

Technologischer Fortschritt und der Arbeitsmarkt

Ausschuss für Arbeit, Soziales, Senioren und Gesundheit
Coesfeld, 22. November 2018

Duncan Roth
Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

- Welche Auswirkungen hat die **zunehmende Verfügbarkeit von Maschinen** auf den Bedarf nach menschlicher Arbeit?
 - Computergesteuerte Maschinen können Aufgaben übernehmen, die bisher von Menschen durchgeführt worden sind.
 - Dabei wird die maschinelle Arbeit zunehmend autark.
- Führen diese Entwicklungen in größerem Umfang zu **technologischer Arbeitslosigkeit**?
 - Frey und Osborne (2013) prognostizieren, dass innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre die Arbeit in etwa 47% aller Berufe in den USA von Maschinen ausgeübt werden kann.

- **Wo** ist der Einsatz von Maschinen technisch bereits machbar?
 - Substituierbarkeitspotenzial von Dengler und Matthes (2018).
- **Wie** hat sich das Substituierbarkeitspotenzial entwickelt?
- **Wie** unterscheiden sich Regionen hinsichtlich des Ausmaßes des Substituierbarkeitspotenzials und **weshalb** gibt es diese Unterschiede?
- **Inwieweit** kommt neue Technologie tatsächlich schon zum Einsatz?
 - IAB-ZEW Betriebsbefragung.
- **Welche** Beschäftigungseffekte hat der technologische Wandel?

- **Substituierbarkeitspotenzial** (Dengler und Matthes, 2018):
 - Maß für die technisch machbare Ersetzbarkeit von Menschen durch Computer bzw. computergesteuerte Maschinen.
 - Im Gegensatz zu Frey und Osborne (2013) geht es um die gegenwärtige technische Machbarkeit.
- Fokus auf **Tätigkeiten** (Anforderungen):
 - Es werden nicht ganze Berufe ersetzt, sondern nur einzelne Komponenten.
 - Dabei handelt es sich um einzelne Tätigkeiten, die auch von Maschinen ausgeführt werden können.

- Der **Anteil der Kerntätigkeiten** eines Berufs, die heute schon von Maschinen durchgeführt werden könnten.
 - Umfasst ein Beruf 5 Kerntätigkeiten, von denen 2 ersetzbar sind, beträgt das Substituierbarkeitspotenzial 40%.
- Zur **Bestimmung des Substituierbarkeitspotenzials** sind somit folgende Informationen notwendig:
 - Welche Kerntätigkeiten umfasst ein Beruf?
 - Welche Tätigkeiten können heute schon von Maschinen durchgeführt werden?

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Welche Tätigkeiten umfasst ein Beruf?



- Betrachtet werden **etwa 3.900 Einzelberufe**:
 - Diese entsprechen den Berufen auf 8-Steller Ebene der KldB 2010.
- **Tätigkeiten**:
 - Informationen zu den Einzelberufen kommen aus der **Datenbank BERUFENET**.
 - Jedem Einzelberuf werden Kerntätigkeiten entsprechend der **Anforderungsmatrix** zugeordnet.
 - Diese umfasst ungefähr 8.000 Anforderungen.
- **Zeitaufwand** pro Kerntätigkeit:
 - Die auf jede Kerntätigkeit aufgewendete Zeit ist nicht bekannt.
 - Es wird angenommen, dass sich der Zeitaufwand gleichmäßig auf alle Kerntätigkeiten verteilt.

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Beispiele



Bezeichnung	Substituierbarkeitspotenzial
<u>Arzt</u>	0% (niedrig)
Lehrer	11% (niedrig)
Architekt	21% (niedrig)
<u>Buchhalter</u>	100% (hoch)
Korrektor	100% (hoch)
Montagemechaniker	80% (hoch)
<u>Aufbereiter – Bergbau</u>	100% (hoch)
Altenpfleger	14% (niedrig)
Berufskraftfahrer	17% (niedrig)
Gebäudereiniger	13% (niedrig)
<u>Friseur</u>	0% (niedrig)

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Wie stark sind Beschäftigte in Deutschland betroffen?



- **Aktualisierung** des Substituierbarkeitspotenzials aufgrund von Veränderungen in:
 - ... der Verfügbarkeit von Technologien.
 - ... den beruflichen Tätigkeiten.
 - ... den Berufen.
 - ... der Verteilung der Einzelberufe.
- Zwischen 2013 und 2016 hat es **größere Veränderungen** im Substituierbarkeitspotenzial gegeben:
 - Höherer Beschäftigtenanteil mit hohem Substituierbarkeitspotenzial.

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Wie stark sind Beschäftigte in Deutschland betroffen?

Betroffenheit der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vom Substituierbarkeitspotenzial der Berufe 2013 und 2016

Substituierbarkeitspotenzial in Prozent; betroffene Beschäftigte in Mio. und in Prozent

Anteil der Beschäftigten, die von einem ... ● niedrigen, ● mittleren oder ● hohen ... Substituierbarkeitspotenzial betroffen sind.¹⁾



¹⁾ Abweichungen zu 100 Prozent kommen durch Rundung zustande.

Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2015), BERUFENET (2013, 2016), Statistik der BA (2013, 2016).

Quelle: Dengler/Matthes (2018)

- Der Beschäftigtenanteil mit hohem Substituierbarkeitspotenzial variiert **auf räumlicher Ebene**.
- Zwischen Ländern:
 - Von 14,6% (Berlin) bis 29,3% (Thüringen).
 - NRW (26,0%) nahe am bundesdeutschen Schnitt (25,2%).
- Zwischen Kreisen in NRW:
 - Von 15,6% (Bonn) bis 40,4% (Olpe).
 - Coesfeld (26,0%) entspricht dem Landeswert.

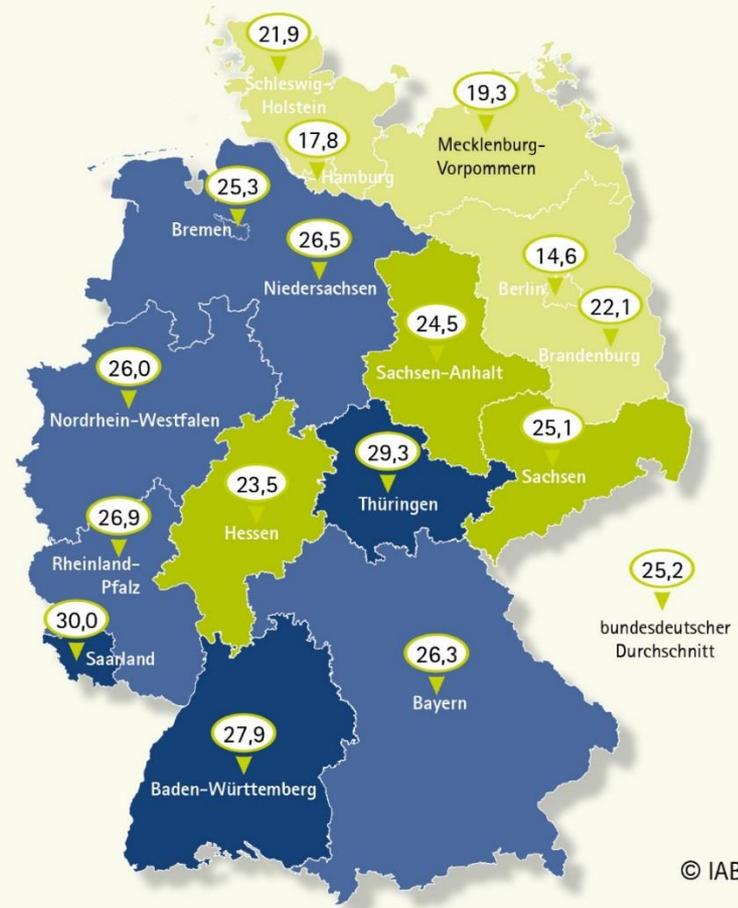
Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial, nach Bundesländern

2016, in Prozent

Der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in einem Beruf mit hohem Substituierbarkeitspotenzial (>70 %) liegt ...

