus in der Studie vorliegen entfällt die Tabelle.

## 2 Überblick über aktuelle Publikationen und Studien

Abel, J. (2018)

### Kompetenzentwicklungsbedarf für die digitalisierte Arbeitswelt.

Düsseldorf: FGW Digitalisierung von Arbeit. Digitalisierung von Arbeit 09.

Quelle: Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (e. V.).

[https://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user\\_upload/FGW-Studie-I40-09-Abel-komplett-web.pdf](https://www.fgw-nrw.de/fileadmin/user_upload/FGW-Studie-I40-09-Abel-komplett-web.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Entwicklung der Anforderung an Beschäftigte bezüglich ihrer fachlichen Qualifikationen und Schlüsselkompetenzen. Dabei werden unterschiedliche Szenarien analysiert und Entwicklungen von De-Qualifikation bis Höherqualifikation diskutiert. Basis der Studie ist eine Literaturanalyse aus den letzten Jahren mit einem Fokus auf Studien aus dem Jahr 2016. Es findet keine Berufs- allerdings eine Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Darstellung von verschiedenen Szenarien, welche meist gegensätzliche Extreme der möglichen Industrie-4.0-Entwicklung darstellen. Abhängig vom jeweiligen Szenario werden sich die einzelnen Berufsgruppen entwickeln, wobei verdeutlicht wird, dass die Auswirkung je nach Qualifikation unterschiedlich verlaufen kann.

**Ergebnisse:** In den Szenarien wird deutlich, dass die geringqualifizierten Beschäftigten die größte Gefahr eines Beschäftigungsverlustes haben und voraussichtlich einer reduzierten Zugangsmöglichkeit zum Arbeitsmarkt ausgesetzt sind. Demgegenüber sind die hochqualifizierten Beschäftigten mehrheitlich vor Arbeitsplatzverlust gefeit, denn ohne sie wird die Industrie 4.0 weder eingeführt noch weitergeführt werden können. Die Zukunft der mittleren Qualifikationsebene wird derzeit als uneindeutig betrachtet. Dies wird durch eine Darstellung von zwei Unternehmensbeispielen aus der Metall- und Elektroindustrie dargestellt. Ferner werden trotz fehlender Erfahrungswerte Handlungsempfehlungen für politische Akteure/innen genannt.

*Tabelle 1: Abel (2018) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Elektroindustrie
	Metallindustrie

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Digitalisierung, fachliche Qualifikation, Schlüsselkompetenzen, Industrie 4.0, Qualifikation- und Kompetenzstrukturen.*



**Arnold, D./Arntz, M./Gregory, T./Steffens, S./Zierahn, U. (2016)**

**Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt.**

Mannheim: ZEW-policy brief Nr. 8 November 2016.

Quelle: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/policybrief/pb08-16.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse aus Sicht der Wissenschaft bezüglich Beschäftigungseffekten, Qualifikations- und Kompetenzbedarfen. Es wird keine Berufs- und Branchenbetrachtung vorgenommen. Hinsichtlich des Zeithorizontes wird sowohl eine historische als auch eine zukünftige Perspektive eingenommen.

**Inhalt:** Die Studie schafft einen Überblick über die wichtigsten Erkenntnisse in Bezug auf die Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeit. Hierbei wird einerseits das große Veränderungspotenzial der Digitalisierung für den Arbeitsmarkt hervorgehoben, andererseits aber auch vor einer Überschätzung maschineller Automatisierungspotenziale gewarnt. Technologische Machbarkeit sei nicht zwangsläufig auch mit tatsächlicher Umsetzung gleichzusetzen. Zudem betonen die Autoren/innen, dass mit der Digitalisierung auch neue Chancen einhergehen, in Summe sogar ein Zuwachs an Arbeitsplätzen zu erwarten ist. Insbesondere bei Qualifikations- und Kompetenzanforderungen muss mit großen Veränderungen gerechnet werden, denen gezielt durch Weiterbildung begegnet werden sollte.

**Ergebnisse:** Zentrale Ergebnisse sind, dass die digitale Transformation Arbeit verändert, sie jedoch nicht ersetzt. Insgesamt werden mehr Arbeitsplätze entstehen, als verloren gehen. Qualifikations- und Kompetenzanforderungen steigen vielfach. Dementsprechend lastet insbesondere auf Geringqualifizierten ein Anpassungsdruck. Weiterbildung ist von zentraler Bedeutung, um die Beschäftigungsfähigkeit langfristig sichern zu können.

Florian Butollo und Sebastian Sevnigiani fragen, wie sich das System der Produktivkräfte im Kontext der Digitalisierung verändert, welche Folgen dies für die Entwicklung der Produktionsverhältnisse hat, um schließlich zu skizzieren, welches gesellschaftliche Subjekt im digitalen Zeitalter in der Lage sein könnte, die krisengeschüttelte und strukturell von Entfremdung und Ausbeutung gekennzeichnete kapitalistische Ge-

sellschaftsform zu transzendieren und wie sich eine solche Transformation gestalten ließe. Dabei halten sie fest, dass mit der Digitalisierung neue Potenziale entstehen würden, die sich nachhaltig auf die Klassenstruktur und die Formen der Erwerbsarbeit auswirkten. Allerdings sei mit Marx auch die gegenläufige Tendenz festzuhalten, Arbeit stets neu in Wert zu setzen. Die Autoren betrachten die Produktionsverhältnisse im digitalen Kapitalismus auf den Ebenen Eigentums-, Verwertungs- und Verteilungsverhältnisse in ihren jeweiligen, veränderten Erscheinungsformen. Die Spielräume für die Subjekte, sich jenseits der Lohnarbeit zu reproduzieren, blieben jedoch beschränkt und hätten im historischen Vergleich sogar abgenommen, weshalb sich auch bspw. eine Mikropolitik der digitalen Commons nicht durchsetzen könne, wenn sie nicht an den Grundfesten des Lohnarbeitsverhältnisses rüttle.

*Schlagwörter: Digitalisierung, Arbeitsplätze, Herausforderungen der Digitalisierung, Arbeitswelt 4.0, aktueller technologischer Wandel.*

**Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2018)**

**Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkung auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen.**

Mannheim: ZEW-Gutachten und Forschungsberichte.

Quelle: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

<http://ftp.zew.de/pub/zew->

[docs/gutachten/DigitalisierungundZukunftderArbeit2018.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/DigitalisierungundZukunftderArbeit2018.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Simulation des Einflusses des technologischen Wandels auf den deutschen Arbeitsmarkt anhand eines strukturellen Modells der deutschen Gesamtwirtschaft. Wesentliche Datenbasis stellt dabei eine eigens durchgeführte Betriebsbefragung dar, ergänzt wird diese um die Integrierten Erwerbsbiographien sowie die World Input Output Database. Der Analysezeitraum umfasst 2011 –2021. Es werden sowohl Branchen als auch Berufsgruppen untersucht, wobei letztere tätigkeitsbezogen differenziert werden.

**Inhalt:** Die Studie analysiert die vielfältigen makroökonomischen Anpassungsprozesse, die möglichen arbeitsplatzsparenden Effekten neuer Technologien entgegenwirken. Das Gutachten analysiert dabei die Auswirkungen der Digitalisierung sowohl auf die Gesamtbeschäftigung sowie die Bedeutung makroökonomischer Anpassungs- und Kompensationsmechanismen auf den deutschen Arbeitsmarkt. Zu diesem Zweck wurde eine Betriebsbefragung durchgeführt, um den tatsächlichen und zukünftig geplanten Einsatz neuer Technologien zu erheben. Zum anderen wurde ein strukturelles Modell entwickelt, mit dem die Auswirkungen der tatsächlichen und zukünftig geplanten technologischen Investitionen auf den deutschen Arbeitsmarkt für die jüngere Vergangenheit abgeschätzt und für die nähere Zukunft simuliert werden können.

**Ergebnisse:** Zentrale Ergebnisse des Gutachtens sind, dass sich die modernen digitalen Technologien nur langsam in der betrieblichen Praxis durchsetzen, jedoch eine wachsende technologische Kluft in der deutschen Betriebslandschaft entsteht, was in einer Zweiteilung der Betriebslandschaft resultiert. Insgesamt lässt sich ein schwach positiver Gesamtbeschäftigungseffekt durch den technologischen Wandel und eine wachsende Beschäftigungs- und Lohnungleichheit feststellen. Die Computerisierung hat die Beschäftigung demnach um rund ein Prozent zwischen 2011 und 2016 gesteigert. Für die nächsten fünf Jahre wird ein

technologiebedingter Anstieg der Gesamtbeschäftigung um 1,8 Prozent erwartet.

*Tabelle 2: Arntz et al. (2018) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Analytisch	Landwirtschaft, Bergbau
Interaktiv	Chemiebranche
Kognitive-Routine	Metallbau
Manuell-Routine	Elektronik, Fahrzeugbau
Manuell-Nicht-Routine	sonst. verarb. Gewerbe
	Gastgewerbe
	Baugewerbe
	Handel, Instandhaltung
	Verkehr und Nachrichten
	Unternehmensnahe Dienstl.
	Energie-/Wasserversorgung
	Erziehung, Gesundheit, Soziales
	Öffentliche Verwaltung

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Digitalisierung, Industrie 4.0, Arbeitsplätze, Zukunft der Arbeit, Arbeitswelt 4.0, aktueller technologischer Wandel.*

**Arntz, M./Gregory, T./Jansen, S./Zierahn, U. (2016a)**

**Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation.**

Mannheim: ZEW-Gutachten und Forschungsbericht.

Quelle: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

[http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/  
DigitaleTransformationAcatechIKT2016.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/DigitaleTransformationAcatechIKT2016.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Feststellung des Standes der Automatisierung und Digitalisierung in deutschen Betrieben sowohl im Produktions- als auch im Verwaltungs- bzw. Dienstleistungsbereich im Jahr 2016. Hier werden die veränderten Arbeitsprozesse und -inhalte in Betrieben im Zuge der 4. Industriellen Revolution deskriptiv untersucht. Es werden sowohl Berufe als auch Branchen unterschieden.

**Inhalt:** Zum einen untersucht die Studie die betrieblichen Aus- und Weiterbildungsaktivitäten und zum anderen, ob und wie die Betriebe Aus- und Weiterbildungspraktiken an den technologischen Wandel anpassen und ihren Arbeitnehmern/innen die nötigen Fähigkeiten vermitteln, die sie für eine Weiterbeschäftigung im Betrieb benötigen.

**Ergebnisse:** Die repräsentative Betriebsbefragung zeigt eine noch überschaubare Verbreitung von digitalen Technologien in der deutschen Betriebslandschaft, wobei sich die Nutzung dieser Technologien auf etwa die Hälfte der Betriebe beschränkt. Weiter haben sich bislang etwa ein Drittel dieser Betriebe noch gar nicht mit den neuen Technologien beschäftigt. Wobei hier vor allem zwischen größeren Unternehmen, welche stärker in Technologien investieren und kleineren Unternehmen unterschieden werden muss. Weiterhin wird dargestellt, dass die Jobs der Zukunft weniger körperlich anstrengend, dafür geistig anspruchsvoller, vielfältiger, aber auch komplexer werden. Es wird hier sowohl eine Tendenz zur Höherqualifizierung als auch der Dequalifizierung beobachtet. Letzteres könnte bedeuten, dass der Mensch in einigen Bereichen zum Assistenten/in digitalen Technologien wird und die Anforderungen sinken. Das deutsche Ausbildungssystem erweist sich dafür als weitestgehend flexibel: Betriebe bilden überwiegend nicht in anderen bzw. neuen Ausbildungsberufen aus, sondern die Ausbildungsinhalte passen sich an

*Tabelle 3: Arntz et al. (2016a) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Analytisch	Sekundärer Sektor – nicht wissensintensiv
Interaktiv	Sekundärer Sektor – wissensintensiv
Kognitive-Routine	Tertiärer Sektor – nicht wissensintensiv
Manuell-Routine	Tertiärer Sektor – wissensintensiv
Manuell-Nicht-Routine	IKT bzw. wissensintensive Sektoren

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

*Schlagwörter: Digitalisierung, 4.0 Technologien, 4. Industrielle Revolution, Prozessknowhow, kontinuierliche Lernen, Höherqualifizierung, Dequalifizierung, E-Learning.*

Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2016b)

**The Risk of Automation for Jobs in OECD countries: A Comparative Analysis.**

Paris: OECD Social, employment and migration working papers.

Quelle: Organization for Economic Co-operation and Development.

<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jlz9h56dvq7-en.pdf?expires=1557239043&id=id&accname=quest&checksum=3861C39476922AEAF247470C33106F65>

**Untersuchungsgegenstand:** Abschätzung der Möglichkeit der Automatisierung von Arbeitsplätzen für 21 OECD-Länder (inklusive Deutschland) anhand des tätigkeitsbasierten Ansatzes. Dazu werden Daten, etwa tatsächliche Arbeitsplatzaufgaben, aus der PIACC-Datenbank für OECD-Länder für das Jahr 2012 verwendet. Im Vergleich zu vorherigen Studien berücksichtigen Arntz et al. hier die Heterogenität der Arbeitsaufgaben innerhalb der Berufsgruppen. Es findet keine Berufs- oder Branchenauswertung statt.

**Inhalt:** Im Gegensatz zur Studie von Frey und Osborne (2013)<sup>2</sup>, die dem berufsbezogenen Ansatz folgt, zeigen die Autoren mit ihrem tätigkeitsbasierten Ansatz<sup>3</sup>, dass die Bedrohung durch den technologischen Fortschritt weniger stark verlaufen wird als es Frey und Osborne vorhersagen. Nach Arntz et al. ist der Einsatz von neuen Technologien aufgrund wirtschaftlicher, rechtlicher sowie gesellschaftlicher Hürden ein langwieriger Prozess, wodurch die technologische Substitution ihren Einschätzungen nicht erfolgen wird.

**Ergebnisse:** Die vorliegende OECD-Studie zeigt, dass in etwa neun Prozent der Arbeitsplätze der 21 untersuchten OECD-Länder von der Automatisierung betroffen wären. Diese Zahl fällt im Vergleich zu Studien mit berufsbezogenen Ansätzen (vgl. Frey und Osborne (2013) USA

2 Frey, C. B./ Osborne, M. A. (2013): „The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?“. Working Paper, [http://sep4u.gr/wp-content/uploads/The\\_Future\\_of\\_Employment\\_ox\\_2013.pdf](http://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf).

Frey, C. B./ Osborne, M. A. (2017): „The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?“. Technological Forecasting and Social Change, Volume 114, S. 254-280, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516302244>.

3 Eine ausführliche Beschreibung des tätigkeitsbasierten Ansatzes nach Autor, Levy und Murnane (2003) kann der folgenden Publikation entnommen werden: Autor, H./ Levy, F./ Murnane, R.J. (2003): „The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration“. The Quarterly Journal of Economics, Volume 118, Issue 4, November 2003, Pages 1279–1333, <https://economics.mit.edu/files/11574>.

47 Prozent) deutlich geringer aus. Die Autoren schätzen, dass die Automatisierung und Digitalisierung sehr wahrscheinlich keine große Zahl von Arbeitsplätzen zerstören wird. Dass aller Voraussicht nach eine höhere Wahrscheinlichkeit der Automatisierung des Arbeitsplatzes bei niedrigqualifizierten Arbeitskräften liegen wird, können die Autoren bestätigen. Als Handlungsempfehlung heben die Autoren die Reduzierung zunehmender Ungleichheit und die Sicherstellung einer adäquaten Aus- und Weiterbildung insbesondere von gering qualifizierten Arbeitskräften hervor. Zusätzlich werden die Unterschiede zwischen Ländern hervorgehoben, die auf Unterschiede in Arbeitsplatzorganisation, in früheren Investitionen in Automatisierungstechnologien sowie in der Ausbildung der Arbeitnehmer/innen zurückzuführen sind.

*Schlagwörter: Automatisierung, Digitalisierung, Qualifikation, Automatisierungstechnologien, Ländervergleich.*



Attig, C./Mach, S./Wessel, D./Franke, T./Schmalfuß, F./Krems, J. (2018)

**Technikaffinität als Ressource für die Arbeit in Industrie 4.0.**

Chemnitz: TU Chemnitz Fakultät für Maschinenbau.

Quelle: Technische Universität Chemnitz.

<https://www.bibliothek.tu-chemnitz.de/ojs/index.php/awIC/article/view/251>

**Untersuchungsgegenstand:** Die höhere Interaktion des Einzelnen mit digitalen Techniken im Rahmen der steigenden Digitalisierung stellt den Arbeitnehmer vor Herausforderungen. Dabei ist besonders das Konzept der interaktionsbezogenen Technikaffinität (ATI) wichtig, um damit den erfolgreichen Umgang mit der Technik quantifizieren zu können. Es werden keine Ergebnisse für Berufe und Branchen ausgegeben.

