



Der IAB-Job-Futuromat: Beschäftigungsentwicklung und Fachkräfteengpässe variieren mit dem Substituierbarkeitspotenzial

Katharina Grienberger, Bernd Fitzenberger, Christian Kagerl, Britta Matthes

In welchem Ausmaß könnten heutzutage die in einem Beruf ausgeübten Tätigkeiten von digitalen Technologien erledigt werden? Hierzu gibt das Onlinetool IAB-Job-Futuromat Auskunft. Eine aktuelle Analyse des IAB belegt nun, dass in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial die Beschäftigung im Durchschnitt weniger wächst – und zwar auch dann, wenn eine veränderte Wirtschaftsleistung in den Sektoren und damit verbundene Anpassungen der Arbeitsnachfrage berücksichtigt werden. Allerdings gibt es einzelne Berufe, in denen die Beschäftigung trotz eines hohen Substituierbarkeitspotenzials wächst und aktuell sogar Fachkräfteengpässe bestehen.

Die Digitalisierung führt dazu, dass potenziell immer mehr berufliche Tätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Maschinen ersetzt werden können. Vor diesem Hintergrund berechnen die IAB-Forscherinnen Katharina Dengler und Britta Matthes seit 2013 regelmäßig sogenannte [Substituierbarkeitspotenziale](#). Da sich Technologien weiterentwickeln

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 1

und Berufsbilder verändern, werden die Substituierbarkeitspotenziale alle drei Jahre aktualisiert (die jüngste Analyse finden Sie im [IAB-Kurzbericht 4/2018](#)). Diese Angaben fließen auch in den [IAB-Job-Futuromat](#) ein – ein Onlinetool, das unter anderem Auskunft über diese Substituierbarkeitspotenziale für alle circa 4.000 in Deutschland bekannten Berufe gibt (derzeit für die technologischen Möglichkeiten im Jahr 2016).

In Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial wächst die Beschäftigung im Durchschnitt weniger

Substituierbarkeitspotenziale sagen etwas über die Möglichkeit aus, ob digitale Technologien Tätigkeiten in einem Beruf ersetzen könnten, die bislang von Menschen erledigt werden. Dies bedeutet allerdings nicht zwingend, dass eine solche Tätigkeit tatsächlich und sofort automatisiert wird.

Ob Substituierbarkeitspotenziale ausgeschöpft werden oder nicht, hängt neben der technologischen Machbarkeit von einer Reihe anderer Aspekte ab. So wird eher nicht substituiert, wenn der Einsatz von Arbeitskräften wirtschaftlicher ist, wenn flexibel auf zu erledigende Arbeitsanforderungen reagiert werden muss oder das von Menschen erstellte Produkt von besserer Qualität ist. Katharina Dengler und Britta Matthes konnten dennoch bereits im [IAB-Kurzbericht 4/2018](#) belegen, dass die Beschäftigung in Berufen mit einem höheren Substituierbarkeitspotenzial im Durchschnitt weniger gewachsen ist.

Bleibt dieser Zusammenhang bei Berücksichtigung einer veränderten Arbeitsnachfrage bestehen?

Unklar blieb jedoch bislang, ob dieser negative Zusammenhang zwischen Substituierbarkeitspotenzial und Beschäftigungswachstum auch dann bestehen bleibt, wenn Veränderungen der [Arbeitsnachfrage](#) berücksichtigt werden. Theoretisch könnte es nämlich sein, dass die in Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial hergestellten Güter oder Dienstleistungen seltener nachgefragt wurden und deshalb auch die Arbeitsnachfrage in diesen Berufen gesunken ist. Außerdem könnte die Beschäftigung in einzelnen Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial überdurchschnittlich ansteigen, wenn die Arbeitsnachfrage in diesen Berufen stark zunimmt.

Um solche möglichen Effekte zu untersuchen, wurde bei der Analyse der Beschäftigungsentwicklung zusätzlich ein Arbeitsnachfrageindex einbezogen (siehe Infokästen „Daten und Methoden“ sowie „Arbeitsnachfrageindex“). Wie erwartet, zeigen die

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 2

Analysen, dass eine gesteigerte Wertschöpfung in einem für einen Beruf bedeutsamen Wirtschaftssektor mit einem höheren Beschäftigungswachstum in dem Beruf einhergeht.