-  mehr als 2 Prozentpunkte
-  maximal 2 Prozentpunkte ... unter dem bundesdeutschen Durchschnitt
-  maximal 2 Prozentpunkte
-  mehr als 2 Prozentpunkte ... über dem bundesdeutschen Durchschnitt

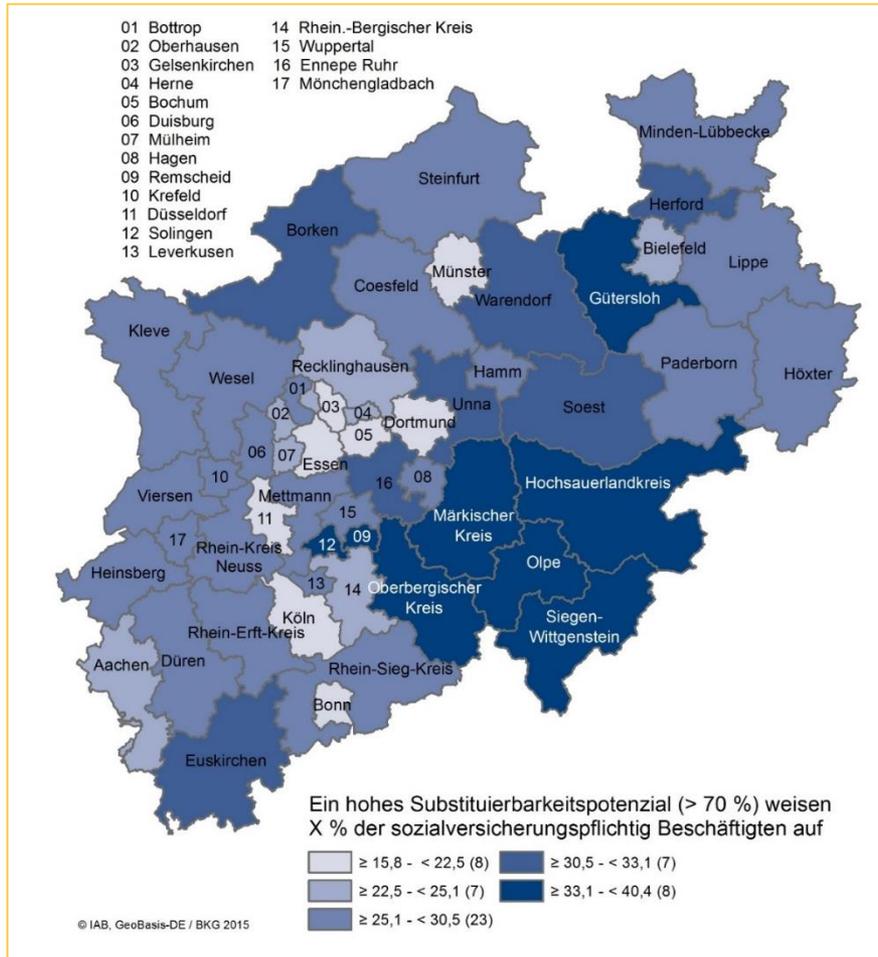
Quelle: Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit (Stand: 31.12.2016), Dengler/Matthes 2018; eigene Berechnungen.



Quelle: Dengler/Matthes/Wydra-Somaggio (2018)

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede

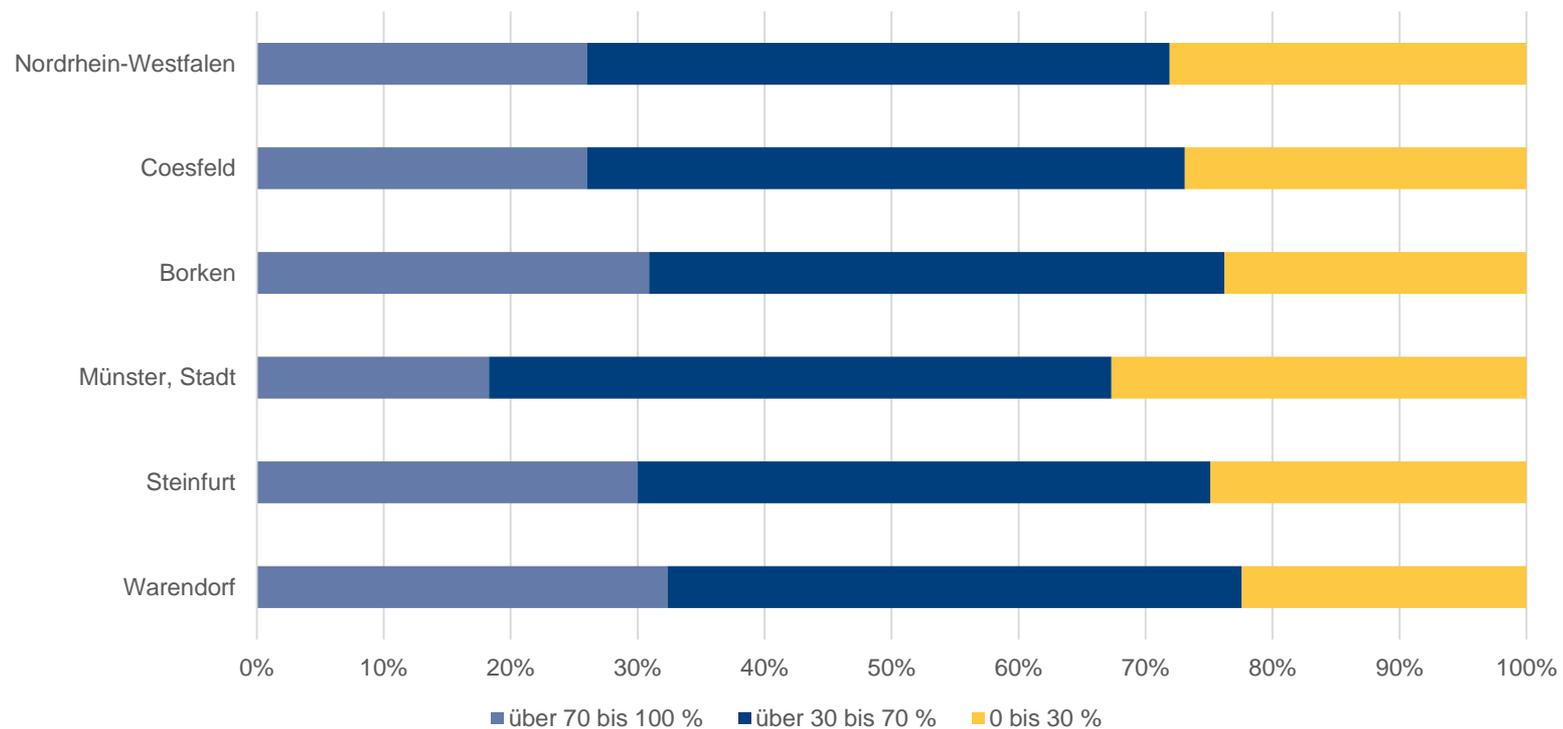


Quelle: Sieglén (2018)