**Inhalt:** Die Studie präsentiert das Konzept der interaktionsbezogenen Technikaffinität (ATI), um anhand dieser den erfolgreichen Umgang eines Nutzers mithilfe der ATI-Skala ökonomisch quantifizieren zu können. Dabei stellen die Autoren/innen Ergebnisse aus bestehenden Evaluationsergebnissen und Ergebnisse einer eigens durchgeführten Nutzerstudie aus dem Jahr 2018 vor. In der zuletzt genannten interagieren Probanden/innen mit 3D-Druckern, erleben dabei unterschiedliche Automatisierungsgrade des Prozesses und eine Variation in der eigenen Trainingsintensität. Ziel war es dabei, einen Zusammenhang zwischen der interaktionsbezogenen Technikaffinität und der Interaktionszeit bzw. dem subjektiven Workload herzustellen.

**Ergebnisse:** Auf Basis der bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt gesammelten Daten konnte gezeigt werden, dass die interaktionsbezogene Technikaffinität keinen Zusammenhang mit der Interaktionszeit, jedoch einen moderaten negativen Zusammenhang mit dem subjektiven Workload bei einer Aufgabe in einem Industrie-4.0-Kontext aufweist, was bedeutet, dass je höher die Technikaffinität ist, desto geringer ist der subjektive Workload bei der Interaktion mit einem 3D-Drucker.

**Schlagwörter:** *Technikaffinität, Mensch-Technik-Interaktion, Industrie 4.0.*

**Bauer, E. H. W./Riedel, O./Herrmann, F./Borrmann, D./Sachs, C. (2018)**

**ELAB 2.0 Wirkungen der Fahrzeugelektrifizierung auf die Beschäftigung am Standort Deutschland.**

Stuttgart: Abschlussbericht des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO)

<https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/images/iao-news/elab20.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Untersuchung der Auswirkungen der bevorstehenden Veränderungen (Die fortschreitende Globalisierung, die zunehmende Digitalisierung und die Notwendigkeit zur Dekarbonisierung) in der Automobilindustrie auf die Beschäftigung am Standort Deutschland. Die Studie knüpft an die Vorgängerstudie ELAB aus dem Jahr 2012 an. Im Gegensatz zu dieser wird in der aktuellen Studie die Zuliefererindustrie berücksichtigt. Weiterhin liegt der Fokus der Untersuchung auf dem Megatrend der Dekarbonisierung und der damit einhergehenden Elektromobilität. Die Ergebnisse werden nicht nach einzelnen Berufsgruppen ausgewiesen.

**Inhalt:** Darstellung von drei verschiedenen Szenarien, die die Entwicklung unter verschiedenen Grundannahmen abbilden. Abhängig vom jeweiligen Szenario wird untersucht, wie sich die Zahl der Beschäftigten am Standort Deutschland in der Herstellung von Antriebssträngen durch deren Elektrifizierung entwickeln wird.

**Ergebnisse:** In den Szenarien wird deutlich, dass die Auswirkungen der Elektrifizierung der Antriebe auf die Beschäftigung erheblich sein werden. Je nach Szenario wird sie zu einer Verminderung des Personalbedarfs zwischen elf und 35 Prozent führen. Daraus folgt, dass die absolute Zahl der Arbeitsplatzverluste zwischen 23.000 und 97.000 Beschäftigten liegt, also in jedem Fall einen gewichtigen Anteil der heutigen Beschäftigtenzahl ausmachen wird. Mit Produktivitätssteigerungen könnte der Personalbedarfsrückgang sogar zwischen 74.000 und 125.000 Beschäftigte betragen.

*Tabelle 4: Bauer et al. (2018) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Automobilbranche

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Digitalisierung, Globalisierung, Dekarbonisierung, Fahrzeugelektrifizierung.*

**Berger, T./Frey, C. B. (2016)**

**Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of work.**

Paris: OECD Social, employment and migration working papers.

Quelle: Organization for Economic Co-operation and Development.

[https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/structural-transformation-in-the-oecd\\_5jlr068802f7-en](https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/structural-transformation-in-the-oecd_5jlr068802f7-en)

**Untersuchungsgegenstand:** Die Arbeit untersucht den raschen Strukturwandel der OECD Arbeitsmärkte ausgelöst durch den technologischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte. Dabei werden die Auswirkungen der Computerrevolution der 1980er und der Digitalisierung in jüngster Zeit bis zum Jahr 2011 auf den Arbeitsmarkt untersucht und bei letzterer deren potenzielle Auswirkungen auf die Zukunft der Arbeit beleuchtet. Es findet keine Berufs- und Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Untersuchung zeigt auf, dass die bisherigen Ergebnisse bezüglich des Einflusses des technischen Fortschritts auf die Beschäftigung sehr heterogen ausfallen. Zum einen gibt es Evidenz dafür, dass Digitalisierung dazu führt, dass Arbeitsplätze abgebaut werden, zum anderen kann gezeigt werden, dass Digitalisierung auch dazu führt, dass Beschäftigung aufgebaut wird, vor allem in der IKT-Branche. In der Studie wird daher die Beschäftigungsentwicklung seit den 1980er Jahren für ausgewählte OECD-Länder untersucht, um aufzuzeigen ob die positiven oder die negativen Beschäftigungseffekte überwiegen.

**Ergebnisse:** Laut den Autoren gibt es bisher keine Anhaltspunkte, die eine gesunkene Arbeitsplatznachfrage durch die Computerrevolution der 1980er Jahre erklären können. Jedoch stellen die Autoren klar, dass die Automatisierung durch die Digitalisierung in Zukunft ansteigen könnte und die Ausbreitung der Digitalisierung einen allgegenwärtigen Effekt auf den Arbeitsmarkt haben wird. So wird sich der Bedarf nach kognitiven Fähigkeiten bei Arbeitnehmern/innen erhöhen, die Nachfrage nach Arbeitnehmern/innen die Routineaufgaben ausführen, verringern und der Anteil der Arbeitskräfte, die zum Volkseinkommen beitragen, zurückgehen. Weiterhin vermuten die Autoren, dass der steigende Automatisierungsgrad in Branchen zu einer steigenden Produktivität führen wird. Zusätzlich wird der technologische Fortschritt zu einer sich ändernden Zusammensetzung der Belegschaft führen. So werden Arbeitnehmer/innen beispielsweise in neu entstehende Industrien verschoben

oder neue Arbeitsaufgaben entstehen, welche Routineaufgaben ersetzen werden. Allerdings machen die Autoren auch klar, dass die digitale Revolution bisher nicht zu einer reduzierten Arbeitsnachfrage geführt hat und dies auch in Zukunft unwahrscheinlich ist.

*Schlagwörter: Digitalisierung, Computerrevolution, Strukturwandel, Zukunft der Arbeit.*

**Bonin, H./Gregory, T./Zierahn, U. (2015)**

**Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland.**

Mannheim: ZEW-Gutachten und Forschungsberichte.

Quelle: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

<http://ftp.zew.de/pub/zew->

[docs/gutachten/Kurzexpertise\\_BMAS\\_ZEW2015.pdf](http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Untersucht werden die Automatisierungswahrscheinlichkeiten der Berufe in Deutschland für das Jahr 2013. Hierfür benutzen die Autoren die Experteneinschätzungen der Studie von Frey und Osborne (2013) sowie eine berufliche Tätigkeitsstruktur und wenden diese Ergebnisse auf den deutschen Arbeitsmarkt an. Dabei konzentrieren sich die Autoren jedoch nicht auf Automatisierungswahrscheinlichkeiten für einzelne Berufe, sondern für einzelne Tätigkeiten und verfolgen somit einen alternativen Ansatz. Es findet daher eine Berufs- aber keine Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Autoren stellen fest, dass in erster Linie Tätigkeiten und weniger Berufe automatisiert werden. Hierfür werden die Automatisierungswahrscheinlichkeiten anhand von Tätigkeitsstrukturen am Arbeitsplatz auf den deutschen Arbeitsmarkt übertragen. Weiter suggerieren sie eine Überschätzung seitens Freys und Osborne bezüglich des technischen Automatisierungspotenzials.

**Ergebnisse:** Mit dem gewählten Ansatz kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass nur etwa neun Prozent der amerikanischen Arbeitsplätze ein hohes Substituierbarkeitspotenzial (Automatisierungswahrscheinlichkeit größer als 70 Prozent) aufweisen anstelle von 47 Prozent wie in der Studie von Frey/Osborne suggeriert. Für Deutschland wird ein Substituierbarkeitspotenzial von 12 Prozent ausgewiesen. Somit fällt der Anteil der Arbeitsplätze mit hoher Automatisierungswahrscheinlichkeit in beiden Ländern eher gering aus. Weiterhin finden die Autoren, dass die Automatisierungswahrscheinlichkeit mit steigendem Bildungsniveau und steigendem Einkommen sinkt. Generell gilt es zu beachten, dass die Durchsetzbarkeit von neuen Technologien von rechtlichen, gesellschaftlichen und ethischen Schranken abhängt. Daher kann von der Automatisierungswahrscheinlichkeit nicht auf einen Gesamtbeschäftigungseffekt geschlossen werden.

Tabelle 5: Bonin et al. (2015) untersuchte Berufe und Branchen

<b>Berufe (ISCO-2-Steller, Auszug)</b>	<b>Branchen</b>
Geschäftsführer, Vorstände	Keine Branchenbetrachtung
Kaufmännische Führungskräfte	
Lehrkräfte	
Nicht-akademische IKT-Fachkräfte	
Büro- und Sekretariatsberufe	
Personenbezogene Dienstleistungen	

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Digitalisierung, Beschäftigungseffekte, Automatisierungswahrscheinlichkeit, Tätigkeitsstrukturen.

**Brzeski, C./Burk, I. (2015)**

**Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt.**

Frankfurt: ING-DiBa AG Economic Research.

Quelle: ING-DiBa AG Direktbank.

<https://www.ing.de/binaries/content/assets/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-analysis-die-roboter-kommen.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Simulation der Folgen der zunehmenden Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt, basierend auf einer wissenschaftlichen Studie von Frey und Osborne (2013) in den USA. Die Autoren Frey und Osborne untersuchen dabei das Risiko bzw. die Wahrscheinlichkeit der Robotisierung für Unternehmen in den USA. Deren Ansatz basiert auf der Analyse der wissenschaftlichen und technologischen Fortschritte auf dem Gebiet der Automatisierung und kann mit Einschränkungen auf dem deutschen Arbeitsmarkt angewandt werden. Die in der Studie von Frey/Osborne verwendete Datenbasis wird von Brzeski und Burk (2015) mithilfe eines Umsteigeschlüssels und anhand der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit mit Daten für das Jahr 2014 auf den deutschen Arbeitsmarkt umgeschlüsselt.

**Inhalt:** Die 2015 veröffentlichte Studie berücksichtigt 30,9 Millionen sozialversicherungspflichtig und geringfügig Beschäftigte des deutschen Arbeitsmarktes. Ziel der Studie ist die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit durch die Robotisierung den Arbeitsplatz zu verlieren. Hierbei werden die deutschen Arbeitsmarktdaten mit den Wahrscheinlichkeiten der Robotisierung des amerikanischen Arbeitsmarktes von Frey und Osborne (2013) kombiniert, um so die Gefährdung auf dem deutschen Arbeitsmarkt berechnen zu können. Es findet eine Berufs- aber keine Branchenbetrachtung statt.

**Ergebnisse:** Es wird geschätzt, dass durch die Robotisierung des deutschen Arbeitsmarktes über 18 Millionen (59 Prozent) der 30,9 Millionen Arbeitsplätze gefährdet sind. Hierbei sind es vor allem die Berufe „Bürokräfte und verwandte Berufe“ und „Hilfsarbeitskräfte“ die mit einer Robotisierungs-Wahrscheinlichkeit von 86 Prozent bzw. 85 Prozent negativ herausstechen. Positiv sind die Ergebnisse der Funktionsklassen „Akademische Berufe“ und „Führungskräfte“ die mit einer Robotisierungs-Wahrscheinlichkeit von zwölf und elf Prozent abgebildet werden. Dies



zeigt, dass nicht alle Berufe gleich gefährdet sind. Weiterhin wird es durch die Industrie 4.0 auch neue Chancen und Herausforderungen geben, welche in neuen Arbeitsplätzen münden könnten. Der schleichende Übergang auf dem deutschen Arbeitsmarkt hinterlässt demzufolge nicht nur Verlierer/innen, sondern auch Gewinner/innen

Das deutsche Transfersystem gilt im internationalen Vergleich als besonders komplex. Hintergrund sei die Interaktion von verschiedenen Transferleistungen, welche teilweise unterschiedliche Verteilungs- und Anreizziele verfolgten. Zu nennen sind hier insbesondere die Verteilungsinstrumente Arbeitslosengeld II, Wohngeld und Kinderzuschlag, aber auch Freibeträge bei der Einkommensteuer sowie das Kindergeld. Diese Studie untersucht verschiedene Reformvorschläge, die als Grundelement eine Reform der Transferleistungen vorsehen. Im Gegensatz zu bestehenden Regelungen solle die Transferleistung dabei automatisch (z. B. durch das Finanzamt) ausgezahlt werden, um eine Hundertprozentige Inanspruchnahme-Quote zu erreichen. Damit das „Garantie-einkommen für Alle“ automatisch berechnet und ausgezahlt werden könne, ist ein Wegfall bürokratischer Hürden vorgesehen.

Tabelle 6: Brzeski/Burk (2015) untersuchte Berufe und Branchen

Berufe	Branchen
Bürokräfte und verwandte Berufe	Keine Branchenbetrachtung
Hilfsarbeitskräfte	
Anlagen- und Maschinenbediener, Montageberufe	
Dienstleistungs- und Verkaufsberufe	
Facharbeiter in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	
Handwerks- und verwandte Berufe	
Technische und gleichrangige nichttechnische Berufe	
Akademische Berufe	
Führungskräfte	

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Robotisierung, 4.0-Forschung, Industrie 4.0, Arbeitsplätze, Zukunft der Arbeit, Arbeitswelt 4.0, Aktueller technologischer Wandel.

**Bughin, J./Hazan, E./Lund, S./Dahlström, P./Wiesinger, A./Subramaniam, A. (2018)**

**Skill Shift: Automation and the Future of the Workforce.**

Brüssel: MGI Discussion Paper (Mai 2018).

Quelle: McKinsey Global Institute.

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/future%20of%20organizations/skill%20shift%20automation%20and%20the%20future%20of%20the%20workforce/mgi-skill-shift-automation-and-future-of-the-workforce-may-2018.ashx>

**Untersuchungsgegenstand:** Untersucht wird der Einfluss der Automatisierung und der künstlichen Intelligenz auf Gesellschaft, Unternehmen und Wirtschaft zwischen den Jahren 2014 und 2030. Hierbei wird die Zeit quantifiziert, die heute und in Zukunft für 25 Kernkompetenzen am Arbeitsplatz in den USA und fünf europäischen Ländern aufgewendet wird. Die Ergebnisse werden sowohl nach Berufen als auch nach Branchen differenziert.

**Inhalt:** Die 2018 veröffentlichte Studie geht der Frage nach, wieviel Arbeitszeit Arbeitnehmer/innen mit den einzelnen Arbeitsaufgaben des Unternehmens verbringen und wie sich die Fähigkeiten, die für diese Aufgabe benötigt werden, in den nächsten Jahren verändern bzw. entwickeln werden. Hier gibt es fünf verschiedene Fähigkeitskategorien, in denen die tatsächlich verbrachte Zeit in 25 Kernkompetenzen quantifiziert wird. Es soll damit gezeigt werden, wie sich die Fähigkeitsanforderungen in den nächsten Jahren entwickeln werden und welche weitreichenden Folgen diese Veränderung auf den Arbeitsmarkt haben wird.