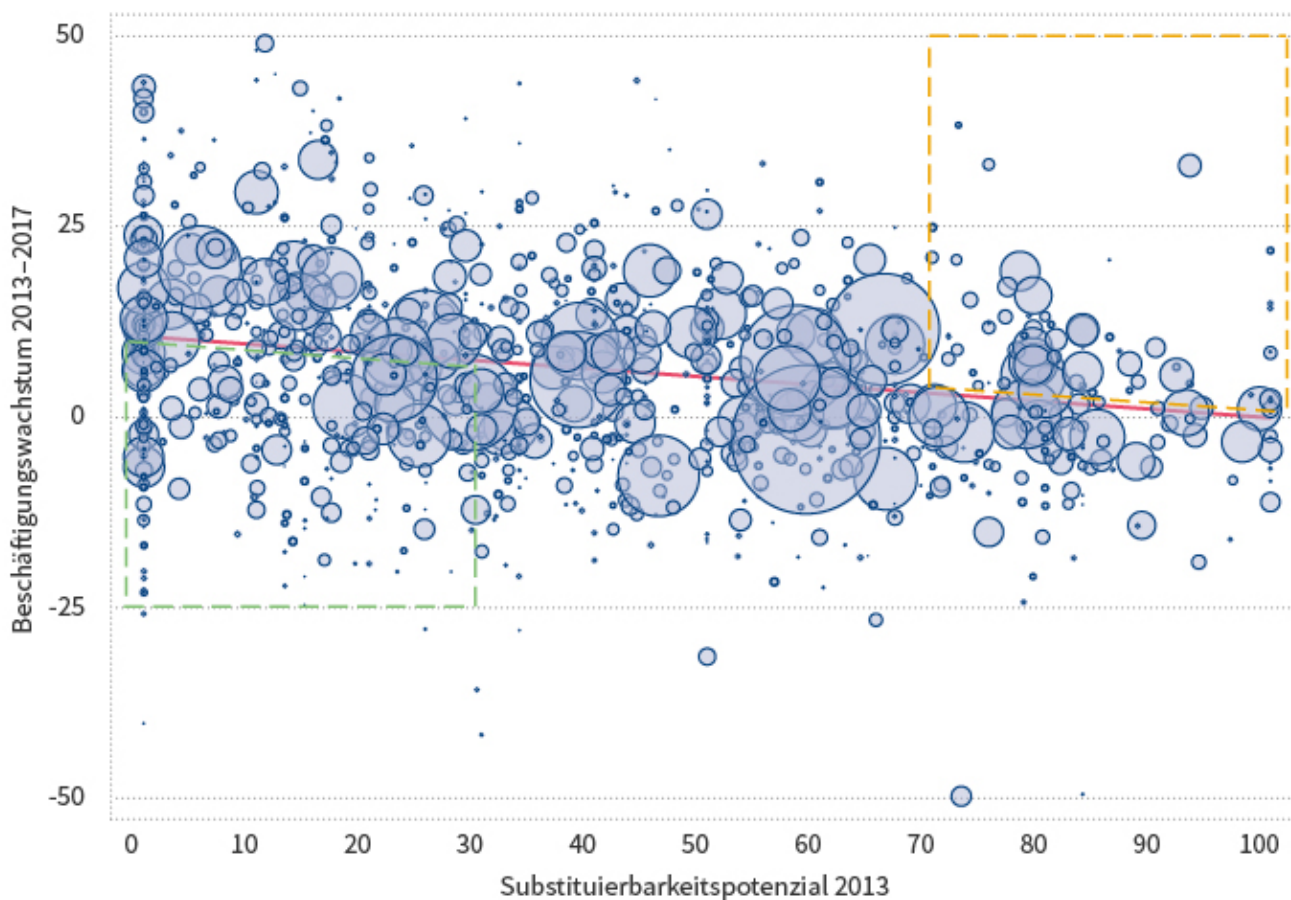
Gleichwohl bleibt der negative Zusammenhang zwischen Substituierbarkeitspotenzial und Beschäftigungsentwicklung bestehen. Die fallende Linie in der Abbildung unten veranschaulicht dies: Das zwischen 2013 und 2017 zu beobachtende Beschäftigungswachstum in einem Beruf sinkt mit seinem Substituierbarkeitspotenzial. Konkreter ausgedrückt: Wenn das Substituierbarkeitspotenzial in einem Beruf im Jahr 2013 um zehn Prozentpunkte zunahm, fiel das Beschäftigungswachstum in den Jahren 2013 bis 2017 um einen Prozentpunkt niedriger aus. Die wirtschaftliche Relevanz dieses Effektes wird deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass die Beschäftigung in dieser Zeit insgesamt um etwa sechs Prozent gewachsen ist.