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede

Beschäftigtenanteile nach Substituierbarkeitspotenzial
Münsterland

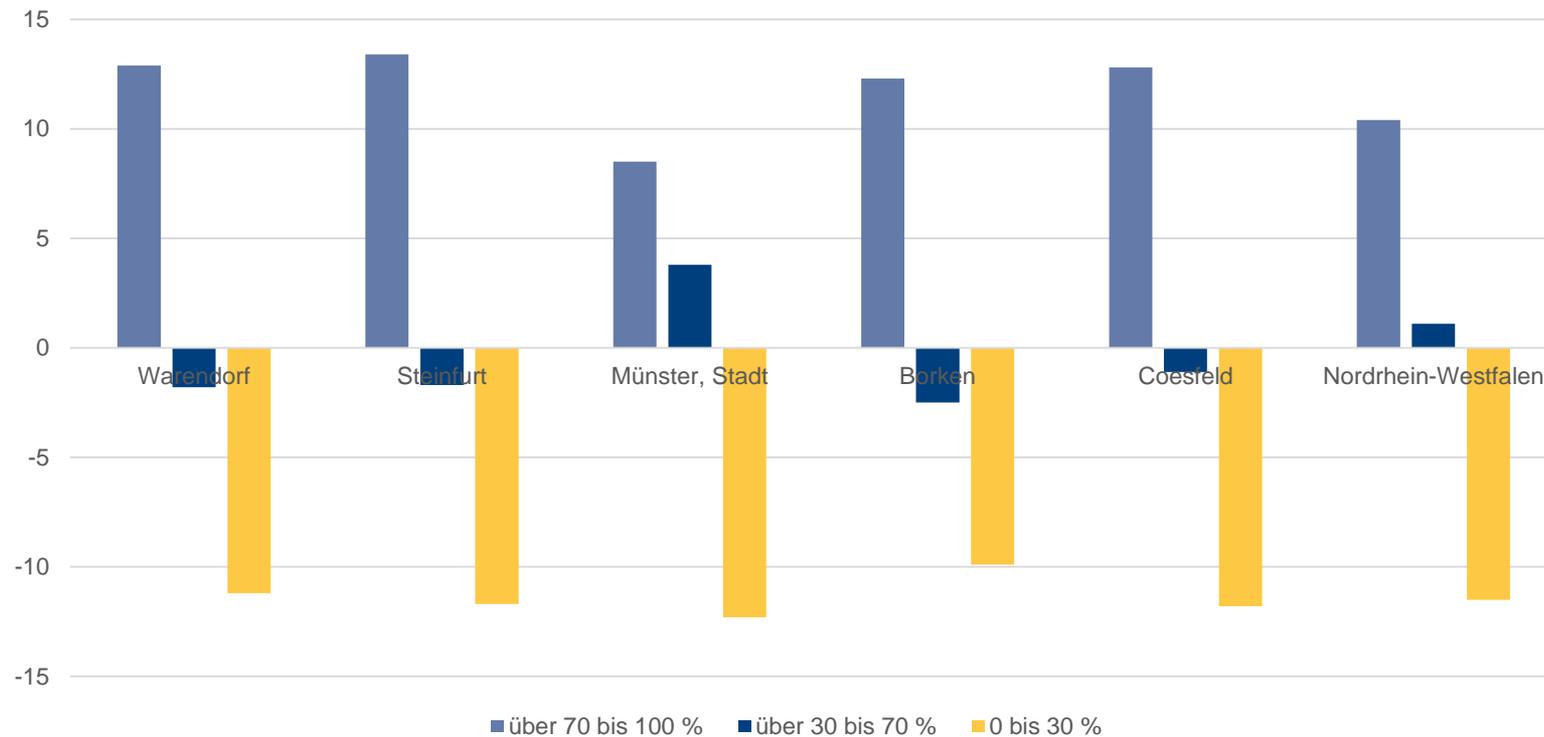


Quelle: Sieglén (2018); eigene Berechnungen

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede

Veränderung in den Beschäftigtenanteilen
Münsterland

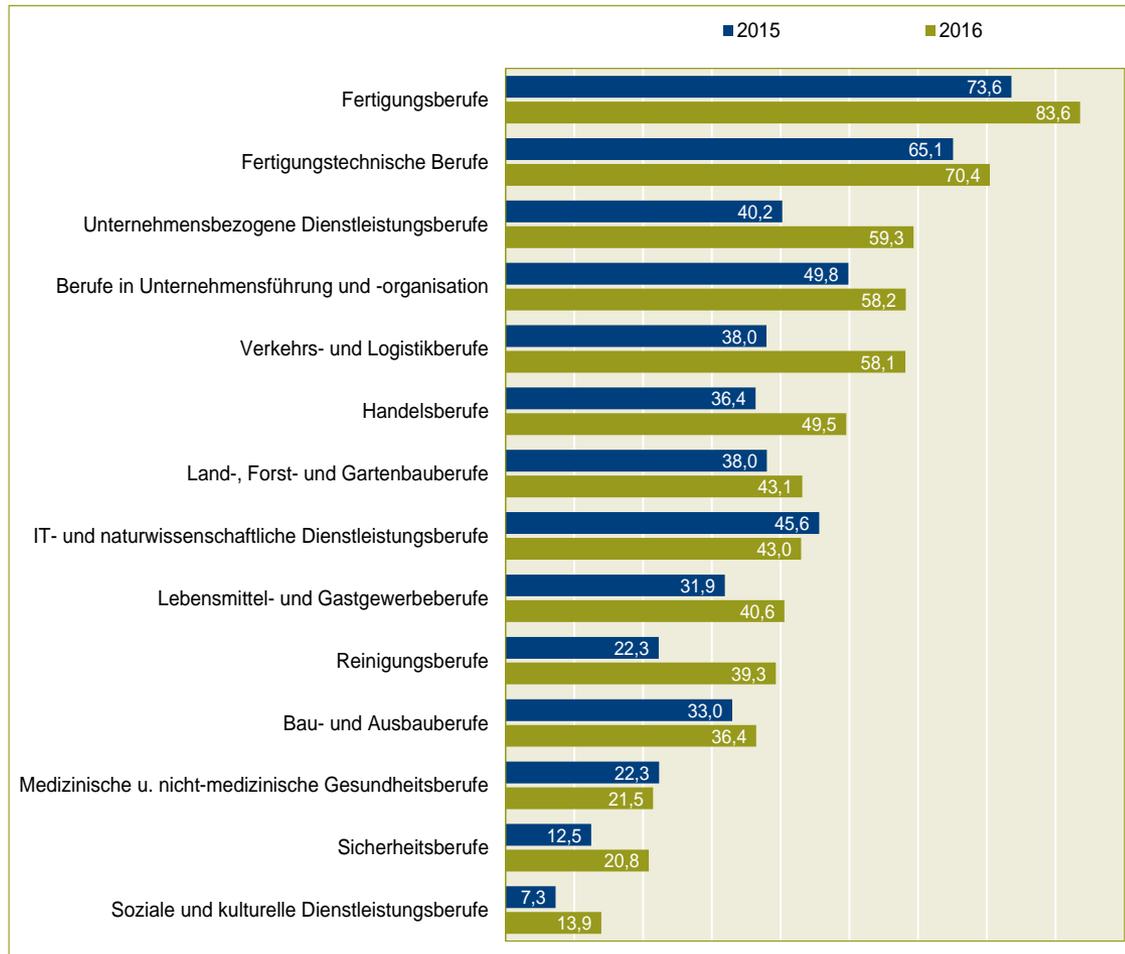


Quelle: Sieglén (2017, 2018); eigene Berechnungen

- Regionale Unterschiede lassen sich auf **Unterschiede in der Berufsstruktur** zurückführen.
- In fast allen Berufen ist es zu einem **Anstieg** des durchschnittlichen Substituierbarkeitspotenzials gekommen:
 - Höchste Werte weiterhin in Fertigungsberufen bzw. Fertigungstechnischen Berufen.
 - Häufung von Tätigkeiten, die auch von Maschinen durchgeführt werden können.
 - Hohe Zuwächse im Bereich der Dienstleistungen.
 - Verfügbarkeit von Softwareanwendungen.