**Ergebnisse:** Die Automatisierung wird den Bedarf an benötigten Fähigkeiten, um aktiv am Arbeitsmarkt teilnehmen zu können, weiter erhöhen bzw. verändern. Der größte Nachfrageanstieg wird demnach in technologischen Kompetenzen, wie beispielsweise Programmieren, erfolgen. Allgemein wird die Nachfrage für kognitive Fähigkeiten weiter ansteigen. Dem gegenüber steht die Nachfrage nach physischen und manuellen Fähigkeiten, bei denen die Nachfrage sinken wird. Die Veränderungen werden sich je nach Sektor unterschiedlich entwickeln. Um dieser beschleunigenden Entwicklung standhalten zu können, müssen Unternehmen wesentliche organisatorische Änderungen vornehmen, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

*Tabelle 7: Bughin et al. (2018) untersuchte Fähigkeiten und Branchen*

<b>Fähigkeiten</b>	<b>Branchen</b>
Physical and manual skills	Bankenbranche
Basic cognitive skills	Versicherungsbranche
Higher cognitive skills	Energiesektor
Social and emotional skills	Bergbausektor
Technological skills	Gesundheitssektor
	Produktionssektor
	Einzelhandelssektor

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

*Schlagwörter: Skill shift, Kompetenzverschiebung, Digitalisierung, Automatisierung, künstliche Intelligenz, Kernkompetenzen.*

**Cacilo, A./Haag, M. (2018)**

**Beschäftigungswirkungen der Fahrzeugdigitalisierung: Wirkungen der Digitalisierung und Fahrzeugautomatisierung auf Wertschöpfung und Beschäftigung.**

Brüssel: Study der Hans-Böckler-Stiftung (Nr. 406/November 2018).

[www.econstor.eu/bitstream/10419/194158/1/p\\_study\\_hbs\\_406.pdf](http://www.econstor.eu/bitstream/10419/194158/1/p_study_hbs_406.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Geprüft werden die Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte der Digitalisierung und Fahrzeugautomatisierung für die Automobilindustrie in Deutschland bis zum Jahr 2030. Dabei werden im Rahmen der Studie die Wirkfelder automatisierte Fahrzeuge, vernetztes Fahren sowie Mobility-as-a-Service (MaaS) betrachtet. Es findet eine Branchen- aber keine Berufsbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Studie untersucht auf Basis der oben genannten drei Wirkfelder die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wertschöpfungsanteile und Beschäftigungseffekte für den Automobilstandort Deutschland. Der Fokus liegt dabei auf dem Pkw-Markt am Standort Deutschland. Hierfür wurden die einzelnen Marktvolumen der verschiedenen Wirkfelder berechnet, um aus diesen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte anhand dreier Szenarien ermitteln zu können. Daraus wird ersichtlich, dass Automatisierung und Digitalisierung des Fahrzeugs bis zum Jahr 2030 einen ambivalenten, nicht linearen Effekt auf die Wertschöpfung und Beschäftigung bis zum Jahr 2030 am Automobilstandort Deutschland besitzen.

**Ergebnisse:** Die Untersuchung zeigt, dass der technologische Wandel die gesamte Automobilindustrie vor Herausforderungen stellt und dies erhebliche Auswirkungen auf den Automobilstandort Deutschland haben wird. Je nach Szenario können sich die Automatisierungsfunktionen und insbesondere die MaaS-Angebote additiv oder substitutiv auf die Markt- und Wertschöpfungsvolumina wirken. Während Automatisierung und Vernetzung zunächst den Beschäftigungsbedarf erhöhen, könnte der globale Serienbetrieb autonomer MaaS-Systeme einen Wendepunkt für den Automobilmarkt darstellen. Hinsichtlich der Beschäftigungswirkungen deutet die langfristige Tendenz auf einen sechsstelligen Verlust von Arbeitsplätzen bis zum Jahr 2030 hin.

*Tabelle 8: Cacilo/Haag (2018) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Automobilbranche

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Digitalisierung, Automobilindustrie, Mobility-as-a-Service, Fahrzeugautomatisierung.*

**Dauth, W. (2014)**

**Job polarization on local labor markets.**

Mannheim: IAB-Discussion Paper (18/2014).

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Link: <http://doku.iab.de/discussionpapers/2014/dp1814.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Die Studie zeigt eine Möglichkeit auf, wie das Ausmaß der Polarisierung auf dem Arbeitsmarkt gemessen werden kann. Hierbei werden die Polarisierungstendenzen in unterschiedlichen Arbeitsmarktregionen berechnet, um aufzuzeigen, dass sich diese regional unterscheiden und von der jeweiligen Struktur des Arbeitsmarktes abhängig sind. Hierzu wird die Beschäftigungsentwicklung zwischen 1980 und 2010 untersucht. Es findet eine Berufs-, aber keine Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Studie untersucht das Ausmaß der Polarisierung der Beschäftigung auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Die Polarisierung zeigt sich dadurch, dass vor allem die Beschäftigung am oberen und unteren Ende der Lohnverteilung gewachsen ist und die Beschäftigung in der Mitte der Verteilung stagniert oder gesunken ist. Es fehlt allerdings ein quantitativer Vergleich zwischen unterschiedlichen Arbeitsmärkten. Die Studie zeigt auf, wie das Ausmaß von Polarisierung am Arbeitsmarkt gemessen werden kann. Der Autor zeigt ein Polarisierungsmaß, mit dem er 313 Berufe im Herstellungs- und Servicesektor in 204 lokalen deutschen Arbeitsmärkten untersucht.

**Ergebnisse:** Das Hauptergebnis dieser Arbeit ist, dass sich Polarisierung fast ausschließlich auf Städte beschränkt bzw. dort am stärksten ausgeprägt ist, während ländliche Arbeitsmärkte viel weniger betroffen sind. Allgemein gilt jedoch, dass Deutschland kein Land mit einer ausgeprägten Beschäftigungs- und Lohnpolarisierung ist. Eine allgemeine Erklärung für die Polarisierung ist, dass „Routine Biased Technological Change“ vor allem den Bedarf an Routinetätigkeiten, welche in der Mitte der Lohnverteilung liegen, verringert.

*Tabelle 8: Dauth (2014) untersuchte Fähigkeiten und Regionen*

<b>Berufe</b>	<b>Regionen</b>
313 Berufe (gemäß Klassifikation der Bundesagentur für Arbeit)	204 Regionen (NUTS-3)

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Polarisierung, lokale Arbeitsmärkte, Arbeitsaufgaben, Strukturwandel.*

**Dauth, W./Findeisen, S./Südekum, J./Wößner, N. (2017)**

**German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers.**

IAB-Discussion Paper, No. 30/2017.

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

Link: <http://doku.iab.de/discussionpapers/2017/dp3017.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Die Studie betrachtet den Einfluss von Industrierobotern auf die Beschäftigung und die Löhne in Deutschland zwischen 1994 und 2014. Weiterhin findet eine Berücksichtigung regionaler Arbeitsmärkte statt. Die Ergebnisse werden nach Branchen unterschieden, wobei ein besonderer Fokus auf dem verarbeitenden Gewerbe liegt.

**Inhalt:** Die Autoren fokussieren sich in ihrer Studie auf einen bestimmten Aspekt der Digitalisierung, nämlich den der Industrierobotertechnik. Hierzu werten sie Daten der International Federation of Robotics (IFR) zwischen 1994 und 2014 aus und können zeigen, dass Roboter in Deutschland doch weiterverbreitet sind, als ursprünglich erwartet. Die Zahl der neu installierten Industrieroboter hat sich im untersuchten Zeitraum etwa vervierfacht und liegen im Jahr 2014 deutlich über den Installationszahlen der USA. Um die Auswirkungen der Industrieroboter auf die Beschäftigung zu quantifizieren, werden die Daten der IFR mit den Integrierten Erwerbsbiografien des IAB verknüpft. Generell kann gezeigt werden, dass Industrieroboter einen stärkeren Einfluss auf die Lohn- als auf die Beschäftigungsentwicklung haben.

**Ergebnisse:** In der Studie können keine empirischen Belege dafür gefunden werden, dass Roboter die Gesamtzahl der Beschäftigten in Deutschland verändert. Negative Beschäftigungseffekte können allerdings für das verarbeitende Gewerbe gefunden werden. Hier ersetzt ein zusätzlicher Roboter etwa zwei Jobs. Zwischen 1994 und 2014 kam es durch die Einführung von Robotern somit zu einem Rückgang von etwa 275.000 Vollzeitjobs in der Industrie. Somit entfallen etwa 23 Prozent des gesamten Rückgangs der Beschäftigung im verarbeitenden Gewerbe auf die Einführung von Robotertechnologien. Allerdings kam es zu Arbeitsplatzgewinnen außerhalb der Industrie, z. B. bei den wirtschaftsnahen Dienstleistungen, was die Verluste aus dem verarbeitenden Gewerbe kompensieren konnte. Somit verändert der Einsatz von Industrierobotern die Struktur der Beschäftigten, nicht aber die Gesamtzahl. Probleme einer zunehmenden Roboterisierung können eher bei den



Löhnen beobachtet werden. Im Aggregat führen Roboter zu einem Anstieg der Arbeitsproduktivität, jedoch nicht zu einem Anstieg der Löhne, was zu einem Rückgang der Lohnquote führt.

*Tabelle 9: Dauth et al. (2017) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Niedrige Qualifikation	Verarbeitendes Gewerbe
Mittlere Qualifikation	Nicht verarbeitendes Gewerbe
Hohe Qualifikation	

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Roboter, Qualifikationsverzerrter technischer Fortschritt, Arbeitsmarkteffekte, Deutschland.*

**Dengler, K./Matthes, B. (2018)**

**Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt.**

Nürnberg: IAB-Kurzbericht 4/2018.

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

Link: <http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** In dieser Studie werden die Substituierbarkeitspotenziale, die im Rahmen einer Vorstudie aus dem Jahr 2013 erstmalig berechnet wurden, für das Jahr 2016 aktualisiert. Es werden die Veränderungen zwischen neuen und alten Substituierbarkeitspotenzialen sowohl auf Berufssegmentebene als auch nach Anforderungsniveaus dargestellt.

**Inhalt:** Der IAB-Kurzbericht aktualisiert die Substituierbarkeitspotenziale aus dem Jahr 2013 und berücksichtigt damit neue Technologien, die in der Zwischenzeit Marktreife erlangt haben und die zwischenzeitliche Veränderung von Berufsbildern. Hierzu werden die bedeutendsten technologischen Entwicklungen (selbstlernende Algorithmen, 3D-Drucker, virtuelle Realität) kurz dargelegt und deren Einfluss auf die Berufsbilder beleuchtet.

**Ergebnisse:** Das Substituierbarkeitspotenzial gibt an, in welchem Ausmaß Berufe potenziell durch den Einsatz von Computern oder computergesteuerten Maschinen ersetzbar sind. Hierbei wird die technische Machbarkeit untersucht, was nicht zwingend der tatsächlichen Substitution entsprechen muss. Größte Veränderung in den Substitutionspotenzialen zwischen 2013 und 2016 sind in den Verkehrs- und Logistikberufen (+20 Prozentpunkte) zu beobachten. In den medizinischen und nichtmedizinischen Gesundheitsberufen (-1 Prozentpunkt) sowie den IT- und naturwissenschaftlichen Dienstleistungsberufen (-4 Prozentpunkte) sind die Substitutionspotenziale gesunken. Beim Anforderungsniveau zeigt sich, dass das Substitutionspotenzial mit steigendem Anforderungsniveau abnimmt. So sind insbesondere für die Helferberufe (+12 Prozentpunkte) die Potenziale am stärksten gestiegen. Darüber hinaus arbeitet der Kurzbericht heraus, dass der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten mit hohen Substitutionspotenzialen um 10 Prozentpunkte auf 25 Prozent im Jahr 2016 angestiegen ist. Demgegenüber steht eine Reduktion des Anteils der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, die einem niedrigen Substitutionspotenzial ausgesetzt sind, von -12 Prozentpunkten im Jahr 2016.

Tabelle 10: Dengler/Matthes (2018) untersuchte Berufe und Branchen

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Verkehrs- und Logistikberufe	Keine Branchenbetrachtung
Unternehmensbezogene Dienstleistungsberufe	
Reinigungsberufe	
Handelsberufe	
Fertigungsberufe	
Sicherheitsberufe	
Lebensmittel- und Gastgewerbeberufe	
Berufe in Unternehmensführung und -organisation	
Berufe in Land-/Forstwirtschaft und im Gartenbau	
Soziale und kulturelle Dienstleistungsberufe	
Fertigungstechnische Berufe	
Bau- und Ausbauberufe	
Medizinische und nichtmedizinische Gesundheitsberufe	
IT- und naturwissenschaftliche Dienstleistungsberufe	

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Substituierbarkeitspotenzial, Technologien, Veränderung Berufsbilder, Tätigkeiten.

**Eichhorst, W./Arni, P./Buhlmann, F./Isphording, I./Tobsch, V. (2015)**

**Wandel der Beschäftigung: Polarisierungstendenzen auf dem deutschen Arbeitsmarkt.**

IZA Research Report No. 68.

Quelle: Institut zur Zukunft der Arbeit (IZA).

Link: [http://ftp.iza.org/report\\_pdfs/iza\\_report\\_68.pdf](http://ftp.iza.org/report_pdfs/iza_report_68.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Studie über die Polarisierungstendenzen auf dem deutschen Arbeitsmarkt, bezogen auf Beschäftigung und Löhne. Der Untersuchungszeitraum liegt zwischen 1995 und 2010. Es können Aussagen über Polarisierungstendenzen für Deutschland und ausgewählte EU-Länder getroffen werden. Außerdem werden Auswertungen für einzelne Berufe vorgenommen.

**Inhalt:** Die Studie von Eichhorst et al. (2015) geht der Frage nach, ob es im Zuge des steigenden technischen Fortschritts zu Polarisierungstendenzen in Bezug auf die Beschäftigung und die Lohnentwicklung in Deutschland kommt. Hierzu wurde eine spezifische Regressionsanalyse durchgeführt, die die Bedeutung von Tätigkeitsmerkmalen für die berufsspezifische Beschäftigungs- und Lohnentwicklung in Deutschland analysiert. Somit untersucht die vorliegende Studie die Entwicklung der Erwerbstätigkeit, des Arbeitsvolumens, der Löhne und der atypischen Beschäftigung unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts. Neben dem Einfluss des technischen Fortschritts auf die Beschäftigung und die Lohnentwicklung berücksichtigen die Autoren in ihrer Analyse noch weitere Einflussfaktoren wie die Globalisierung, institutionelle Faktoren oder die tarifvertragliche Abdeckung.

**Ergebnisse:** Die deskriptiven Analysen zeigen, dass zwischen 1995 und 2010 zwar eine wachsende Lohnspreizung zwischen besser und schlechter entlohnten Berufsgruppen festgestellt werden kann, jedoch keine klare Polarisierung der Beschäftigung (in Köpfen) zwischen Berufsgruppen vorliegt. Die multivarianten Analysen zeigen keinen eindeutigen Einfluss des technischen Fortschrittes auf die Entwicklung der Beschäftigung und der Löhne. Vielmehr schlagen sich die Veränderungen durch den technischen Fortschritt je nach Tätigkeitsfeld sehr heterogen nieder. So können für mittelqualifizierte Berufe im Dienstleistungsbereich als auch für Berufe im Gesundheitswesen, Lehrer/innen oder Unternehmensberater/innen hohe Beschäftigungsgewinne beobachtet werden. Beschäftigungsverluste bei bspw. Metall-Facharbeitern/innen oder Handwerkern/innen halten sich allerdings in Grenzen. Den Autoren zufolge lässt sich die These einer voranschreitenden Lohn- und Beschäfti-

gungspolarisierung durch den technischen Fortschritt in Deutschland nur eingeschränkt unterstützen.

*Tabelle 11: Eichhorst et al. (2015) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Friseure, sonstige Körperpfleger, sonstige Gästebetreuer	Keine Branchenbetrachtung
Verkäufer, Sprechstundenhelfer, Köche	
Gärtner, Hilfsarbeiter, Warenaufmacher	
Lager-, Transportarbeiter, Kunststoffverarbeiter, Bauhilfsarbeiter	
Bürofachkräfte, Kraftfahrzeugführer, Elektroinstallateure	
Groß- und Einzelhandelskaufleute, Sekretäre, Krankenschwestern, -pfleger	
Maschinenschlosser, Buchhalter, Heimleiter, Sozialpädagogen	
Bankfachleute, Chemietechniker, Physikotechniker, Lehrer	
Datenverarbeitungsfachleute, Techniker des Elektrofaches, Architekten	
Geschäftsführer, Elektroingenieure, Ärzte	

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Polarisierung, technischer Fortschritt, Beschäftigung, Löhne, Ungleichheit.*

**Glock, G./Priesack, K./Apt, W./Strach, H./Krabel S./Bovenschulte, M. (2018)**

**Qualität der Arbeit, Beschäftigung und Beschäftigungsfähigkeit im Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation – Branchenbericht: Pflege und Versorgung.**

Berlin: Forschungsbericht/Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB522/2.

Quelle: Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Institut für Innovation und Technik.