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

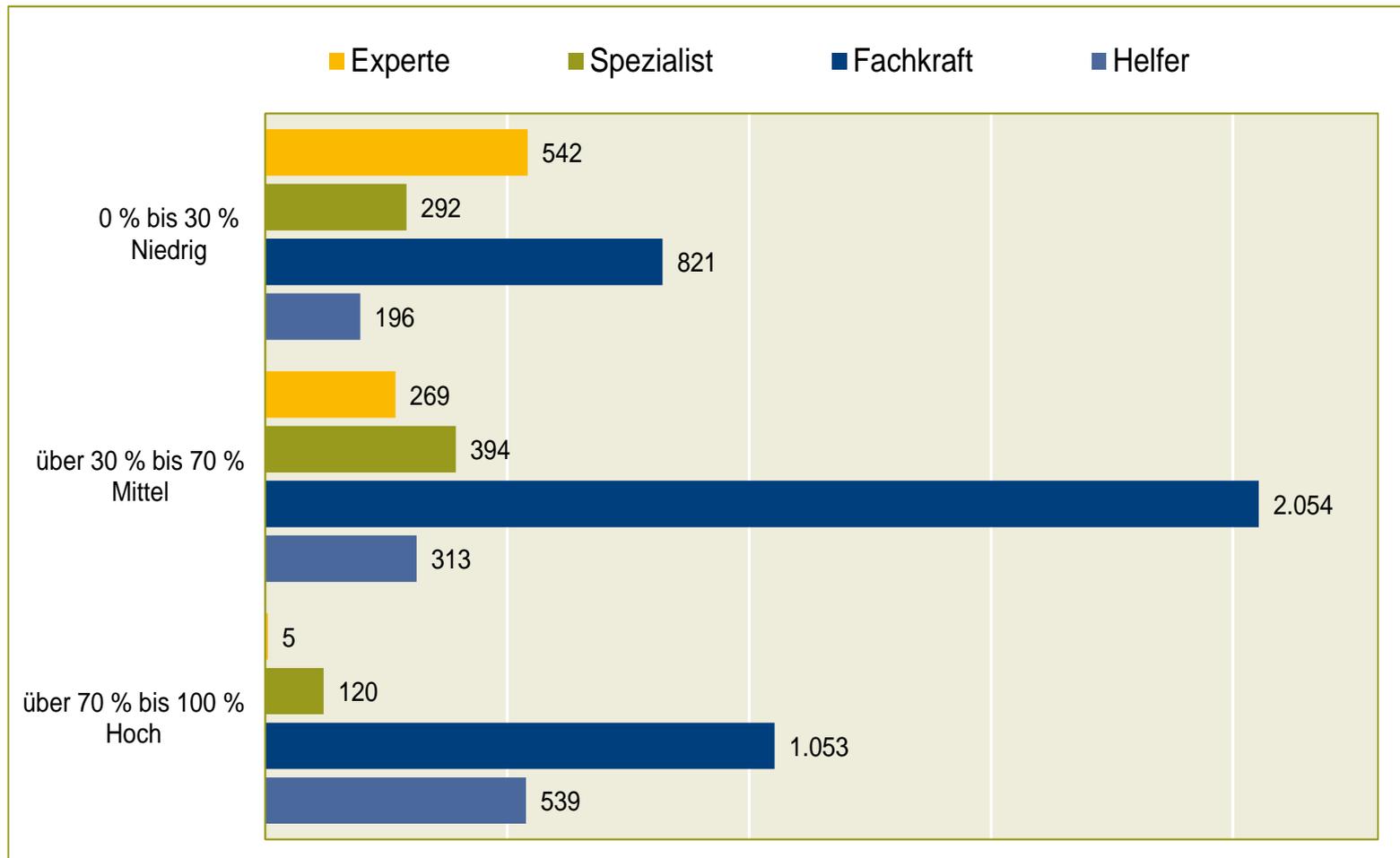
Regionale Unterschiede



Quelle: Sieglén (2018)

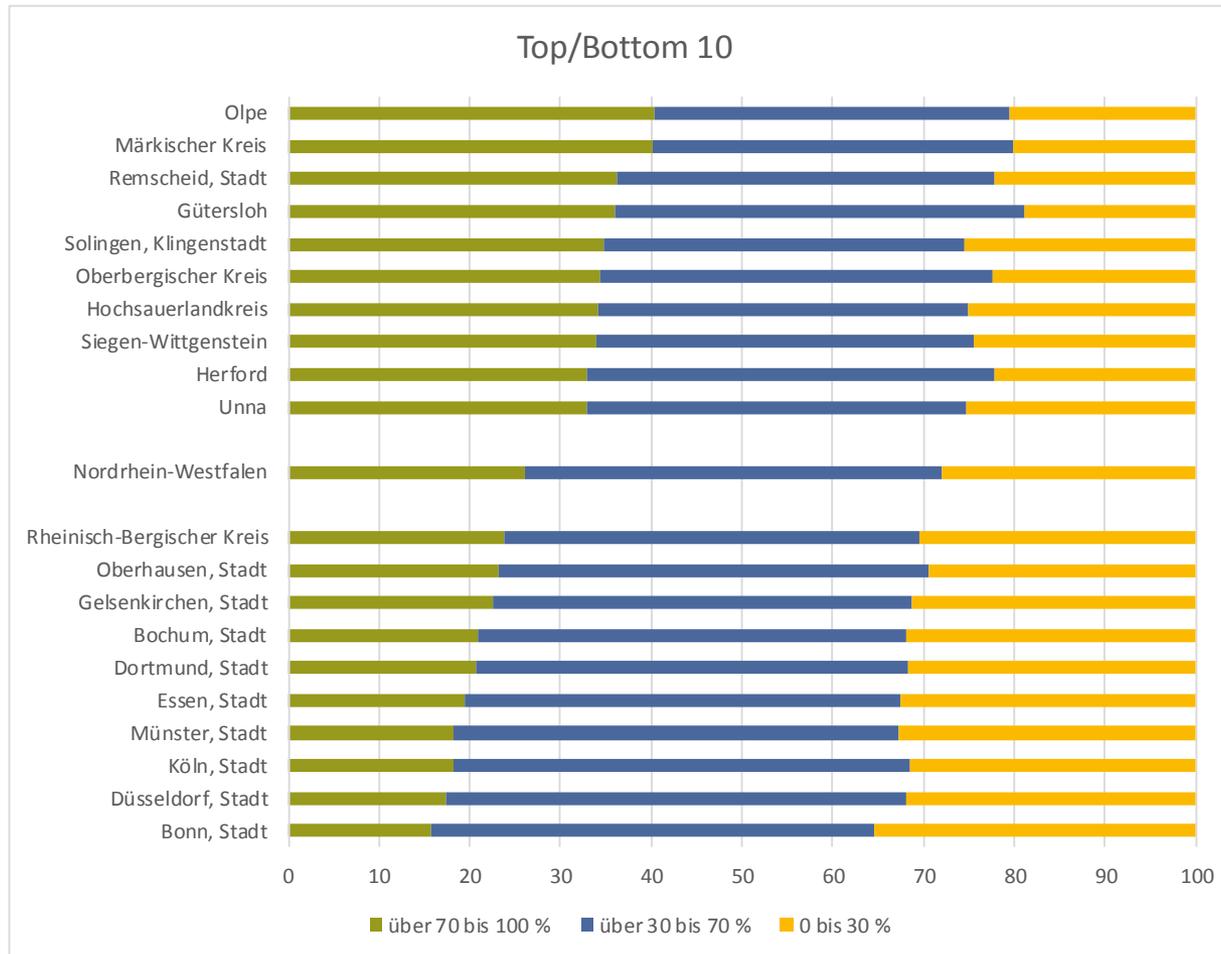
SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede



SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

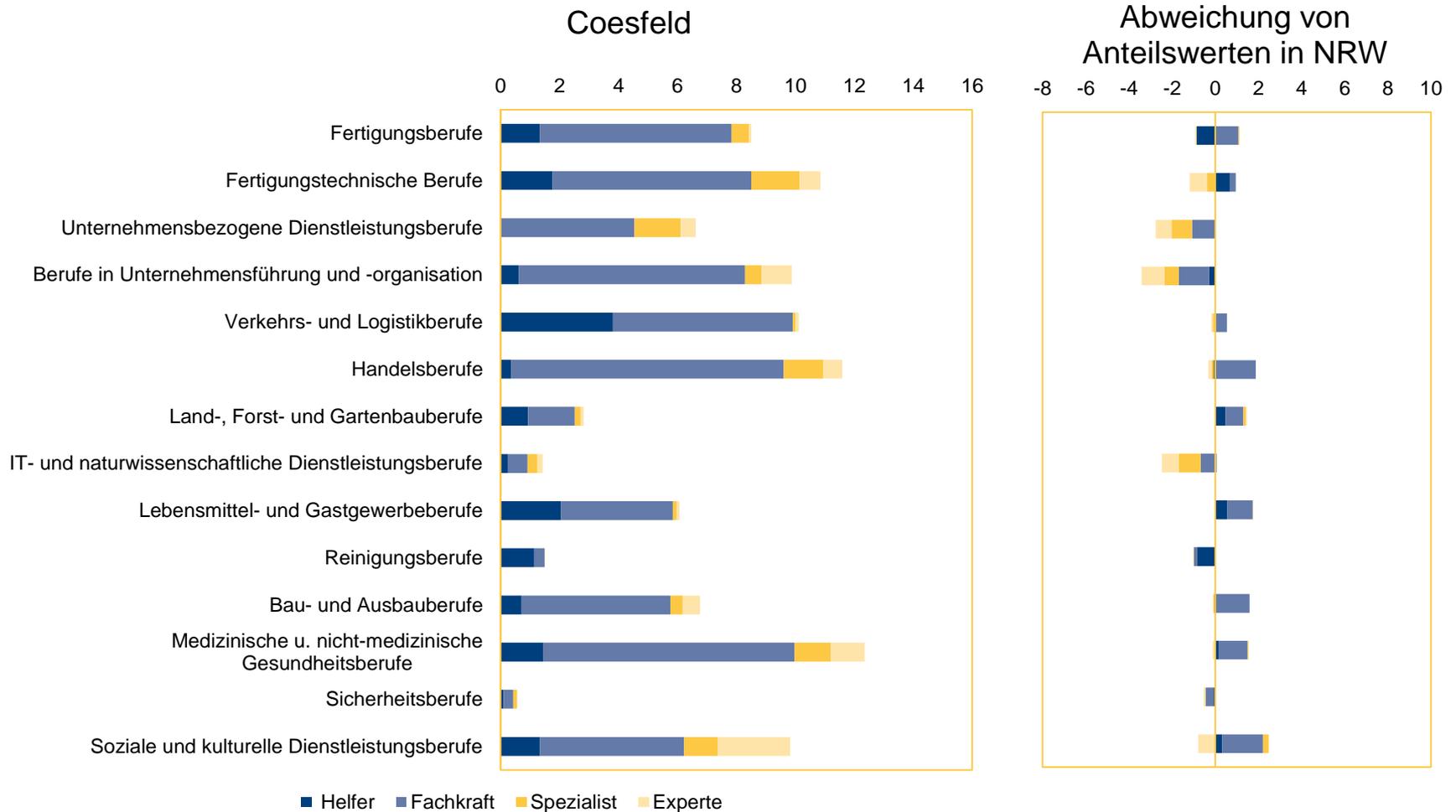
Regionale Unterschiede



Quelle: Sieglen (2018)

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

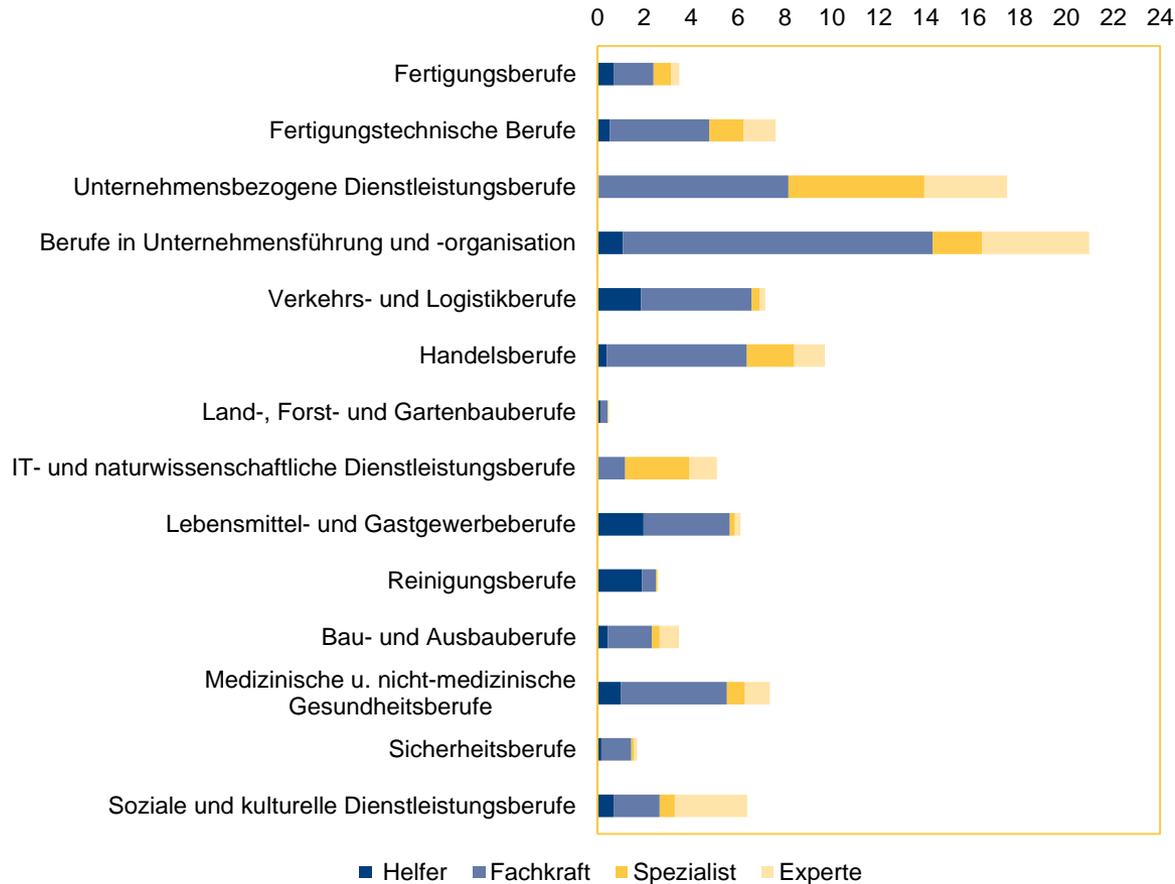
Regionale Unterschiede



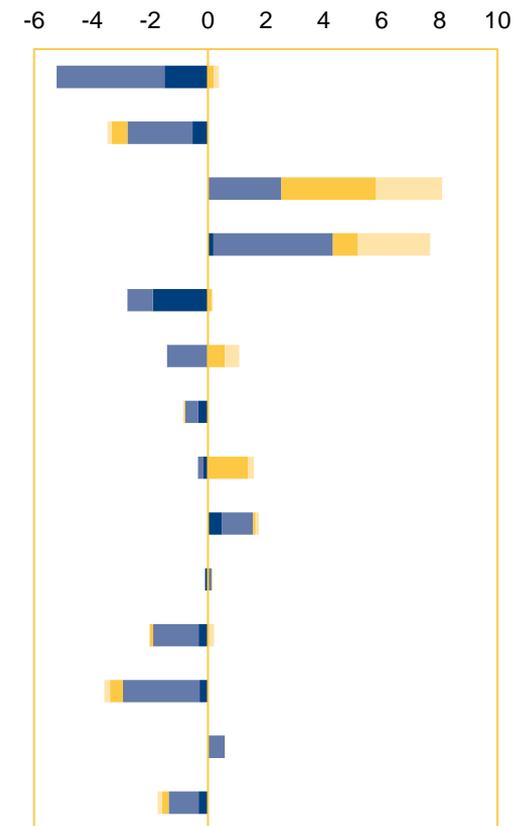
SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede

Düsseldorf



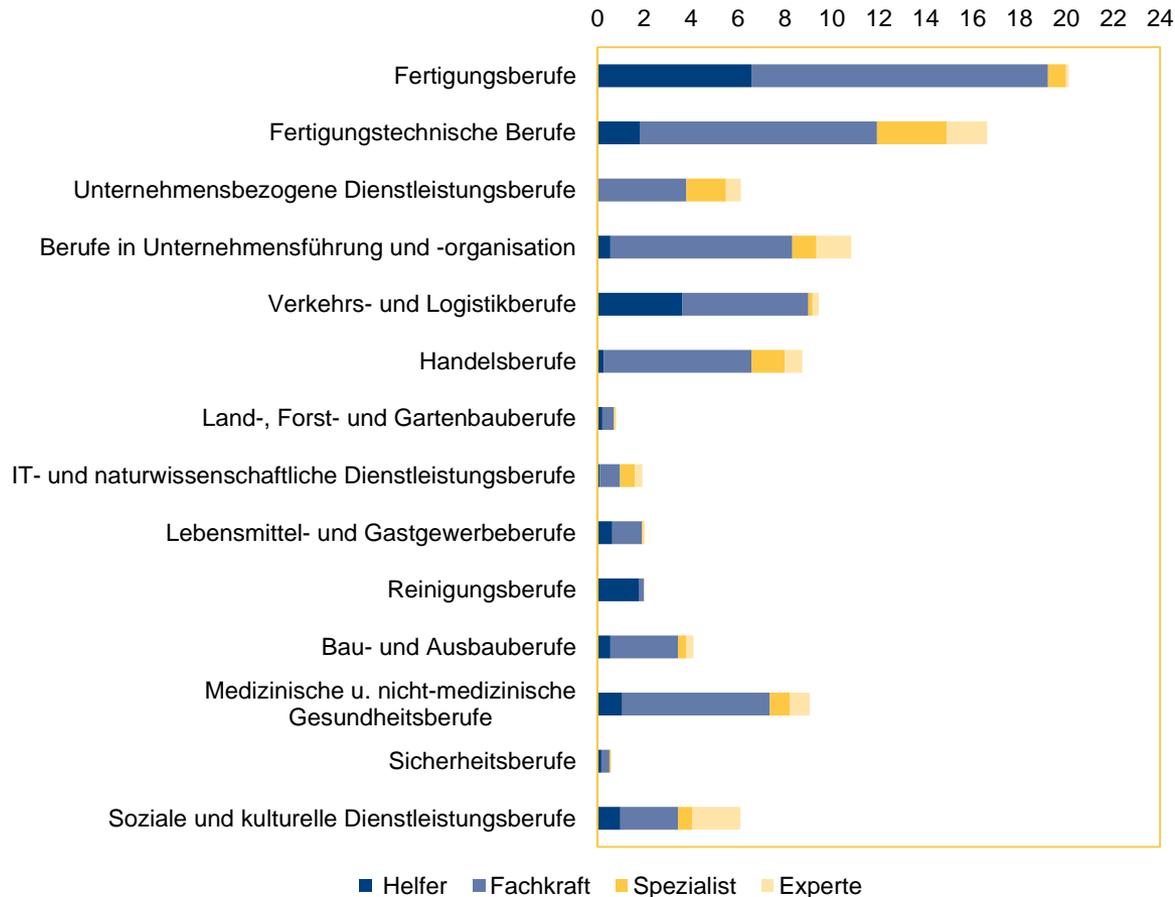
Abweichung von Anteilswerten in NRW



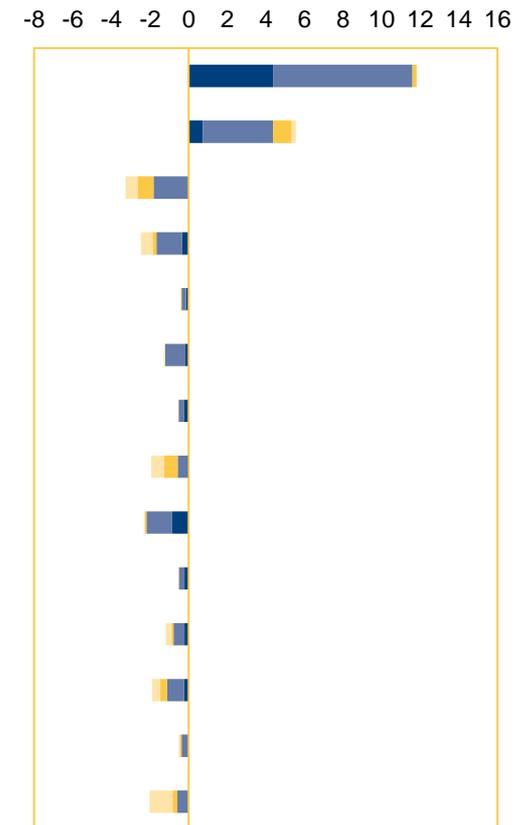
SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Regionale Unterschiede

Märkischer Kreis



Abweichung von Anteilswerten in NRW



SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Was sagt uns das Substituierbarkeitspotential?

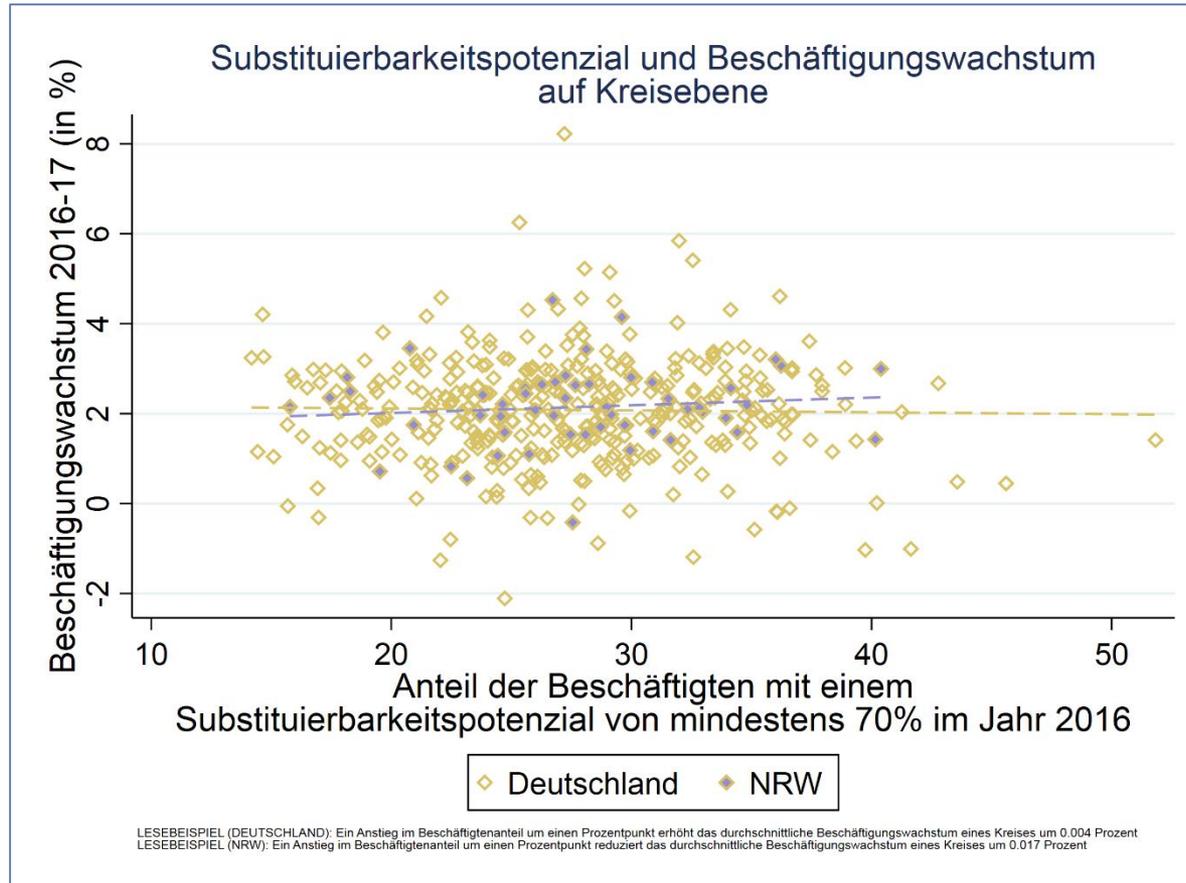


- Bezieht sich ausschließlich auf den Aspekt der **technischen Machbarkeit**.
- Andere Aspekte bleiben **unberücksichtigt**:
 - Betriebswirtschaftliche (lohnt sich der Einsatz von Maschinen?).
 - Rechtliche (ist ein Einsatz von Maschinen erlaubt?).
 - Gesellschaftliche (ist ein Einsatz von Maschinen gewünscht?).

- Berufe mit demselben Substituierbarkeitspotenzial können sich jedoch in diesen Aspekten **unterscheiden**:
 - Für die Tätigkeiten zweier Berufe stehen Maschinen zur Verfügung.
 - Womöglich unterscheiden sich aber die Kosten einer Investition zwischen den beiden Berufen.
 - Was bedeutet das für eine **tatsächliche Substitution**?
- Wie aussagekräftig ist vor diesem Hintergrund **ein Vergleich von Substituierbarkeitspotenzialen** zwischen...
 - ... verschiedenen Berufen?
 - ... verschiedenen Regionen?