Pflege und Versorgung:

<https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb522-2-qualitaet-der-arbeit-branchenbericht-pflege.html>

Automobil: <https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb522-1-qualitaet-der-arbeit-branchenbericht-automobile.html>

Einzelhandel und Handelslogistik:

<https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb522-3-quatoq.html>

Chemie- und Pharmaindustrie:

<https://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/Forschungsberichte/Forschungsberichte-Arbeitsmarkt/fb522-4-quatoq.html>

**Untersuchungsgegenstand:** Einfluss von neuen Technologien auf die Organisation und Qualifikation in der Pflegebranche. Dieses Forschungsprojekt untersucht darüber hinaus auch weitere Branchen, die in jeweils einzelnen Studien veröffentlicht wurden (siehe Linkliste unten). In der Studie werden Szenarien bis zum Jahr 2030 entwickelt. Es findet keine Auswertung der Ergebnisse auf Berufsebene statt.

**Inhalt:** Die Studie untersucht die Auswirkungen des Einsatzes von neuartigen Technologien in der Pflege und Versorgungsbranche auf die Arbeitsorganisation von Pflegeeinrichtungen und zukünftige Qualifikationsbedarfe von Pflegenden. Mithilfe eines Methodenmixes aus Literaturrecherche, empirischer Analyse, einer Delphi-Befragung und Fallstudien erarbeiten die Autoren/innen das Wechselspiel von Technologie, Organisation und Qualifikation für die Pflegebranche.

**Ergebnisse:** Die Technisierung der Pflege schreitet voran. Die Nutzung von IKT-Technologien ist etabliert. Die Autoren/innen halten es für realistisch, dass in den nächsten 5 bis 10 Jahren der Einsatz von Assistenz- und Monitoringsystemen flächendeckend eintreten wird. Pflegerobotik hingegen frühestens ab 2025 bis 2030. Die vollständige Substitution von Pflegepersonal aufgrund zunehmenden Technikeinsatzes ist nicht zu erwarten. Substituierend wirken diese Technologien im administrativen Bereich und komplementär im Bereich der personennahen/pflegerischen Tätigkeiten. Die Autoren/innen stellen fest, dass es zu einer Verschiebung der Qualifikationsanforderungen kommen wird und Grundvoraussetzung die Aneignung von technischen Kompetenzen zur Nutzung neuartiger Technologien ist. Darüber hinaus werden neue Berufsbilder im Zuge der Technisierung entstehen (Advanced Nurse Practitioner, Telenurse). Betriebliche Weiterbildung wird als Kernelement zur Anpassung an die gestiegenen Anforderungen des Pflegeberufs genannt. Insbesondere die technische Kompetenzentwicklung in Pflegeaus- und Weiterbildung soll mithilfe von Pflegetechnologien integriert werden.

*Tabelle 12: Glock et al. (2018) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Pflege und Versorgung
	Automobil
	Einzelhandel und Handelslogistik
	Chemie- und Pharmaindustrie

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Kompetenzen, Arbeiten 4.0, Branchen.*

**Goos, M./Manning, A./Salomons, A. (2009)**

**Job Polarization in Europe.**

American Economic Review Vol. 99, No. 2

Quelle: American Economic Review.

Link: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.99.2.58>

**Untersuchungsgegenstand:** Untersuchung der Polarisierungstendenzen analog zum US-amerikanischen Arbeitsmarkt für ausgewählte Länder in Europa. Die Autoren geben einen Überblick über die Polarisierungstendenzen bezüglich Beschäftigung und Löhnen für ausgewählte EU-Länder (inklusive Deutschland) für den Zeitraum zwischen 1993 und 2003. Die Ergebnisse können nach Berufen aber nicht nach Branchen differenziert werden.

**Inhalt:** Die Studie beschäftigt sich mit den Polarisierungstendenzen bezüglich der Beschäftigung in 16 ausgewählten europäischen Ländern. Um die Polarisierungstendenzen erklären zu können, entwickeln und schätzen die Autoren ein statistisches Modell, das die Auswirkungen von Technologie, Globalisierung, Institutionen und Produktnachfrageeffekten auf die Nachfrage nach verschiedenen Berufen aufzeigt. Theoretisch können die Polarisierungstendenzen mit dem tätigkeitsbasierten Ansatz von Autor, Levy, Murnane (2003) erklärt werden. Dieser Ansatz geht davon aus, dass Berufe unterschiedliche Routinegrade aufweisen und diese unterschiedlich durch den technischen Fortschritt beeinflusst werden. Berufe mit einem hohen Grad an Routine können durch den technischen Fortschritt ersetzt werden, Berufe mit einem niedrigen Routinegrad können eher als komplementär zum technischen Fortschritt gesehen werden.

**Ergebnisse:** Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Berufe niedriger und hoher Qualifikationen in den letzten Jahrzehnten eine steigende Wachstumsrate der Beschäftigungsnachfrage relativ zu Berufen mit mittlerer Qualifikation aufweisen. Diese Tendenzen scheinen in Frankreich und Österreich am stärksten ausgeprägt zu sein. Deutschland fällt durch eine vergleichsweise schwache Polarisierung auf, wenn man die Verschiebungen des geleisteten Arbeitsvolumens von mittleren zu höheren oder niedrigeren Berufen beachtet. Als Haupteinflussfaktor für den polarisierenden Verlauf wird der technische Fortschritt gesehen. So finden die Autoren einen kausalen Effekt des technischen Fortschritts auf die beobachtete Polarisierung. Im Jahr 2014 veröffentlichten die Autoren



eine Studie<sup>4</sup>, die auf den Ergebnissen dieser Studie aufbaut. Zusätzlich untersuchen sie, ob sich die Polarisierungstendenzen in Effekte innerhalb von Industrien und zwischen Industrien aufspalten lassen. Durch die Analyse kann gezeigt werden, dass die Polarisierungseffekte sowohl innerhalb einer Industrie als auch zwischen Industrien festgestellt werden können. Hierbei werden jedoch keine spezifischen Branchen unterschieden, sondern lediglich ein „within-industry“ und „between-industry“ Effekt.

*Tabelle 13: Goos et al. (2009) untersuchte Berufe und Branchen*

Berufe	Branchen
ISCO 2-Steller	Keine Branchenbetrachtung

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Beschäftigung, Arbeitslosigkeit, Einkommen, Humankapital, Fähigkeiten, Arbeitsproduktivität, Europa.*

---

4 Goos, M./ Manning, A./ Salomons, A. (2014): "Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring". *American Economic Review*, Volume 104, Issue 8, Pages: 2509-2526, <http://personal.lse.ac.uk/MANNING/work/ExplainingJobPolarization.pdf>.

**Hammermann, A./Stettes, O. (2016)**

**Qualifikationsbedarf und Qualifizierung – Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung.**

Köln: IW policy paper 3/2016.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft.

[https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2016/251836/Qualifikationsbedarf\\_IW\\_policy\\_paper.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2016/251836/Qualifikationsbedarf_IW_policy_paper.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Die Studie fokussiert sich auf die nötigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und das Wissen, das Beschäftigte zukünftig benötigen, um neuen Anforderungen durch die Digitalisierung zu begegnen. Hierbei wird auf die 11. Welle des IW-Personalpanels auf dem Jahr 2014 zurückgegriffen. Es findet keine Berufs- oder Branchenauswertung statt.

**Inhalt:** Mittels einer Befragung wurden Unternehmen über Filterfragen in Digitalisierungsgrade (Unternehmen 4.0, Unternehmen mit mittlerem Digitalisierungsgrad und Unternehmen 3.0) eingeteilt und die Ergebnisse hiernach ausgewertet. Hierbei findet eine Betrachtung der wichtigsten Kompetenzen heute und eine Einschätzung der Bedeutung von einzelnen Kompetenzen in der Zukunft (in den nächsten fünf bis zehn Jahren) statt. Darüber hinaus werden verschiedene Personalentwicklungs- und Weiterbildungsmaßnahmen nach den jeweiligen Digitalisierungsgraden der Unternehmen analysiert und der Zusammenhang zwischen Digitalisierung, Personalentwicklung und Kompetenzen dargestellt.

**Ergebnisse:** Von 81 Prozent der Unternehmen wird die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit für den Großteil der Beschäftigten als sehr wichtig eingestuft. Im Vergleich zu weniger stark digitalisierten Unternehmen, stufen Unternehmen 4.0 dies heute und zukünftig zu einem signifikant höheren Anteil als sehr wichtig ein. Die Planungs- und Organisationsfähigkeit sowie Selbständigkeit werden von 61 Prozent der Unternehmen als wichtige Kompetenz für den Großteil ihrer Belegschaft angesehen. Zukünftig gehen stärker digitalisierte Unternehmen von einem höheren Bedeutungszuwachs für diese Kompetenz aus. Darüber hinaus dürften die Kompetenzen IT-Fachwissen/Softwareprogrammierung und Online-Kompetenzen insbesondere bei Unternehmen 4.0 zukünftig an Bedeutung gewinnen. Hinsichtlich der Personalentwicklung zum Aufbau, Erhaltung und Weiterentwicklung von Kompetenzen, wird ersichtlich, dass stärker digitalisierte Unternehmen eine aktivere Personalentwicklung betreiben. Dies trifft sowohl auf Maßnahmen, die den Großteil der Beschäftigten betrifft (Wissenstransfersysteme, altersge-

mischte Teams, Job Rotation), als auch auf solche zu, die den einzelnen Mitarbeiter/innen fördern (Individuelle Karriereplanung, Coaching/Mentoring). Grundsätzlich zeigt die Studie, dass Unternehmen 4.0 bereits heute deutlich engagierter sind, um Mitarbeiter/innen auf sich verändernde Kompetenzanforderungen vorzubereiten.

*Schlagwörter: Humankapital; Qualifikation, Berufswahl, Arbeitsproduktivität, Aus- und Fortbildung*

**Hirsch-Kreinsen, H./ten Hompel, M. (2017)**

**Digitalisierung industrieller Arbeit. Entwicklungsperspektiven und Gestaltungsansätze.**

Heidelberg: Springer Verlag.

Quelle: Springer-Verlag GmbH Deutschland.

[https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-45537-1\\_21-1.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-662-45537-1_21-1.pdf)

[https://doi.org/10.1007/978-3-662-53251-5\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-662-53251-5_21)

**Untersuchungsgegenstand:** Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den Konsequenzen für Arbeit und Qualifikation im Hinblick des sozio-technischen Systems Industrie 4.0. Dabei wird die Entwicklung der Arbeit hinsichtlich zwei verschiedener Perspektiven untersucht und hier konkrete Veränderung benannt. Es findet keine Berufs- oder Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Studie von Hirsch-Kreinsen und ten Hompel (2017) untersucht, welche konkreten Veränderungen sich durch die Industrie 4.0 und den zwei verschiedenen Perspektiven, „Upgrading“ und „Polarisierung“ von Qualifikationen tatsächlich ergeben werden. Dabei heben die Autoren hervor, dass diese vor allem von dem realisierten Automatisierungskonzept und der tatsächlichen Reichweite der Systemverbreitung abhängig sind. Laut den Autoren ist hier auch die bislang geringe Zahl der Anwendungsfälle zu beachten.

**Ergebnisse:** Den Autoren zufolge sind die Realisationsmöglichkeiten der Industrie 4.0 bei Weitem noch nicht ausgelotet und diese weisen langfristige und zugleich sehr differenzierte Entwicklungsperspektiven auf. Die Analyse prognostiziert Barrieren und Grenzen, die gegen eine schnelle Einführung der Industrie-4.0-Systeme sprechen. Hierbei betonen die Autoren die industrielle Diffusion von Industrie-4.0-Systemen, welche auf Grund ihres strukturverändernden Charakters mit nur schwer überwindbaren technischen, ökonomischen und sozialen Einführungsbarrieren konfrontiert sind. Erklärt wird dies durch strukturverändernde Effekte, die Widerstände, Grenzen und Barrieren in ihrer Realisierung hervorrufen. So wird in der Innovationsforschung von einem „innovation paradox“ gesprochen, wenn eine technologische Innovation Gründe für ihr Scheitern in sich trägt. Ein viel diskutierter Aspekt ist hier beispielsweise der Widerspruch zwischen einem erwarteten Innovationspotenzial und oft unüberwindbaren Problemen seiner Realisation und Nutzung.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass sich mittelfristig in der betrieblichen Realität hauptsächlich begrenzte Lösungen von Industrie-4.0-Systemen finden werden. Es wird, wie Experten betonen, auf absehbare Zeit keine umfassend sich selbstorganisierende Fabrik 4.0 geben. Aus diesen Gründen ist mit einem schnellen Wandel von Produktionsarbeit zunächst nicht zu rechnen. Vielmehr dürften sich längerfristig industriestrukturell bestehende Segmentationslinien zwischen unterschiedlichen Qualifikationsniveaus vertiefen.

*Schlagwörter: Industrie 4.0, Digitalisierung von Arbeit, Sozio-technisches System*

**Janssen, S./Leber, U./Arntz, M./Gregory, T./Zierahn, U. (2018)**

**Betriebe und Arbeitswelt 4.0. Mit Investitionen in die Digitalisierung steigt auch die Weiterbildung.**

Nürnberg: IAB-Kurzbericht (26/2018).

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

<https://www.econstor.eu/handle/10419/185862>

**Untersuchungsgegenstand:** Der IAB-Kurzbericht untersucht, welche Bedeutung die Qualifizierung der Mitarbeiter/innen haben wird, um mit dem technologischen Wandel durch die Digitalisierung Schritt halten zu können. Ferner wird erforscht welche Auswirkungen Investitionen im Bereich der Arbeitswelt-4.0-Technologien auf die Entwicklung der Weiterbildung im Jahr 2016 innerhalb dieser Betriebe haben. Es findet keine Berufs- jedoch eine Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Den Autoren/innen nach wird die Qualifizierung der Beschäftigten immer wichtiger, um die Herausforderungen der Digitalisierung bewältigen zu können. Die Studie zeigt, dass die Fähig- und Fertigkeiten der Mitarbeiter/innen über das ganze Erwerbsleben hinweg geschult werden sollten, damit ihr Wissen in der rasant verändernden Arbeitswelt aktuell bleibt. Dabei beziehen sich die Autoren/innen bei ihren Analyseergebnissen auf die Daten der IAB-ZEW-Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“. Die Ergebnisse werden nach dem Digitalisierungsgrad des jeweiligen Unternehmens differenziert und nach der Nutzung digitalen Technologien.

**Ergebnisse:** Die Analyse zeigt, dass Betriebe, die kürzlich Investitionen im Bereich der Arbeitswelt-4.0-Technologien getätigt haben, stärker in die Weiterbildung investieren. Begründet wird diese Beobachtung durch einen höheren Bedarf an neuen Fähigkeiten in diesen Unternehmen und dem Wunsch, ihre Vorreiterrolle durch Weiterbildung weiter auszubauen. Dies könnte laut den Autoren/innen zu einer stärkeren Polarisierung zwischen technologischen Vorreitern/innen und Nachzüglern/innen auf dem deutschen Arbeitsmarkt führen, da dieses verstärkte Engagement in der Weiterbildung ihnen einen verstärkten Wettbewerbsvorteil verschafft.

*Tabelle 14: Jansen et al. (2018) untersuchte Betriebsgrößen und Betriebe*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Produktion
	Dienstleistung

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Arbeitswelt 4.0, Digitalisierung, 4.0 Technologien, Arbeitswelt 4.0, E-Learning.*

**Kirchherr, J./Klier, J./Lehmann-Brauns, C./Winde, M. (2018)**

**Future Skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen.**

Essen: Stifterverband Future Skills – Diskussionspapier 1.

Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (e. V.).

<https://www.stifterverband.org/medien/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-fehlen>

**Untersuchungsgegenstand:** Diskussionspapier über das Fehlen von Kompetenzen in Deutschland, die für die Zukunft der Arbeit als wichtig erachtet werden. Der Untersuchungszeitpunkt ist Juni 2018, in dem 607 verschiedene Unternehmen (u. a. Start-ups, mittlere Unternehmen oder Großunternehmen) befragt wurden, inwiefern ihre Mitarbeiter/innen über sogenannte Future Skills verfügen. Es findet keine Berufs- oder Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Autoren untersuchen in Zusammenarbeit mit McKinsey den aktuellen Kompetenzbedarf von Wirtschaft und Gesellschaft anhand eines Future-Skills-Frameworks. Als Future-Skills werden dabei Kompetenzen bezeichnet, die in den kommenden fünf Jahren für Berufsleben oder gesellschaftliche Teilhabe als wichtig bewertet werden. Methodisch basieren die Ergebnisse auf quantitativem und qualitativem Vorgehen.

**Ergebnisse:** Es wird ermittelt, dass bis in das Jahr 2023 rund 700.000 Personen vertiefte technologische Fähigkeiten erwerben müssen, damit der Bedarf der Wirtschaft an sogenannten „Tech-Spezialisten“ gedeckt werden kann. Dabei ist vor allem der Future-Skill komplexe Datenanalyse mit 455.000 Personen der Bereich, mit dem Abstand größten Bedarf. Zusätzlich zu dem prognostizierten Engpass an Fachkräften, müssen jeweils über 2,4 Millionen Erwerbstätige in Schlüsselqualifikationen wie agilem Arbeiten, digitalem Lernen oder Kollaborationstechniken geschult werden. Laut den Autoren ist es jedoch auch entscheidend, dass sich das Bildungs-, Hochschul- und Berufsbildungssystem stärker an den in der Zukunft benötigten Fähigkeiten orientiert und dementsprechende Bildungsangebote entwickelt bzw. weiterentwickelt.

*Schlagwörter: Technologische Fähigkeiten, Weiterbildungsbedarf, Future Skills, Digitale Schlüsselqualifikationen, Tech-Spezialist*



**Lachenmaier, S./Rottmann, H. (2011)**

**Effects of innovation on employment: A dynamic panel analysis.**

International Journal of Industrial Organization, Vol. 29 (2).

Quelle: International Journal of Industrial Organization.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167718710000858>

**Untersuchungsgegenstand:** Studie über die Auswirkungen von Innovationen auf das Beschäftigungswachstum in Unternehmen in Deutschland. Der Untersuchungszeitraum liegt zwischen 1982 und 2002 unter Berücksichtigung des IFO Innovation Survey. Die Ergebnisse beziehen sich auf Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe und es liegen keine berufsspezifischen Informationen vor.

**Inhalt:** In der Untersuchung werden die Auswirkungen von Innovationen auf die Beschäftigung auf Unternehmensebene geschätzt. Der IFO Innovation Survey ist ein Innovationspaneldatensatz deutscher Produktionsunternehmen, der verschiedene Innovationsmaßzahlen beinhaltet. So kann sowohl zwischen Produkt- und Prozessinnovation als auch zwischen Innovationsinput- und Innovationsoutputkennzahlen unterschieden werden. Aus theoretischer Perspektive ist unklar, welchen Effekt Innovationen auf die Beschäftigung haben. Nach der Produktionstheorie wirkt die Produktinnovation beschäftigungsfördernd, da neue und zusätzliche Arbeitskräfte benötigt werden, um neue Produkte zu erzeugen. Prozessinnovationen wirken hingegen eher beschäftigungshemmend, da bisherige Prozesse zur Erstellung von Produkten effektiver werden und daher zumeist weniger Arbeitskräfte für die Herstellung benötigt werden. Empirisch konnte in bisherigen Studien nicht aufgezeigt werden, in welche Richtung Innovationen auf die Beschäftigung wirken. Es wird ein dynamisches GMM-System geschätzt.

**Ergebnisse:** Die Analysen zeigen positive Auswirkungen der Innovationen auf die Beschäftigung. Dies gilt sowohl für den Innovationsinput als auch für die Variablen des Innovationsoutput. Innovationen zeigen ihre positive Wirkung auf die Beschäftigung mit zeitlicher Verzögerung und Prozessinnovationen haben eine stärkere Wirkung auf die Beschäftigung als Produktinnovationen.

*Tabelle 15: Lachenmaier/Rottmann (2011) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Keine Berufsbetrachtung	Produzierendes Gewerbe

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Innovation, Beschäftigung, Paneldaten, dynamische Panelmethode.*

**Leinweber, V./Kochta, T. (2017)**

**Digitalisierung als Rahmenbedingung für Wachstum.**

München: Studie der Prognos AG.

Quelle: Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft (e. V.).

[https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2017/Downloads/Studie-Digitalisierung-als-Rahmenbedingung-f%C3%BCr-Wachstum\\_2017.pdf](https://www.vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Volkswirtschaft/2017/Downloads/Studie-Digitalisierung-als-Rahmenbedingung-f%C3%BCr-Wachstum_2017.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** In dieser Studie wird zum einen untersucht wie sich die Digitalisierung in einzelnen Wirtschaftsbereichen Deutschlands und in weiteren ausgewählten Volkswirtschaften entwickelt hat. Daneben wird noch analysiert welchen Beitrag die Digitalisierung zum Wachstum der Bruttowertschöpfung hat.

**Inhalt:** Auf Basis einer Patentanalyse ermitteln die Autoren wie sich die Digitalisierung in einzelnen Branchen in der Vergangenheit entwickelt hat. Untersucht wird hierbei der Zeitraum von 1991 bis 2014. Der Beitrag der Digitalisierung innerhalb eines Wirtschaftsbereichs wird am Anteil digitaler Patente an allen Patenten gemessen. Dabei erfolgt eine Differenzierung nach Wirtschaftsbereichen sowie nach Wirtschaftsbereichen unter Berücksichtigung der Vorleistungen. In einem nächsten Schritt werden diese Erkenntnisse für die deutsche Wirtschaft noch mit den Analyseergebnissen zur Entwicklung der Digitalisierung in fünf weiteren Ländern verglichen. Anschließend erfolgt eine quantitative Abschätzung (Regressionsanalyse) der Digitalisierungswirkung auf das Wachstum der Bruttowertschöpfung in Deutschland und Bayern. Es findet keine Berufs-, allerdings eine Branchenbetrachtung statt.

**Ergebnisse:** Im Durchschnitt über alle 63 untersuchten Wirtschaftsbereiche hinweg liegt der Digitalisierungsanteil im Jahr 2015 bei knapp 23 Prozent. Die einzelnen Branchen lassen sich hinsichtlich des Digitalisierungsanteils in drei verschiedene Kategorien unterteilen: „hoch digitalisiert“ (Digitalisierungsanteil > 50 Prozent), „stark digitalisiert“ (Digitalisierungsanteil > 20 Prozent/< 50 Prozent), „gering digitalisiert“ (Digitalisierungsanteil < 20 Prozent). Zu den Spitzenreitern in der Gruppe der hoch digitalisierten Wirtschaftsbereiche zählt mit einem Digitalisierungsanteil von knapp 70 Prozent im Jahr 2015 der Bereich Audiovisuelle Medien und Rundfunk, dicht gefolgt von Telekommunikation mit knapp 60 Prozent. Generell sind in dieser Kategorie eher Dienstleistungsbranchen verortet. Bei den stark digitalisierten Wirtschaftsbereichen liegen

Erziehung und Unterricht, Reisebüros sowie Arbeitskräftevermittlung an vorderer Stelle. Geringe Digitalisierungsanteile sind im Maschinenbau (knapp 18 Prozent) und in der Metallerzeugung- und Bearbeitung (17 Prozent) zu erkennen. Im internationalen Vergleich zeigen sich hinsichtlich der Digitalisierungsanteile nur moderate Unterschiede.

Hinsichtlich der Wirkung der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum in Deutschland ergibt sich für den Zeitraum von 1996 bis 2014 ein Beitrag der Digitalisierung zur jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Bruttowertschöpfung von 0,5 Prozentpunkten. In Bayern liegt dieser Beitrag bei jährlich 0,4 Prozentpunkten. Auch hier zeigen sich Unterschiede je nach betrachteter Branche. Der höchste positive Effekt der Digitalisierung zeigt sich bspw. für die Finanz- und Versicherungsdienstleister – hier liegt der Unterschied zwischen der Bruttowertschöpfungsentwicklung mit und ohne Digitalisierung bei 1,4 Prozentpunkten. Der internationale Vergleich zeigt, dass einzelne Länder noch höhere Wachstumsbeiträge der Digitalisierung aufweisen – Spitzenreiter ist Japan.

Tabelle 16: Leinweber/Kochta (2017) untersuchte Branchen und Berufe

Berufe	Branchen (Auszug)
Keine Berufsbetrachtung	Audiovisuelle Medien und Rundfunk
	Telekommunikation
	Elektrische Ausrüstungen
	Erziehung und Unterricht
	Reisebüros, Reiseveranstalter
	Metallerzeugung und -bearbeitung
	Maschinenbau
	Gummi- und Kunststoffwaren
	Möbel und sonstige Waren
	Baugewerbe
	Lagererei
	Forschung und Entwicklung
	Luftfahrt
	Landwirtschaft
	Pharmazeutische Erzeugnisse
	Gesundheitswesen
	Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
	Gastgewerbe

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Digitalisierung, Wachstum, Patente, Bayern.

**Möller, J. (2016)**

**Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitswirkungen einer vierten industriellen Revolution.**

IAB-Discussion Paper, No. 18/2015.

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

<http://doku.iab.de/discussionpapers/2015/dp1815.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Die Studie betrachtet mögliche Strukturveränderungen in Folge der vierten industriellen Revolution in der Wirtschafts- und Arbeitswelt. Dabei hebt der Autor die Arbeitswelt 4.0 hervor und untersucht mit welchen Möglichkeiten, aber vor allem auch mit welchen Herausforderungen aller Voraussicht nach zu rechnen ist. Die Ergebnisse werden nicht nach Berufen oder Branchen unterschieden.

**Inhalt:** Der Fokus der Studie liegt auf der Beantwortung der Frage, ob eine neuartige Industrie 4.0 zur Freisetzung von Arbeitskräften und zu neuer technologisch bedingter Unterbeschäftigung führt. Hierbei heben sie auch den Einfluss der demografischen Entwicklung hervor, wodurch die Herausforderung einen beschleunigten Strukturwandel sozialverträglich zu organisieren zunehmen wird.

**Ergebnisse:** Es werden gravierende Strukturveränderungen in Wirtschafts- und Arbeitswelt in Folge der vierten industriellen Revolution prognostiziert. Dabei wird jedoch verdeutlicht, dass sich die Gefahr der technologischen Arbeitslosigkeit in Deutschland bereits in der Vergangenheit als unbegründet erwiesen hat. Als Grund nennt der Autor dabei die Stärken des deutschen Modells. Diese bestehen in Bezug auf Infrastruktur, Bildungssystem, Normensetzung und Rechts- und Datensicherheit, welche Voraussetzungen sind, um die Technologieführerschaft behaupten zu können. Ferner werden ein gut funktionierendes Betriebssystem und Betriebsklima hervorgehoben, die benötigt werden, um die Herausforderungen der neuen Flexibilitätserfordernisse annehmen zu können. Hierbei kann der Autor bereits eine hohe Bereitschaft der Belegschaften erkennen, die Herausforderungen auch anzunehmen, wenn sie die sich neu ergebenden Spielräume auch aktiv mitgestalten können.

*Schlagwörter: Industrie 4.0, technischer Fortschritt, Strukturwandel, Qualifikation, Unterbeschäftigung, Arbeitswelt 4.0.*

**Ostwald, D. A./Hofmann, S./Acker, O./Pachmajer, M/Friedrich, M. (2016)**

**Der Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitskräftesituation in Deutschland. Berufs- und branchenspezifische Analyse bis zum Jahr 2030.**

PwC, WifOR.

Quelle: PricewaterhouseCoopers (PwC).

<https://www.wifor.com/download/digitalisierung-arbeitskraeftesituation/>

**Untersuchungsgegenstand:** Es werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitskräftesituation in Deutschland für ausgewählte Branchen, Berufsgruppen sowie Qualifikationen analysiert und quantifiziert. Neben dem Status Quo im Jahr 2016 wird auch eine Prognose bis zum Jahr 2030 durchgeführt. Die Ergebnisse können sowohl nach Berufen als auch nach Branchen differenziert werden.

**Inhalt:** Diese Studie setzt auf einer vorangegangenen Fachkräftestudie auf und untersucht die Auswirkungen der Digitalisierung auf den deutschen Arbeitsmarkt. Konkret wird analysiert wie sich die Digitalisierung auf die Nachfrage nach Arbeitskräften in bestimmten Branchen bzw. in bestimmten Berufen auswirkt und damit auch die Engpasssituation in diesen Bereichen beeinflusst. Hierfür werden der tätigkeitsbasierte und der Arbeitsvermögensansatz mit einem Berufsstrukturmodell kombiniert. Mit diesem Vorgehen können sowohl der Effekt der Digitalisierung auf die Nachfrage innerhalb einer Branche als auch der Digitalisierungsbeitrag dieser Branche zum gesamtwirtschaftlichen Digitalisierungseffekt bestimmt werden. Innerhalb der Branchen erfolgt noch eine Differenzierung nach Berufen. Abgeschlossen wird die Studie mit Handlungsimpulsen für Wirtschaft und Politik.

**Ergebnisse:** Die Analyse zeigt, dass die Digitalisierung auf dem deutschen Arbeitsmarkt – je nach betrachteter Branche/betrachtetem Beruf – sowohl nachfragesteigernde als auch eine nachfragereduzierende Wirkung haben kann. Das bedeutet, dass durch die Digitalisierung die aktuelle bzw. künftige Engpasssituation entweder erhöht, entspannt oder überkompensiert werden kann. Ohne Berücksichtigung von Digitalisierungswirkungen wird für das Jahr 2030 ein Engpass von rund 4,2 Millionen Arbeitskräften erwartet. Durch die Digitalisierung kann dieser auf 2,0 Millionen fehlende Arbeitskräfte reduziert werden. Die Analyse auf Branchenebene zeigt, dass sich die Digitalisierung hier unterschiedlich auswirkt. So erwarten die Autoren bspw. im Handel für das Jahr 2030 einen Rückgang der Nachfrage von etwa 900.000 Arbeitskräften.

ten, wohingegen im Bereich Gesundheit und Pharma mit einer um 300.000 Arbeitskräfte gesteigerten Nachfrage gerechnet wird. In Bezug auf die Qualifikationen wird deutlich, dass die Digitalisierung mehr gut ausgebildete und hochqualifizierte Arbeitskräfte verlangt. Dies wird z. B. bei den MINT-Berufen deutlich: für Akademiker dieser Berufsgruppe wird für 2030 eine zusätzliche Nachfrage von 500.000 Personen erwartet. Im Gegensatz dazu wird für die Verkaufskräfte mit einem Nachfrage-rückgang von 940.000 gerechnet. Es wird geschlussfolgert, dass es keine einheitliche Wirkungsrichtung der Digitalisierung gibt. Einerseits werden in bestimmten Branchen und Berufen mehr Arbeitskräfte benötigt, andererseits werden in anderen Branchen bzw. Berufen Arbeitskräftepotenziale freigesetzt. Diese können durch entsprechende Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen jedoch genutzt werden, um den Engpässen zu begegnen.

Tabelle 17: Ostwald et al. (2016) untersuchte Berufe und Branchen

<b>Berufe (Auszug)</b>	<b>Branchen</b>
Geschäftsführer	Automobilindustrie
Akademiker in MINT-Berufen	Energie
Fahrzeugführer	Financial Services
Verkaufskräfte	Gesundheit und Pharma
Montageberufe	Handel
Bürokräfte im Finanz- und Rechnungswesen	Industrielle Produktion
Lehrende Berufe	Technologie, Medien, Telekommunikation
Führungskräfte in der Produktion	Transport und Logistik
Assistenzberufe im Gesundheitswesen	Öffentlicher Sektor

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Digitalisierung, Arbeitsmarkt, Engpasssituation, Entlastung- Belastung, Chancen Risiken.

**Seyda, S./Meinhard, D./Placke, B. (2018)**

**Weiterbildung 4.0 – Digitalisierung als Treiber und Innovator betrieblicher Weiterbildung.**

Köln: IW Trends 1/2018.

Quelle: Institut der deutschen Wirtschaft.

[https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/IW-Trends/PDF/2018/IW-Trends\\_2018\\_1\\_Weiterbildung.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/IW-Trends/PDF/2018/IW-Trends_2018_1_Weiterbildung.pdf)

**Untersuchungsgegenstand:** Im Rahmen der neunten IW-Weiterbildungserhebung aus dem Jahr 2016 wurden 1.706 Unternehmen zu deren Weiterbildungsaktivitäten, Motiven und Hemmnissen sowie zum Investitionsvolumen in betriebliche Weiterbildung befragt. Dabei legte die aktuelle Befragung erstmals den Themenschwerpunkt auf Weiterbildungsaktivitäten in der Digitalisierung. Es wird keine Differenzierung nach Berufen oder Branchen vorgenommen.

**Inhalt:** Die Autoren gehen im Rahmen dieses Forschungsberichtes der Frage nach, in wie weit die betriebliche Weiterbildung verändert werden muss, um den neuen inhaltlichen und methodischen Aufgaben, die durch die Digitalisierung entstehen werden, gerecht zu werden. Die Autoren beantworten diese Frage mithilfe der IW-Weiterbildungserhebung, in der der tatsächliche Einsatz von digitalen Technologien gemessen und analysiert wird. Anhand der Befragung wird eine systematische Übersicht erstellt, die den tatsächlichen Einsatz von digitalen Technologien in Unternehmen zeigt. Dabei verdeutlichen die Autoren welche Unterschiede es im Einsatz der digitalen Technologien gibt, wodurch sich ebenfalls Unterschiede im Weiterbildungsbedarf ergeben.