SUBSTITUIERBARKEITSPOTENZIAL

Was sagt uns das Substituierbarkeitspotential?



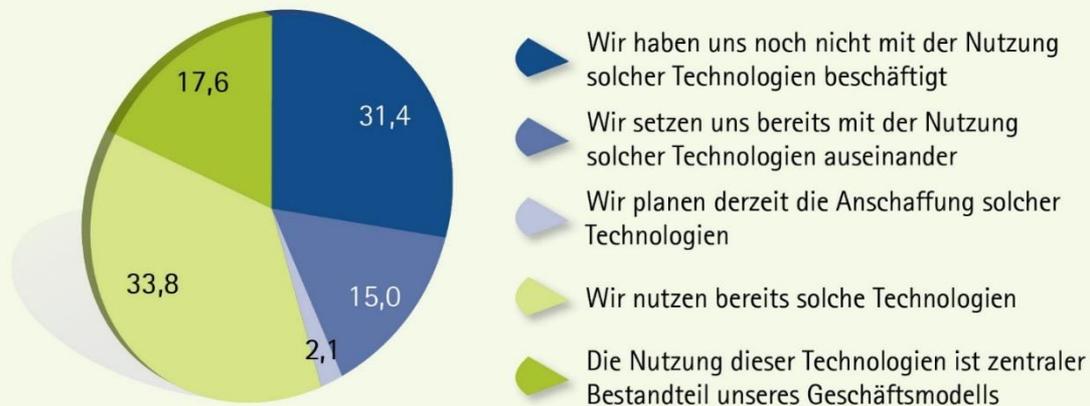
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit; eigene Berechnungen.

- **Repräsentative Befragung** von Betrieben zum Thema „Arbeitswelt 4.0“:
 - Durchgeführt im April/Mai 2016, 2.032 teilnehmende Betriebe.
- In welchem Umfang werden neue Technologien auch **tatsächlich umgesetzt?**
- **Differenzierung** nach Branchen:
 - Smart Factories, Cyber-Physische Systeme (Produktionsbetriebe).
 - Big Data, Cloud Computing Systeme (Dienstleistungsbetriebe).

- **Eingeschränkte Nutzung** moderner Technologien:
 - Für 18% der Betriebe ist die Nutzung zentral, insgesamt nutzt etwa die Hälfte der Betriebe moderne Technologien.
 - Demgegenüber steht etwa ein Drittel, welches diese Technologien nicht umsetzt.
- Nutzung in Dienstleistungsbetrieben **weiter verbreitet.**

Nutzung moderner digitaler Technologien in deutschen Betrieben

Angaben der Betriebe im April/Mai 2016, Anteile in Prozent



Quelle: IAB-ZEW-Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“, eigene Berechnungen.

© IAB

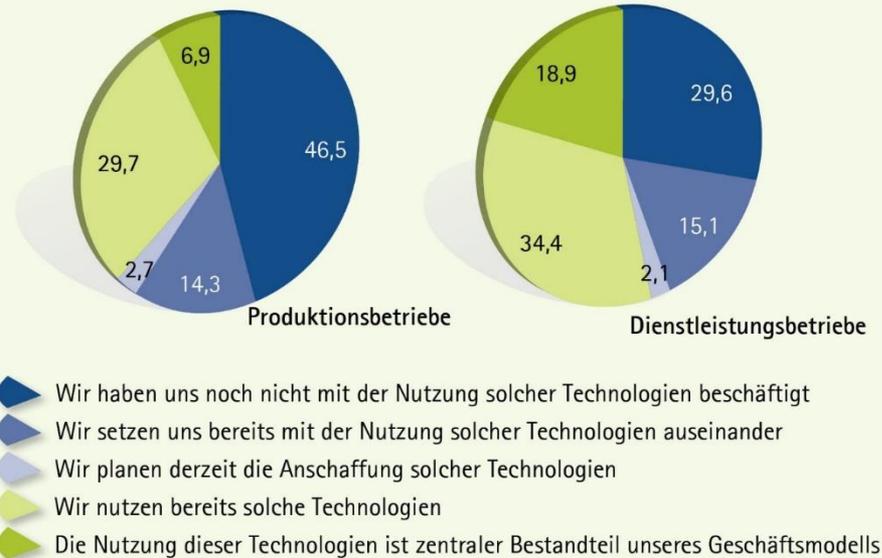
Quelle: Arntz et al. (2016)

UMSETZUNG IN DEN BETRIEBEN

IAB-ZEW Betriebsbefragung

Nutzung moderner digitaler Technologien bei Produzenten und Dienstleistern

Angaben der Betriebe im April/Mai 2016, Anteile in Prozent



Quelle: IAB-ZEW-Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“, eigene Berechnungen.

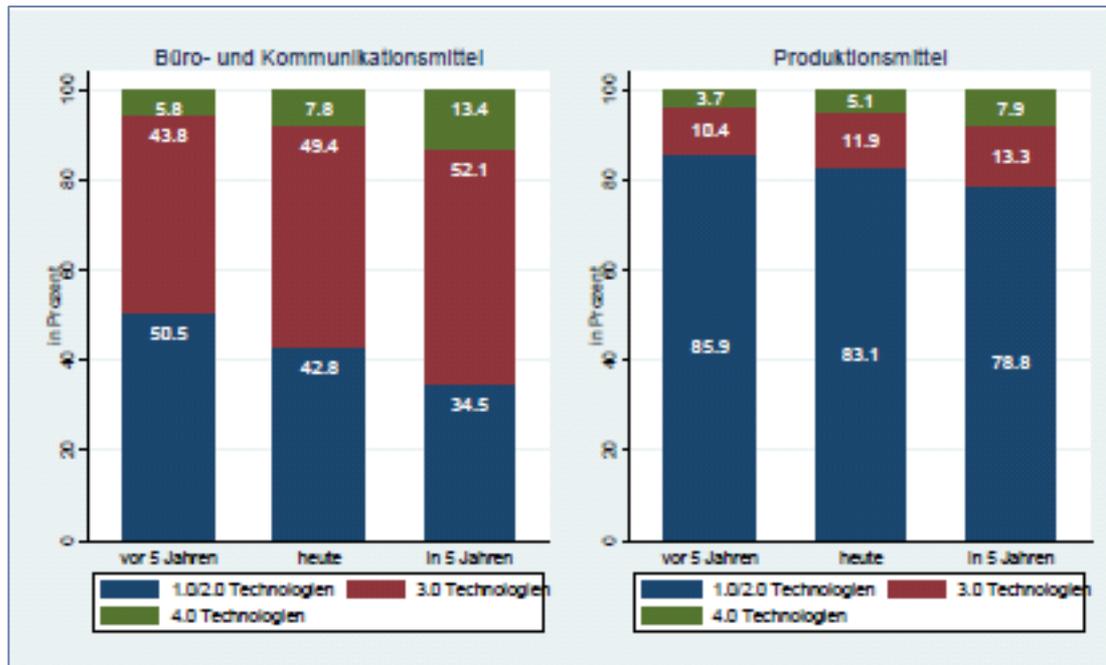
© IAB

Quelle: Arntz et al. (2016)

- **Wie intensiv** werden diese Technologien genutzt?
- Auf **moderne Technologien** („4.0 Technologien“) entfällt bislang noch ein relativ geringer Anteil des Kapitalstocks.
- Dieser Anteil wird **in Zukunft zunehmen**, dennoch dominieren kurzfristig ältere Technologien.

UMSETZUNG IN DEN BETRIEBEN

IAB-ZEW Betriebsbefragung



Quelle: Arntz et al. (2018)

- Die zunehmende Verfügbarkeit von Maschinen kann **verschiedene Auswirkungen** auf den Arbeitsmarkt haben.
- **Arbeitssparend:**
 - Maschinen führen Tätigkeiten aus, für die bisher menschliche Arbeitskraft notwendig war.
- **Arbeitsschaffend (1):**
 - Die Digitalisierung geht mit einem verstärkten Bedarf an nicht-substituierbaren Tätigkeiten einher.
 - Es entstehen neue Tätigkeiten (oder Berufe).