**Ergebnisse:** Die Analyse der Autoren zeigt beispielsweise, dass der digitale Datenaustausch mit Lieferanten/innen, Dienstleistern/innen oder Kunden/innen die höchste Verbreitung hat. Dieser Einsatz der neuen digitalen Technologie wird von acht der zehn Unternehmen praktiziert. Auffällig ist, dass die Bandbreite mit dem Unternehmen neue digitale Technologien nutzen groß ist. Auffällig ist der hohe Verbreitungsgrad der Digitalisierung, da lediglich 8,5 Prozent der Unternehmen keine der Technologien einsetzen. Am häufigsten nutzen Unternehmen zwei digitale Technologien. Unternehmen mit sehr großer technologischer Vielfalt, die vier und mehr neue digitale Technologien einsetzen, sind selten. Diese Unterschiede deuten darauf hin, dass sich der daraus resultierende Weiterbildungsbedarf ebenfalls unterscheiden dürfte. Bestätigt wird dies dadurch, dass fast zwei Drittel der befragten Unternehmen ange-



ben, einen angestiegenen Weiterbildungsbedarf durch die Einführung neuer digitaler Technologien zu haben. Auffällig ist hier die gestiegene Aktivität in der Weiterbildung von Unternehmen mit einer höheren Bandbreite an digitalen Technologien.

*Schlagwörter: betriebliche Weiterbildung, Unternehmensbefragung, Digitalisierung, digitale Lernangebote*

**Spitz-Oener, A. (2006)**

**Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure.**

Chicago, USA: Journal of Labor Economics.

Quelle: University of Chicago.

[www.jstor.org/stable/10.1086/499972?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](http://www.jstor.org/stable/10.1086/499972?seq=1#page_scan_tab_contents)

**Untersuchungsgegenstand:** Übertragung des tätigkeitsbasierten Ansatzes von Autor et al. (2003) auf (West-)Deutschland. Hierbei wird auf die Datenbasis des BIBB/BAUA-Datensatzes zurückgegriffen, der Tätigkeiten der Beschäftigten seit 1979 erfasst. Die Berufe können anhand von Tätigkeitskategorien unterschieden werden. Es findet keine Branchenbetrachtung statt.

**Inhalt:** Die Autorin überträgt in ihrer Untersuchung den tätigkeitsbasierten Ansatz von Autor et al. (2003) auf (West-)Deutschland. Dabei geht die Autorin der Frage nach, wie sich die Anforderungen an Fähigkeiten in Europa (speziell in Deutschland) über die Zeit verändert haben und wie diese Veränderungen mit dem technischen Wandel zusammenhängen. Hierfür untersucht die Autorin die Veränderungen von fünf Tätigkeits-Kategorien: analytische Nicht-Routine-Tätigkeiten, interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten, manuelle Nicht-Routine-Tätigkeiten, kognitive Routine-Tätigkeiten und manuelle Routine-Tätigkeiten. Für die Analyse werden Daten der Erwerbstätigenbefragung des BiBB/BAUA für die Zeitpunkte 1979, 1985/86, 1991/92 und 1998/99 herangezogen. In diesem Datensatz werden die Tätigkeiten, die einen Beruf charakterisieren detailliert abgefragt. Der technische Fortschritt wird mittels der Variable „Nutzung eines Computers am Arbeitsplatz“ operationalisiert.

**Ergebnisse:** In (West-)Deutschland steigt der Anteil an Hochqualifizierten am Arbeitsangebot zwischen 1979 und 1999 von 8 auf 16 Prozent. Der Anstieg der Hochqualifizierten geht mit veränderten Tätigkeitshäufigkeiten einher. Analytische Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen in diesem Zeitraum jährlich um 0,5 Prozentpunkte. Interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen jährlich sogar um 1,3 Prozentpunkte. Kognitive und manuelle Routine-Tätigkeiten gehen zwischen 1979 und 1999 um 0,7 Prozentpunkte zurück. Manuelle Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen jährlich um etwa 0,6 Prozentpunkte. Weiterhin zeigen die Analysen, dass je höher das Qualifikationsniveau der Beschäftigten, desto höher ist der Anteil analytischer und interaktiver Nicht-Routine-Tätigkeiten.

Mittel Qualifizierte üben vermehrt manuelle und kognitive Routine-Tätigkeiten aus, die besonders von einer rückläufigen Nachfrage betroffen sind. Somit kann der polarisierende Verlauf der Beschäftigung erklärt werden, den Spitz-Oener in den Daten findet. Ausschlaggebend für den polarisierenden Verlauf ist nach der Autorin eine fortschreitende Computerisierung der Arbeitsplätze.

*Tabelle 18: Spitz-Oener (2006) untersuchte Fähigkeiten*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Analytische Nicht-Routine-Tätigkeiten	Keine Branchenbetrachtung
Interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten	
Manuelle Nicht-Routine-Tätigkeiten	
Kognitive Routine-Tätigkeiten	
Manuelle Routine-Tätigkeiten	

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Tätigkeiten, Kompetenzen, Polarisierung, Arbeitsmarktnachfrage, Qualifikation, technischer Fortschritt, Computertechnologie.*

**Stohr, D. C. (2019)**

**Die beruflichen Anforderungen der Digitalisierung hinsichtlich formaler, physischer und kompetenzspezifischer Aspekte – Eine Analyse von Stellenanzeigen mittels Methoden des Text Minings und Machine Learnings.**

Bern, Schweiz: Dissertation.

Quelle: Peter Lang.

<https://doi.org/10.3726/b15544>

**Untersuchungsgegenstand:** Untersucht werden die beruflichen Anforderungen in ca. 150.000 Stellenanzeigen aus dem Jahr 2017 von insgesamt 139 Berufen des deutschen Arbeitsmarktes, die in Abhängigkeit Ihrer Digitalisierbarkeit zu 5 Berufsgruppen aggregiert werden. Eine Branchenbetrachtung findet nicht statt.

**Inhalt:** Im Rahmen dieser Dissertation wird der Frage nachgegangen, welche beruflichen Anforderungen die Digitalisierung stellt. Diese Fragestellung beantwortet der Autor, indem er mit Methoden des Natural Language Processings und Machine Learnings Stellenanzeigen aus Job-Portalen empirisch analysiert. Er schafft damit eine systematische Übersicht der Kompetenzen, Qualifikationen und Fähigkeiten, die im Rahmen der Digitalisierung besonders wichtig sind. Der Autor zeigt konkret auf, wie den komplexen und tiefgreifenden Veränderungen der Arbeitswelt wirksam begegnet werden kann. Er macht deutlich, was am Arbeitsmarkt gefordert wird, wo bestehende Ausbildungsinhalte angepasst und wie der Kompetenzerwerb im Arbeitsalltag gestaltet werden sollte.

**Ergebnisse:** Die Untersuchung zeigt, dass Stellenanzeigen wertvolle Erkenntnisse bezüglich der beruflichen Anforderungen der Digitalisierung beinhalten. In 85,9 Prozent der untersuchten Stellenanzeigen kann korrekt auf die Digitalisierbarkeit des zugehörigen Berufs geschlossen werden. Darüber hinaus macht die Studie deutlich, dass die Digitalisierung berufliche Anforderungen maßgeblich verändert. Gerade der Bereich der Kompetenzen gewinnt an Bedeutung. 16 von 20 der wichtigsten Einzelanforderungen sind aus diesem Anforderungsbereich. Flexibilität, sozial-kommunikative Fähigkeiten und Belastbarkeitserfordernisse nehmen durch die Digitalisierung zu. Problemlösungsfähigkeit stellt die wichtigste Einzelanforderung in Zeiten der Digitalisierung dar. Während hohe Qualifikation immer wichtiger wird, verlieren physische Anforderungen und formale Berufserfahrung zunehmend an Bedeutung.

*Tabelle 19: Stohr (2019) untersuchte Berufe und Branchen*

<b>Berufe</b>	<b>Branchen</b>
Sehr hohe Digitalisierbarkeit	Keine Branchenbetrachtung
Hohe Digitalisierbarkeit	
Mittlere Digitalisierbarkeit	
Geringe Digitalisierbarkeit	
Sehr geringe Digitalisierbarkeit	

*Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019*

*Schlagwörter: Berufliche Anforderungen, Digitalisierung, Text Mining, Machine Learning, Stellenanzeigenanalyse, Kompetenzen, Qualifikationen Arbeit 4.0, Tätigkeitsbasierter Ansatz, Künstliche Intelligenz.*

**Wolter, M. I./Mönning, A./Hummel, M./Weber, E./Zika, G./Helmrich, R./Maier, T./Neuber-Pohl, C. (2016)**

**Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen.**

IAB-Forschungsbericht 13/2016.

Quelle: IAB Forschungsbericht 13/2016.

<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2016/fb1316.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Im Rahmen der Studie wird die Auswirkung der Digitalisierung (Wirtschaft 4.0) auf die deutsche Gesamtwirtschaft und den deutschen Arbeitsmarkt analysiert. Hierzu wird eine 5-stufige Szenario-Analyse durchgeführt, wobei das Referenzszenario die Ergebnisse der vierten Welle des QuBe-Projekts darstellt. Die Szenarien-Analyse erfolgt dabei teilweise bis zum Jahr 2035. Differenziert wird nach Wirtschaftszweigen, Berufsfeldern und Anforderungsniveaus.

**Inhalt:** Aufbauend auf den Methoden und Ergebnissen der vierten Welle des QuBe-Projekts, untersucht diese Studie die Effekte der Digitalisierung auf die Gesamtwirtschaft und den Arbeitsmarkt. Für die Untersuchung werden 5 Teilszenarien untersucht, die zu dem Gesamtszenario führen: 1) Erhöhung der Ausrüstungsinvestitionen, 2) Erhöhung der Bauinvestitionen, 3) Änderung der Kosten- und Gewinnstrukturen, 4) Änderung der Berufsfeldstruktur, 5) Steigende Nachfrage nach neuen Gütern und Dienstleistungen. Mithilfe dieser Szenarien-Rechnungen können unterschiedliche Arbeitswelten verglichen werden und schlussendlich eine Aussage getroffen werden, wie sich eine komplett digitalisierte Welt vom Referenzszenario unterscheidet.

**Ergebnisse:** Im Vergleich zum Basisszenario werden in einer vollständig digitalisierten Arbeitswelt 30.000 Arbeitsplätze im Jahr 2025 weniger nachgefragt. Dieser Saldo kommt dadurch zustande, dass für dieses Jahr 1.510.000 neu entstehende Arbeitsplätze sowie 1.540.000 nicht mehr vorhandene Arbeitsplätze erwartet werden. Es zeigt sich jedoch, dass die Digitalisierung je nach betrachteter Branche/Berufsfelds eine unterschiedliche Wirkung hat bzw. haben wird. So wird laut den Autoren das produzierende Gewerbe hinsichtlich der Erwerbstätigen weiter an Bedeutung verlieren, wohingegen Branchen wie Information und Kommunikation oder Erziehung und Unterricht von dem digitalen Wandel profitieren werden. Auf Berufsebene zeigt sich, dass insbesondere in

den Dienstleistungsberufen mehr Arbeitskräfte benötigt werden als im Referenzszenario. Weiterhin wird deutlich, dass der digitale Wandel dazu beitragen kann Ungleichgewichte auf dem Arbeitsmarkt – bspw. bei den produzierenden Berufen – zu beheben. Im Allgemeinen lassen die Ergebnisse der Untersuchung erkennen, dass sich durch die Digitalisierung die Anforderungen an die Arbeitskräfte verändern werden. Hierbei wird insbesondere ein Mehrbedarf an komplexen Spezialistentätigkeiten und hoch komplexen Tätigkeiten erwartet. Im Gegensatz dazu werden deutlich weniger fachliche Tätigkeiten nachgefragt als im Basisszenario – im Jahr 2025 sind das knapp 800.000 Erwerbstätige weniger. Helfertätigkeiten sind gemäß den Analyseergebnissen eher weniger von der Digitalisierung betroffen. Auf Basis ihrer Ergebnisse schlussfolgern die Autoren, dass eine Umsetzung der Wirtschaft 4.0 essenziell für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands ist und ein solcher Übergang nachhaltig gestaltet werden sollte.

Tabelle 20: Wolter et al. (2016) untersuchte Berufe und Branchen

<b>Berufe (Auszug)</b>	<b>Branchen (Auszug)</b>
Elektroberufe	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
Verkaufsberufe	Maschinenbau
Textilberufe	Baugewerbe
Groß-, Einzelhandelskaufleute	Gastgewerbe
Verkehrsberufe	Information und Kommunikation
Sicherheitsberufe	Grundstücks- und Wohnungswesen
Reinigungs-, Entsorgungsberufe	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften
Kaufmännische Büroberufe	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
Techniker/innen	Erziehung und Unterricht
Soziale Berufe	Gesundheits- und Sozialwesen
Gesundheitsberufe	Verkehr und Lagerei

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Zika, G./Helmrich, R./Maier, T./Weber, E./Wolter, M. (2018)

**Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung. Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle.**

Mannheim: IAB-Kurzbericht (9/2018).

Quelle: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.

<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0918.pdf>

**Untersuchungsgegenstand:** Abschätzung des langfristigen Einflusses der Digitalisierung auf regionale Arbeitsmärkte (Nord, NRW, Mitte-West, BAWÜ, BY, Ost) auf Basis einer aktuellen Studie für Gesamtdeutschland, mithilfe regionalspezifischer Modellrechnungen bis 2035. Der Analysezeitraum wird zwischen 2016 – 2035 benannt. Hierbei werden die jeweiligen Ergebnisse nach Berufsfeldern, Qualifikationen, Anforderungsniveaus und Regionen unterteilt.

**Inhalt:** Der IAB-Kurzbericht zeigt diverse Änderungen für regionale Arbeitsmärkte, die eine zunehmende Digitalisierung mit sich bringt. In dem Modellszenario werden die regionalen Auswirkungen einer digitalisierten Arbeitswelt (Wirtschaft 4.0) mit einer Arbeitswelt verglichen, die sich am bisherigen Entwicklungspfad (QuBe-Basisprojektion) des technischen Fortschritts orientiert. Dabei wird verdeutlicht, dass der Einfluss vor allem von der Wirtschaftsstruktur und der damit einhergehenden Berufsstruktur vor Ort abhängt. Ferner zeigt die Studie, dass die Entwicklung von Branchen und Berufen regional durchaus unterschiedlich ausfallen könnte.

**Ergebnisse:** Die Studie zeigt, dass die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Gesamtniveau der Arbeitsnachfrage in allen Regionen relativ gering ausfallen werden. Sie reichen von -0,30 Prozent in der Region Ost bis +0,05 Prozent in der Region Mitte-West. Deutliche Unterscheidungen der Regionen wird es in beiden Arbeitswelten hinsichtlich der Branchen-, Berufs- und Anforderungsstruktur geben. Im Szenario Wirtschaft 4.0 werden neue Arbeitsplätze entstehen, wohingegen es diese neuen Arbeitsplätze in dem Szenario QuBe-Basisprojektion nicht gibt.



Tabelle 21: Zika et al. (2018) untersuchte Berufe und Branchen

Berufe	Branchen
Analytisch	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
Interaktiv	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erde
Kognitive-Routine	Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken, Tabakverarbeitung
Manuell-Routine	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
Manuell-Nicht-Routine	Maschinenbau
	Fahrzeugbau
	Sonstiges verarbeitendes Gewerbe
	Energieversorgung
	Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Ähnliches
	Baugewerbe
	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
	Verkehr und Lagerei
	Gastgewerbe
	Information und Kommunikation
	Finanz- und Versicherungsdienstleister
	Grundstücks- und Wohnungswesen
	Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleister
	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften
	Sonstige wirtschaftliche Unternehmensdienstleister
	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
	Erziehung und Unterricht
	Gesundheits- und Sozialwesen
	Kunst, Unterhaltung und Erholung
	Sonstige Dienstleister
	Private Haushalte

Quelle: WifOR, eigene Darstellung 2019

Schlagwörter: Digitalisierung, Regionale Branchenstruktur, Wirtschaft 4.0, Arbeitsplätze, Zukunft der Arbeit, Wirtschaftsstruktur, Branchenstruktur.

## 2 Tabellarische Übersicht über die Publikationen

**Tabelle 22: Übersicht über die durch die Digitalisierung ausgelösten Beschäftigungseffekte der ausgewählten Studien**

Autor (Jahr)	Zeitraum	Branche	Beschäftigungseffekt																																																								
Arntz, M./ Gregory, T./ Zierahn, U. (2018)	2016–2021		<p>■ Basisszenario ■ Status Quo-Szenario ■ Beschleunigungsszenario</p> <table border="1"> <caption>Estimated data from the bar chart in Table 22</caption> <thead> <tr> <th>Branche</th> <th>Basisszenario (%)</th> <th>Status Quo-Szenario (%)</th> <th>Beschleunigungsszenario (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Landwirtschaft, Bergbau</td><td>-1.5</td><td>3.0</td><td>-2.0</td></tr> <tr><td>Chemiebranche</td><td>0.5</td><td>1.0</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>Metallbau</td><td>1.5</td><td>4.5</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Elektronik, Fahrzeugbau</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>sonst. verarb. Gewerbe</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Gastgewerbe</td><td>-3.0</td><td>1.0</td><td>-3.5</td></tr> <tr><td>Baugewerbe</td><td>0.5</td><td>-4.5</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>Handel, Instandhaltung</td><td>0.5</td><td>2.0</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>Verkehr und Nachrichten</td><td>7.0</td><td>-2.0</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>Unternehmensnahe Dienstl.</td><td>1.5</td><td>4.0</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>Energie-/Wasserversorgung</td><td>4.5</td><td>4.5</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>Erziehung, Gesundheit, Soziales</td><td>-0.5</td><td>-2.0</td><td>-0.5</td></tr> <tr><td>Öffentliche Verwaltung</td><td>6.0</td><td>3.5</td><td>6.0</td></tr> </tbody> </table> <p>Veränderung der Beschäftigung</p>	Branche	Basisszenario (%)	Status Quo-Szenario (%)	Beschleunigungsszenario (%)	Landwirtschaft, Bergbau	-1.5	3.0	-2.0	Chemiebranche	0.5	1.0	0.5	Metallbau	1.5	4.5	1.0	Elektronik, Fahrzeugbau	2.5	2.0	2.5	sonst. verarb. Gewerbe	4.5	4.5	4.5	Gastgewerbe	-3.0	1.0	-3.5	Baugewerbe	0.5	-4.5	0.5	Handel, Instandhaltung	0.5	2.0	0.5	Verkehr und Nachrichten	7.0	-2.0	6.5	Unternehmensnahe Dienstl.	1.5	4.0	1.5	Energie-/Wasserversorgung	4.5	4.5	4.5	Erziehung, Gesundheit, Soziales	-0.5	-2.0	-0.5	Öffentliche Verwaltung	6.0	3.5	6.0
		Branche	Basisszenario (%)	Status Quo-Szenario (%)	Beschleunigungsszenario (%)																																																						
		Landwirtschaft, Bergbau	-1.5	3.0	-2.0																																																						
		Chemiebranche	0.5	1.0	0.5																																																						
		Metallbau	1.5	4.5	1.0																																																						
		Elektronik, Fahrzeugbau	2.5	2.0	2.5																																																						
		sonst. verarb. Gewerbe	4.5	4.5	4.5																																																						
		Gastgewerbe	-3.0	1.0	-3.5																																																						
		Baugewerbe	0.5	-4.5	0.5																																																						
		Handel, Instandhaltung	0.5	2.0	0.5																																																						
		Verkehr und Nachrichten	7.0	-2.0	6.5																																																						
		Unternehmensnahe Dienstl.	1.5	4.0	1.5																																																						
Energie-/Wasserversorgung	4.5	4.5	4.5																																																								
Erziehung, Gesundheit, Soziales	-0.5	-2.0	-0.5																																																								
Öffentliche Verwaltung	6.0	3.5	6.0																																																								
		Gesamtbeschäftigungseffekt: + 1,8 %																																																									
Bauer et al. (2018)	2017–2030	Automobilindustrie	Je nach Szenario Verminderung des Personalbedarfs zwischen 11 und 35 % (zwischen 23.000 und 97.000 Personen)																																																								
Bonin, H./ Gregory, T./ Zierahn, U. (2015)	Nächste 10 bis 20 Jahre	Gesamtbeschäftigung	Anteil der Arbeitsplätze mit hoher Automatisierungswahrscheinlichkeit (> 70 %) in Deutschland bei 12 %																																																								
Brzeski, C./ Burk, I. (2015)	2014	37,9 Millionen in Deutschland sozialversicherungs-pflichtig und geringfügig Beschäftigten	59 % oder über 18 Millionen Arbeitsplätze gefährdet																																																								

Cacilo, A./ Haag, M. (2018)	2015–2030	Automobilbranche	Beschäftigungseffekte (2015–2030): Szenario 1: +458.878 Szenario 2: +142.210 Szenario 3: –117.819
Kirchherr, J./ Klier, J./ Lehmann- Brauns, C./ Winde, M. (2018)	2018–2023	Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Versicherungen und Banken	bis 2023 ein zusätzlicher Bedarf von rund 700.000 Personen mit technologischen Fähigkeiten; Weiterbildungsbedarf von jeweils mehr als 2 Millionen Personen bei überfachlichen Qualifikationen
Ostwald et al. (2016)	2030	Gesamtbeschäftigung	–2.200.000 Nachfragereduktion (relativ zur Nachfrage)
		Automobilindustrie	–71.000 (5,5 %)
		Energiebranche	–3.700
		Financial Services	–130.000
		Gesundheit und Pharma	+300.000
		Handel	–900.000
		Industrielle Produktion	–580.000
		Technologie, Medien und Telekommunikation	(+11 %)
		Transport und Logistik	–300.000
		Öffentlicher Sektor	+190.000
Wolter et al. (2016)	2020/ 2025/ 2030	Gesamtbeschäftigungseffekte aller 63 Wirtschaftszweige	Differenz aktuelle Entwicklung zu voll digitalisierter Wirtschaft 2020: +10.000 2025: –30.000 2035: –60.000
Zika et al. (2018)	Bis 2035	Metallerzeugung	–17.000 (–1,7 %)
		Maschinenbau	–11.000 (–1,1 %)
		Fahrzeugbau	–21.000 (–2,4 %)
		Information und Kommunikation	+123.000 (+9,8 %)
		Gesundheits- und Sozialwesen	–19.000 (–0,3 %)
		Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	–49.000 (–0,9 %)
		Erziehung und Unterricht	+21.000 (+0,9 %)

**Tabelle 23: Übersicht über die ausgewählten Studien zum Thema Digitalisierung und Arbeitsmarkt**

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Abel (2018)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung verschiedener Szenarien</li> <li>• Qualifikations- und Kompetenzanforderungen in der Industrie 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur</li> <li>• Daten eines mittelgroßen und großen Unternehmens (200 und 19.000 Beschäftigte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturanalyse</li> <li>• Qualitative Fallstudie</li> </ul>	2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Qualifikations- und Kompetenzstrukturen im Rahmen der Industrie 4.0</li> <li>• Betriebsgröße</li> <li>• Industriart</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neue Anforderungen an fachliche Qualifikationen und Schlüsselkompetenzen</li> <li>• Veränderung bei fachlichen Qualifikationsanforderungen zum derzeitigen Zeitpunkt überschaubar</li> <li>• Unternehmen müssen auf die neuen Anforderungen mit betrieblicher Weiterbildung reagieren</li> <li>• Steigende Weiterbildungsaktivitäten mit Unternehmens- bzw. Betriebsgröße</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Arnold et al. (2016)</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 ausgewählte Studien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche</li> </ul>	Historisch und zukunfts- perspektivisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigungseffekte</li> <li>• Qualifikations- und Kompetenzbedarfe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalisierung schafft mehr Arbeitsplätze als sie verdrängt</li> <li>• Anstieg von Qualifikations- und Kompetenzanforderungen</li> <li>• Anpassungsdruck insbesondere bei Geringqualifizierten</li> <li>• Hohe Bedeutung der Weiterbildung zur Sicherstellung der Beschäftigungsfähigkeit</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Arntz et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturelles Modell des technologischen Wandels mit endogener Arbeitsnachfrage und -angebot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repräsentative Betriebsbefragung unter deutschen Produktions- und Dienstleistungsbetrieben</li> <li>• Betriebshistorik Panel (IAB)</li> <li>• Integrierte Erwerbsbiografien (IAB-ZEW)</li> <li>• World Input Output Database</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitativ</li> </ul>	2011–2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigung und Löhne (Betriebs- und Gesamtbeschäftigungsebene)</li> <li>• Tätigkeitskategorien</li> <li>• Branchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwach positiver Gesamtbeschäftigungseffekt von rund einem Prozent (2011–2016) und zukünftig wird ein Effekt von rund 1,8 Prozent (2016–2021)</li> <li>• Technologieinduzierter Arbeitslosenrückgang von 0,9 Prozentpunkte (letzte fünf Jahre), zukünftig Veränderung um 1,7 Prozentpunkte (2016–2021) erwartet</li> <li>• Substitution von Beschäftigung vor allem bei kognitiven Routine-Berufen sowie manuellen Nicht-Routine-Berufen</li> <li>• Technologieinvestitionen erfordern höheren Einsatz von analytischen und interaktiven Berufen</li> </ul>
<a href="#">Arntz et al. (2016a)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung des Standes der Automatisierung und Digitalisierung in deutschen Betrieben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IAB-ZEW Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitativ</li> </ul>	2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der innerbetrieblichen Investitionen in 4.0-Technologien</li> <li>• Differenzierung nach Qualifikation, Kompetenz oder Tätigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.0-Technologien verändern die Tätigkeiten am Arbeitsplatz zu Lasten von Routineaufgaben, im Produktionsbereich und zu Lasten manueller Aufgaben</li> <li>• Abstrakte Tätigkeiten gewinnen unabhängig vom Digitalisierungsgrad an Bedeutung</li> <li>• Im Verwaltungs- und Dienstleistungsbereich entwickelt sich der Qualifikationsbedarf vermehrt in Richtung von Fach-, Spezialisten- und hochqualifizierten Tätigkeiten und weniger hinzu einfachen Tätigkeiten</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Arntz et al. (2016b)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung der Risiken der Automatisierung für 21 OECD Länder mit einem aufgabenbasierten Ansatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIACC)</li> </ul>	Quantitativ	2012	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tätigkeitsperspektive innerhalb von Berufen</li> <li>• Differenzierung nach Ländern und Bildungsstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etwa neun Prozent der Arbeitsplätze der 21 OECD-Länder sind automatisierbar</li> <li>• Tätigkeitsbasierter Ansatz führt zu deutlich geringeren Substitutionspotenzialen im Vergleich zum Berufsansatz von Frey/Osborne (2013)</li> <li>• Niedrigqualifizierte Arbeitskräfte sind am stärksten von Automatisierung betroffen</li> <li>• Zwölf Prozent der Arbeitsplätze in Deutschland sind von einer hohen Automatisierung gefährdet</li> </ul>
<a href="#">Attig et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung des erfolgreichen Umgangs des Einzelnen mit Technik</li> <li>• Quantifizierung der interaktionsbezogenen Technikaffinität anhand einer ökonomischen Skala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affinity for technology interaction Skala (ATI Skala)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empirische Nutzerstudie</li> </ul>	April bis Mai 2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhang zw. interaktionsbezogenen Technikaffinität, der Interaktionszeit und dem subjektiven Workload</li> <li>• Differenzierung nach Erfahrung der Probanden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktionsbezogene Technikaffinität hat keinen Zusammenhang mit der Interaktionszeit</li> <li>• Je höher die Technikaffinität, desto geringer der subjektive Workload</li> </ul>
<a href="#">Bauer et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veränderung des Personalbedarfs in der Automobilindustrie durch Globalisierung, Digitalisierung und Dekarbonisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen und Erfahrungswerte durch Projektpartner (Personalbedarfe, Stückzahlen, Produktivitätssteigerungsraten)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitative Modellanalyse</li> <li>• Szenarienanalyse</li> </ul>	2017–2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigungseffekt in der Automobilindustrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach Szenario Verminderung des Personalbedarfs zwischen elf und 35 Prozent</li> <li>• Absolute Zahl der Arbeitsplatzverluste zwischen 23.000 und 97.000 Beschäftigten</li> <li>• Mit Produktivitätssteigerungen könnte der Personalbedarfsrückgang sogar zwischen 74.000 und 125.000 Beschäftigte betragen</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<p><a href="#">Berger/Frey (2016)</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsmarkteffekte ausgelöst durch die Computerrevolution in den 1980er Jahren</li> <li>• Arbeitsmarkteffekte aufgrund neuer digitaler Technologien (Machine Learning, Robotics)</li> <li>• Ausblick auf potenzielle Arbeitsmarkteinflüsse in der Zukunft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literatur-analyse</li> </ul>	<p>1980–2011</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtbeschäftigung und -einkommen für die OECD Länder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine gesunkene Arbeitsnachfrage durch Computerrevolution der 1980er Jahre</li> <li>• Bedarf an Arbeitskräften mit kognitiven Fähigkeiten steigt, Routineaufgaben werden weniger nachgefragt</li> <li>• Höherer Automatisierungsgrad wird zu einer erhöhten Produktivität führen</li> <li>• Zusammensetzung der Belegschaften wird sich durch technischen Fortschritt verändern</li> <li>• Fallende Arbeitsnachfrage aufgrund der digitalen Revolution zukünftig unwahrscheinlich</li> </ul>
<p><a href="#">Bonin et al. (2015)</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragung der Studie von Frey und Osborne (2013) auf den deutschen Arbeitsmarkt</li> <li>• Tätigkeitsbasierter Ansatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIACC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitativ</li> </ul>	<p>2013</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierungswahrscheinlichkeiten von Berufen in Deutschland auf Basis des tätigkeitsbasierten Ansatzes im Gegensatz zum berufsbasierten Ansatz von Frey und Osborne (2013)</li> <li>• Branchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur wenig Berufe gänzlich automatisierbar</li> <li>• Etwa neun Prozent der US-Arbeitsplätze weisen ein hohes Substituierbarkeitspotenzial auf (zwölf Prozent in Deutschland)</li> <li>• Automatisierungswahrscheinlichkeit sinkt mit steigendem Bildungsniveau und steigendem Einkommen</li> <li>• Veränderung des Aufgabenspektrum von Arbeitskräften</li> <li>• Größere Gesamtbeschäftigungseffekte durch zukünftigen technologischen Wandel unwahrscheinlich</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
Brzeski/Burk, (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendung der Automatisierungswahrscheinlichkeiten von Frey und Osborne (2013) auf den deutschen Arbeitsmarkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bundesagentur für Arbeit (KldB-Systematik)</li> <li>Frey und Osborne (2013)</li> </ul>		2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigungseffekte</li> <li>KldB-Berufe</li> <li>Neun Tätigkeitskategorien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technischer Fortschritt bedroht in Deutschland 18,3 Mio. Arbeitsplätze (59 Prozent)</li> <li>Administrative Tätigkeiten (Bürokräfte und verwandte Berufe) unterliegen mit 86 Prozent dem höchsten Risiko einer Robotisierung</li> <li>Berufe mit Spezialisierung (Akademiker, Führungskräfte) tragen geringes Risiko von 11 bzw. 12 Prozent</li> </ul>
Bughin et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ermittlung von Kernkompetenzen der Arbeitnehmer und deren Veränderung durch den technologischen Fortschritt</li> <li>Analyse der Nachfragsverschiebung für einzelne Kernkompetenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.000 Arbeitsplatzaktivitäten aus der O-NET-Datenbank des US-Arbeitsministerium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantitativ</li> </ul>	2014– 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 Kernkompetenzen, die zu 5 Kategorien gemäß ihres Aufgabentyps gruppiert wurden</li> <li>Regionale-, und Branchenperspektive für fünf verschiedene Branchen und sechs verschiedene Länder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigende Nachfrage für alle technologischen Fähigkeiten</li> <li>Bedarf an körperlichen und manuellen Fähigkeiten sinkt</li> <li>Nachfrage nach Fähigkeiten unterscheidet sich zwischen den Ländern und Sektoren</li> </ul>



Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Cacilo/Haag (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten in der Automobilindustrie am Standort Deutschland im Hinblick der Digitalisierung und dem Trend zur Fahrzeugautomatisierung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wertschöpfung von NACE-29- und NACE-62-Unternehmen am Standort Deutschland</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturanalyse</li> <li>• Quantitativ</li> </ul>	2015–2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte durch die Digitalisierung und Fahrzeugautomatisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierung und Vernetzung erhöht zunächst den Beschäftigungsbedarf</li> <li>• Globaler Serienbetrieb autonomer Mobility-as-a-Service (MaaS)-Systeme bilden möglichen Tipping-Point</li> <li>• Langfristige wird sechsstelliger Verlust von Arbeitsplätzen prognostiziert</li> <li>• Beschäftigungseffekte (2015–2030):</li> <li>• Szenario 1: +458.878</li> <li>• Szenario 2: +142.210</li> <li>• Szenario 3: -117.819</li> </ul>
<a href="#">Dauth (2014)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufzeigen von Polarisierungstendenzen in deutschen Arbeitsmarktregionen</li> <li>• Betrachtung von Beschäftigungs- und Lohnpolarisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebs-Historik-Panel (BHP) der Bundesagentur für Arbeit (BA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantitativ (T-Test und multivariate Regressionsmodelle)</li> </ul>	1980–2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von 204 lokalen Arbeitsmärkten und 313 Berufen im Herstellungs- und Service-sektor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarisierungstendenzen fast ausschließlich in Städten zu finden</li> <li>• Ländliche Arbeitsmärkte sind weniger betroffen</li> <li>• Deutschland gilt generell nicht als Land mit ausgeprägter Beschäftigungs- und Lohnpolarisierung</li> <li>• Bestätigung des „Routine Biased Technological Change“ (RBTC)</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
Dauth et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von Industrierobotern auf Beschäftigung und Löhne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>International Federation of Robotics (IFR)</li> <li>Integrierten Erwerbsbiografien (IAB)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regressionsanalyse</li> </ul>	1994–2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung nach Branchen</li> <li>Fokus auf verarbeitendes Gewerbe</li> <li>Unterscheidung von 3 Qualifikationsniveaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kein empirischer Beleg für Veränderung der Gesamtzahl der Beschäftigten durch Robotisierung, aber Effekte in einzelnen Branchen</li> <li>Zwischen 1994 und 2014 durch die Einführung von Robotern Rückgang von etwa 275.000 Vollzeitjobs in der Industrie</li> <li>Roboter führen zu einem Anstieg der Arbeitsproduktivität, jedoch nicht zu einem Anstieg der Löhne</li> </ul>
Dengler/ Matthes (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktualisierung der Substituierbarkeitspotenziale für das Jahr 2016</li> <li>Fokus auf technische Machbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bundesagentur für Arbeit (BA)</li> <li>BERUFENET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unabhängige Mehrfachcodierung</li> </ul>	2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung nach Berufen und Anforderungsniveau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Größte Veränderung gegenüber 2013 bei Verkehrs- und Logistikberufen (+20 Prozentpunkte)</li> <li>Helferberufe (+12 Prozentpunkte)</li> <li>Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten mit hohen Substitutionspotenzialen steigt auf 25 Prozent</li> </ul>
Eichhorst et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung der Polarisierungstendenzen von Beschäftigung und Löhnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikrozensus</li> <li>SIAB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multivariate Regressionsanalyse auf Ebene von Tätigkeiten</li> </ul>	1995–2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland und weitere EU-Länder</li> <li>Differenzierung nach Berufen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wachsende Lohnspreizung, aber keine klare Polarisierung</li> <li>Hohe Beschäftigungszuwächse bei mittelqualifizierten Berufen im Dienstleistungsbereich</li> <li>These einer voranschreitenden Lohn- und Beschäftigungspolarisierung durch den technischen Fortschritt nur eingeschränkt zutreffend</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Glock et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfluss von neuen Technologien auf die Organisation und Qualifikation in der Pflegebranche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012</li> <li>DGB-Index Gute Arbeit 2012–2017</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Methodenmix aus Literaturrecherche, empirischer Analyse, Delphi-Befragung und Fallstudien</li> </ul>	Szenario bis 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pflegebranche sowie 3 weitere Branchen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächendeckender Einsatz von Assistenz- und Monitoringsystemen in den nächsten 5–10 Jahren</li> <li>Pflegerobotik frühestens ab 2025 bis 2030</li> <li>Steigende berufliche Anforderungen im Pflegesektor</li> </ul>
<a href="#">Goos et al. (2009)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Polarisierungstendenzen bezüglich Beschäftigung und Löhnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ELFS</li> <li>IABS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachfrageschätzung mittels eines statistischen Modells</li> </ul>	1993–2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>Deutschland und 15 weitere europäische Länder</li> <li>Unterscheidung von Berufen nach ISCO 2-Steller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigungsnachfrage im Bereich niedriger und hoher Qualifikation steigt</li> <li>Schwache Polarisierung in Deutschland</li> <li>Haupteinflussfaktor für Polarisierung ist der technische Fortschritt</li> <li>Polarisierungseffekte sowohl innerhalb als auch zwischen Industrien</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
Hammermann/ Stettes (2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der notwendigen Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten, um den Anforderungen der Digitalisierung zu begegnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>11. Welle des IW-Personalpanels</li> </ul>	Unternehmensbefragung	2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.394 befragte Unternehmen</li> <li>Kategorisierung dieser Unternehmen hinsichtlich des Digitalisierungsgrads (Unternehmen 4.0/Unternehmen mittlerer Grad/ Unternehmen 3.0)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>81 Prozent der Unternehmen stufen die Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit als sehr wichtig ein</li> <li>Planungs- und Organisationsfähigkeit wird von 61 Prozent der Unternehmen als wichtige Kompetenz angesehen</li> <li>Unternehmen 4.0 sind deutlich engagierter, um Mitarbeitende auf sich verändernde Kompetenzanforderungen vorzubereiten</li> </ul>
Hirsch- Kreinsen/ten Hempel (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Qualifikationen</li> <li>Einnahme von zwei Perspektiven: „Upgrading“ und „Polarisierung“ von Qualifikationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaftliche Literatur</li> </ul>	Literatur-recherche		<ul style="list-style-type: none"> <li>Konsequenzen des sozio-technischen Systems Industrie 4.0 für Arbeit und Qualifikation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Auswirkungen von Industrie 4.0 sind insbesondere von dem realisierten Automatisierungskonzept und der tatsächlichen Reichweite der Systemverbreitung abhängig</li> <li>Die Realisationsmöglichkeiten der Industrie 4.0 sind noch nicht ausgelotet und weisen unterschiedliche Entwicklungsperspektiven auf</li> </ul>
Janssen et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhang von Weiterbildungsaktivitäten und Digitalisierung in Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IAB-ZEW Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“</li> </ul>	Quantitativ	2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weiterbildungsaktivität</li> <li>Investitionen im Bereich Arbeitswelt-4.0-Technologien</li> <li>Produktions- und Dienstleistungsbetriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebe mit Investitionen im Bereich der Arbeitswelt-4.0-Technologien, investieren stärker in Weiterbildung</li> <li>Grund: höherer Bedarf an neuen Fähigkeiten und Wunsch nach Vorreiterrolle im Weiterbildungsbereich</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Kirchherr/ Klier et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung des aktuellen Kompetenzbedarfs von Wirtschaft und Gesellschaft</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmensbefragung</li> <li>• Future-Skills-Framework</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befragung (quantitativ, qualitativ)</li> </ul>	2018–2023	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befragung von 607 Unternehmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis zum Jahr 2023 müssen rund 700.000 Personen vertiefte technologische Fähigkeiten erwerben, um den Bedarf der Wirtschaft an „Tech-Spezialisten“ zu decken</li> <li>• Hierbei ergibt sich der größte Bedarf für den Future-Skill „komplexe Datenanalyse“ mit 455.000 Personen</li> </ul>
<a href="#">Lachenmaier/ Rottmann (2011)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schätzung der Auswirkungen von Innovationen (Produkt-/Prozessinnovationen) auf die Beschäftigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IFO Innovation Survey</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panel-daten-analyse</li> <li>• Generalized Methods of Moments</li> </ul>	1982–2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Wirkung der Innovationen auf die Beschäftigung</li> <li>• Prozessinnovationen haben einen stärkeren Effekt auf die Beschäftigung als Produktinnovationen</li> </ul>
<a href="#">Leinweber/ Kochta (2017)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung von Digitalisierungsanteilen einzelner Wirtschaftsbereiche für die Einschätzung der Entwicklung der Digitalisierung</li> <li>• Abschätzung des Digitalisierungsbeitrags zum Wachstum der Bruttowertschöpfung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCT-Patente (Patent Cooperation Treaty): global einheitliche PCT-Klassifikation</li> <li>• Wirtschaftszweige gemäß der Klassifikation der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patent-analyse</li> <li>• Regres-sions-analyse</li> </ul>	1991–2014 1996–2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalisierungsanteile auf Wirtschaftszweigebene</li> <li>• Effekt der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum nach Wirtschaftsbereichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Durchschnitt über alle 63 untersuchten Wirtschaftsbereiche hinweg liegt der Digitalisierungsanteil im Jahr 2015 bei knapp 23 Prozent</li> <li>• Für den Zeitraum von 1996 bis 2014 ergibt sich ein Beitrag der Digitalisierung zur jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Bruttowertschöpfung von 0,5 Prozentpunkten</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Möller (2016)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beantwortung der Frage, ob eine neuartige Industrie 4.0 zur Freisetzung von Arbeitskräften und zu neuer technologisch bedingter Unterbeschäftigung führt.</li> <li>• Hervorheben des Einflusses der demografischen Entwicklung: Herausforderung, einen beschleunigten Strukturwandel sozialverträglich zu organisieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Literatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mögliche Strukturveränderungen in Folge der vierten industriellen Revolution in der Wirtschafts- und Arbeitswelt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prognose von gravierenden Strukturveränderungen in Wirtschafts- und Arbeitswelt aufgrund der vierten industriellen Revolution</li> <li>• Unbegründete Gefahr der technologischen Arbeitslosigkeit</li> <li>• Wichtig sind ein gutes Betriebsklima und ein gut funktionierendes Betriebssystem, um die Herausforderungen der neuen Flexibilitätserfordernisse annehmen zu können</li> </ul>
<a href="#">Ostwald/Hofmann et al. (2016)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der aktuellen sowie künftigen Auswirkungen der Digitalisierung auf die Nachfrage nach Arbeitskräften</li> <li>• Einschätzung des Effekts der Digitalisierung auf den Arbeitskräftebedarf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EU LFS (Labor Force Survey)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makroökonomisches Arbeitsmarktmodell</li> <li>• Kombination aus Routineansatz und Arbeitsvermögensansatz</li> </ul>	2016–2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berufs-, qualifikations- und branchenspezifische Analyse der Digitalisierungswirkungen auf die Nachfrage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohne Berücksichtigung von Digitalisierungswirkungen wird für das Jahr 2030 ein Engpass von rund 4,2 Millionen Arbeitskräften erwartet. Durch die Digitalisierung kann dieser auf 2,0 Millionen fehlende Arbeitskräfte reduziert werden.</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Seyda et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse der notwendigen Veränderung der betrieblichen Weiterbildung im Kontext der Digitalisierung</li> <li>Erstellen einer systematischen Übersicht zum tatsächlichen Einsatz digitaler Technologien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neunte IW-Weiterbildungserhebung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unternehmensbefragung</li> </ul>	2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.706 Unternehmen wurden zu deren Weiterbildungsaktivitäten befragt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8 von 10 Unternehmen praktizieren den digitalen Datenaustausch mit Lieferanten, Dienstleistern und/oder Kunden</li> <li>Fast zwei Drittel der Unternehmen geben an, dass der Weiterbildungsbedarf durch die Einführung neuer Technologien angestiegen ist</li> </ul>
<a href="#">Spitz-Oehner (2006)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untersuchung der Veränderung von Tätigkeitsanforderungen über die Zeit</li> <li>Herausarbeiten des Einflusses des technologischen Wandels auf diese Veränderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BIBB/BAUA Datensatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tätigkeitsbasierter Ansatz</li> </ul>	1979, 1985/86, 1991/92, 1998/99	<ul style="list-style-type: none"> <li>Differenzierung von 5 Tätigkeitskategorien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Zeitraum von 1979 und 1999 steigen die analytischen Nicht-Routine-Tätigkeiten jährlich um 0,5 Prozentpunkte</li> <li>Interaktive Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen im selben Zeitraum jährlich um 1,3 Prozentpunkte</li> <li>Kognitive und manuelle Routine-Tätigkeiten gehen zwischen 1979 und 1999 um 0,7 Prozentpunkte zurück</li> <li>Manuelle Nicht-Routine-Tätigkeiten steigen in diesem Zeitraum jährlich um etwa 0,6 Prozentpunkte</li> </ul>

Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Stohr (2019)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der beruflichen Anforderungsbedarfe der Digitalisierung</li> <li>• Integration von Anforderungen in den Tätigkeitsbasierten Ansatz</li> <li>• Analyse von Stellenanzeigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ca. 150.000 Stellenanzeigen des deutschen Arbeitsmarktes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Text Mining und Machine Learning Analyse von Stellenanzeigen</li> </ul>	<p>2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 139 Berufsgruppen, die zu 5 Kategorien gemäß ihrer Digitalisierbarkeit gruppiert wurden</li> <li>• Auswertung von ca. 1.700 unterschiedlichen beruflichen Anforderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellenanzeigen haben großen Informationsgehalt bezüglich beruflicher Anforderungen der Digitalisierung</li> <li>• Die Digitalisierung stellt spezifische Anforderungsbedarfe und verändert berufliche Anforderungen maßgeblich</li> <li>• Hohe Qualifikation wird wichtiger, Berufserfahrung verliert an Bedeutung</li> <li>• Flexibilität, sozial-kommunikative Fähigkeiten und Belastbarkeitserfordernisse nehmen zu</li> <li>• Problemlösungsfähigkeit ist die wichtigste Einzelanforderung in Zeiten der Digitalisierung</li> <li>• Verlagerung von physischen zu kognitiven Anforderungen setzt sich fort</li> </ul>
<a href="#">Wolter et al. (2016)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung auf die deutsche Gesamtwirtschaft sowie den Arbeitsmarkt</li> <li>• Durchführung einer 5-stufigen Szenario-Analyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlage ist das QuBe-Projekt</li> <li>• Verwendete Datenbanken: Mikrozensus, Entwicklung einer Berufsfeldsystematik in Anlehnung an die Klassifikation der Berufe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szenariotechnik</li> <li>• IAB/INFORGE-Modell (ökonomisches Prognose- und Simulationsmodell)</li> </ul>	<p>2018–2035</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierung der Digitalisierungswirkung nach Wirtschaftszweigen, Berufsfeldern sowie Anforderungsniveaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vergleich zum Basisszenario werden in einer vollständig digitalisierten Arbeitswelt im Jahr 2025 30.000 Arbeitsplätze weniger nachgefragt.</li> <li>• Dieser Saldo kommt dadurch zustande, dass für dieses Jahr 1.510.000 neu entstehende Arbeitsplätze sowie 1.540.000 nicht mehr vorhandene Arbeitsplätze erwartet werden.</li> </ul>



Autor (Jahr)	Inhalt/Theorie	Datenbasis	Methodik	Zeit- raum	Untersuchungs- gegenstand	Zentrale Ergebnisse
<a href="#">Zika et al. (2018)</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich einer digitalisierten (regionalen) Arbeitswelt mit einer Arbeitswelt, die sich am bisherigen Entwicklungspfad des technischen Fortschritts orientiert (Basisprojektion)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlage ist das QuBe-Projekt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szenariotechnik</li> <li>• Prognosemodell</li> </ul>	2016–2035	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen der Digitalisierung auf regionale Arbeitsmärkte</li> <li>• Differenzierung der Effekte nach Berufsfeldern, Qualifikationen sowie Anforderungsniveaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss der Digitalisierung ist insbesondere von der vorherrschenden Wirtschafts- und Berufsstruktur in der Region abhängig</li> <li>• Die Arbeitsnachfrage in der Region Ost wird um 0,3 Prozent abnehmen, in der Region Mitte-West wird diese um 0,05 Prozent zunehmen</li> </ul>

## Autorinnen und Autoren

**Andrea Laukhuf** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsfeld Arbeitsmarkt am Wirtschaftsforschungsinstitut WifOR in Darmstadt.

**Benedikt Runschke** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Forschungsfeld Arbeitsmarkt am Wirtschaftsforschungsinstitut WifOR in Darmstadt.

**Sabrina Spies** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsfeld Arbeitsmarkt am Wirtschaftsforschungsinstitut WifOR in Darmstadt.

**Dr. Daniel Stohr** ist Senior Researcher im Forschungsfeld Arbeitsmarkt am Wirtschaftsforschungsinstitut WifOR in Darmstadt

---

Im Literaturüberblick werden Studien zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung in Deutschland vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf branchenspezifischen Auswertungen. In schematischen Darstellungen wird herausgestellt, für welche Branchen und Berufe von einer quantitativen Veränderung der Beschäftigung ausgegangen wird. Darüber hinaus wird aufgeschlüsselt, welche Methoden und Datengrundlagen den jeweiligen Studien zugrunde liegen und worin die Kernaussagen bestehen.

---