■ **Arbeitsschaffend (2):**

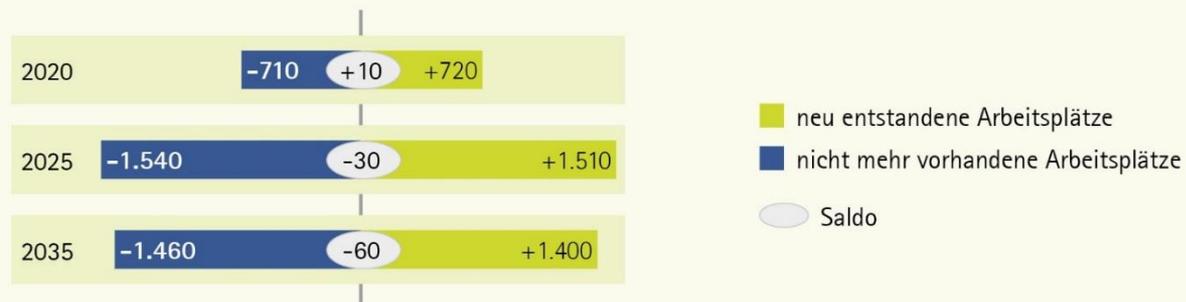
- Durch den Einsatz von Maschinen kann kostengünstiger produziert werden.
 - Güter und Dienstleistungen können günstiger angeboten werden.
 - Preisänderungen können die Nachfrage nach Gütern beeinflussen.
 - Eine höhere Güternachfrage kann zu einer höheren Arbeitsnachfrage führen.
- Zunächst ist **unklar**, welcher dieser Effekte dominiert.

- **Regionalisierte Beschäftigungsprognosen** nach Branchen und Berufen von Gerd Zika und Koautoren aus dem Jahr 2018:
 - [IAB-Kurzbericht 9/2018](#).
- Abbildung der **gesamten Volkswirtschaft**.
- Gegenüberstellung von **zwei Szenarien** für das Jahr 2035:
 - Basis-Szenario (technischer Fortschritt setzt sich wie bisher fort).
 - Wirtschaft-4.0-Szenario (Umfassende Investitionen, anschließende Anpassung von Kostenstrukturen und Berufsstrukturen).
- Die **Unterschiede in der Entwicklung der Beschäftigung** sind auf den technischen Fortschritt zurückzuführen.

- Geringe Auswirkungen auf das **Niveau der Beschäftigung:**
 - In Folge des technologischen Fortschritts gehen im Jahr 2035 60.000 Arbeitsplätze verloren (verglichen mit dem Basisszenario).
- Es kommt jedoch zu Verschiebungen in der **Struktur der Beschäftigung:**
 - 1,46 Mio. Arbeitsplätze fallen weg, 1,40 Mio. entstehen neu.
- Beschäftigungsrückgang insbesondere im **Verarbeitenden Gewerbe:**
 - Aber auch in Dienstleistungsbereichen (Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen)
- Beschäftigung entsteht vor allem im **Dienstleistungsbereich:**
 - Information und Kommunikation; Private Haushalte mit Haushaltspersonal.

Gesamtzahl der Arbeitsplätze kaum verändert

Gewinn und Verlust an Arbeitsplätzen¹⁾ im Wirtschaft-4.0-Szenario im Vergleich zur QuBe-Basisprojektion, in 1.000



¹⁾ Zahl der Erwerbstätigen im jeweiligen Jahr (in 63 Wirtschaftszweigen, 50 Berufsfeldern, 4 Anforderungsniveaus).

Quelle: QuBe-Projekt (www.QuBe-Projekt.de), Wolter u. a. 2016.

© IAB

Quelle: Zika et al. (2018)

BESCHÄFTIGUNGSEFFEKTE

Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035

Branchen	Bund		Abweichung der regionalen Entwicklung von der im Bund					
	in 1.000	in %	Nord	NRW	Mitte-West	BW	BY	Ost
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	-11	-1,7%						
Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0	-1,7%						
Herstellung von Nahrungsmitteln und Getränken, Tabakverarbeitung	-7	-0,7%						
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	-17	-1,7%						
Maschinenbau	-11	-1,1%						
Fahrzeugbau	-21	-2,4%						
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	-66	-2,4%						
Energieversorgung	-3	-1,3%						
Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung und Ähnliches	-3	-1,2%						
Baugewerbe	-15	-0,7%						
Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	-49	-0,9%						
Verkehr und Lagerei	-31	-1,4%						
Gastgewerbe	+4	+0,2%						
Information und Kommunikation	+123	+9,8%						
Finanz- und Versicherungsdienstleister	+5	+0,4%						
Grundstücks- und Wohnungswesen	-6	-1,3%						
Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleister	-36	-1,3%						
Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	+6	+0,6%						
Sonstige wirtschaftliche Unternehmensdienstleister ohne Arbeitnehmerüberlassung	+8	+0,4%						
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	-16	-0,8%						
Erziehung und Unterricht	+21	+0,9%						
Gesundheits- und Sozialwesen	-19	-0,3%						
Kunst, Unterhaltung und Erholung	+8	+1,2%						
Sonstige Dienstleister	+4	+0,3%						
Private Haushalte mit Hauspersonal	+79	+8,1%						

Quelle: Zika et al. (2018)

- Das Substituierbarkeitspotenzial beschreibt den Umfang des Einsatzes von Technologie, der technisch möglich ist.
- Diese Möglichkeiten haben in den letzten Jahren zugenommen.
- Neue Technologie kommt sowohl in Produktions- als auch in Dienstleistungsbetrieben zum Einsatz.
- Räumliche Einheiten unterscheiden sich hinsichtlich des Ausmaßes des Substituierbarkeitspotenzials.
- Ausschlaggebend dafür sind Unterschiede in der Berufsstruktur.

- Etwa die Hälfte aller Betriebe nutzt solche Technologien bereits, ein Drittel hingegen noch gar nicht.
- Gegenwärtig ist der Anteil dieser Technologien am Kapitalstock noch relativ klein.
- In einem Wirtschaft 4.0-Szenario würde aufgrund der neuen Technologien kaum Beschäftigung verlorengehen.
- Die Struktur der Beschäftigung würde sich jedoch stark verändern: Einem Rückgang im produzierenden Gewerbe würde ein Anstieg bei den Dienstleistungen gegenüberstehen.

- Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Lehmer, Florian; Matthes, Britta; Zierahn, Ulrich (2016): Arbeitswelt 4.0 - Stand der Digitalisierung in Deutschland: Dienstleister haben die Nase vorn. IAB-Kurzbericht, 22/2016, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb2216.pdf>]
- Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. ZEW, Mannheim. [<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/DigitalisierungundZukunftderArbeit2018.pdf>]
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. IAB-Kurzbericht, 04/2018, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0418.pdf>]
- Dengler, Katharine; Matthes, Britta; Wydra-Somaggio, Gabriele (2018): Digitalisierung in den Bundesländern: Regionale Branchen- und Berufsstrukturen prägen die Substituierbarkeitspotenziale. IAB-Kurzbericht, 22/2018, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb2218.pdf>]
- Sieglen, Georg (2017): Digitalisierung der Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen: Folgen für den Arbeitsmarkt in Nordrhein-Westfalen. IAB-Regional, 01/2017, Nürnberg. [http://doku.iab.de/regional/NRW/2017/regional_nrw_0117.pdf]
- Sieglen, Georg (2018): Digitalisierung in Nordrhein-Westfalen: Substituierbarkeitspotenziale der Berufe 2016: Aktuelle Ergebnisse auf Basis einer Neubewertung der Substituierbarkeit von beruflichen Kerntätigkeiten. IAB-Regional, 01/2018, Nürnberg. [http://doku.iab.de/regional/NRW/2018/regional_nrw_0118.pdf]
- Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc Ingo (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035: Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. IAB-Kurzbericht, 09/2018, Nürnberg. [<http://doku.iab.de/kurzber/2018/kb0918.pdf>]

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Duncan Roth

duncan.roth@iab.de