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 3

Abb.: Substituierbarkeitspotenzial im Jahr 2013 und Beschäftigungswachstum zwischen 2013 und 2017 auf Berufsebene unter Berücksichtigung des Arbeitsnachfrageindex

Angaben in Prozent; multivariates Analysemodell, gewichtete Darstellung



Anmerkung: Jeder Kreis steht für einen Beruf. Dabei ist berücksichtigt, dass die Zahl der Beschäftigten in den Berufen teils sehr unterschiedlich ist. Je größer der Durchmesser des Kreises, desto größer ist die Bedeutung des Berufs (gemessen in Vollzeitäquivalenten). Als Kontrollvariablen werden der Arbeitsnachfrageindex sowie die Anteile nach Alter, Geschlecht, Staatsangehörigkeit, Qualifikation, Vollzeitbeschäftigung, Befristung, Region und Betriebsgröße in einem Beruf verwendet. Die Gerade beschreibt den linearen Zusammenhang zwischen Substituierbarkeitspotenzial und Beschäftigungswachstum, wenn man bei allen Kontrollvariablen am gewichteten Mittel festhält.

Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2018), Berufenet (2013), BeH (2013–2017). © IAB

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 4

In manchen Berufen ist die Beschäftigung trotz hoher Substituierbarkeitspotenziale gewachsen

Die Beschäftigung hat sich also im Zeitverlauf zugunsten von Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial entwickelt. Das legt nahe, dass Beschäftigung in stärker substituierbaren Berufen größtenteils auch substituiert wird. Es gibt aber Ausnahmen. In einzelnen Berufen ist die Beschäftigung trotz hoher Substituierbarkeitspotenziale gewachsen. Das ist in der Abbildung anhand der Berufe im orangefarbenen Kasten rechts oben zu erkennen. In anderen Berufen dagegen ist die Beschäftigung trotz eines niedrigen Substituierbarkeitspotenzials geschrumpft beziehungsweise nicht so stark gewachsen wie im Analysemodell erwartet (grüner Kasten links unten).

Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Substituierbarkeitspotenzial tatsächlich nur einer von vielen Faktoren ist, die das Beschäftigungswachstum in einem Beruf beeinflussen. Tabelle 1 zeigt für ausgewählte Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial, inwieweit die tatsächliche Beschäftigungsentwicklung von der im Analysemodell geschätzten Beschäftigungsentwicklung – bei Berücksichtigung aller Kontrollvariablen und der Substituierbarkeitspotenziale – abweicht.

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 5

Tab. 1: Geschätzte und tatsächliche Beschäftigungsentwicklung in ausgewählten Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial

Beruf mit Beispiel für Einzelberuf	Sozialversicherungspfl. Beschäftigte 2017	Substituierbarkeitspotenzial 2013	geschätzte Beschäftigungsentwicklung 2013 – 2017	tatsächliche Beschäftigungsentwicklung 2013 – 2017
Fachkräfte in der Chemie- und Pharmatechnik (z. B. Chemikant/in)	90.143	98 %	-0,9 %	-3,2 %
Fachkräfte in der Mechatronik (z. B. Mechatroniker/in)	37.538	93 %	+11,3 %	+32,9 %
Kassierer/in und Kartenverkäufer/in (z. B. Kassierer/in Handel)	97.845	92 %	+4,3 %	+5,5 %
Fachkräfte in der Drucktechnik (z. B. Medientechnologe/in Druck)	36.190	89 %	-0,9 %	-14,2 %
Fachkräfte in der Steuerberatung (z. B. Steuerfachangestellte/r)	110.016	83 %	-3,9 %	+5,9 %

Anmerkung: Die geschätzte Beschäftigungsentwicklung berücksichtigt die unterschiedlichen Substituierbarkeitspotenziale in den Berufen und alle Kontrollvariablen (Arbeitsnachfrageindex sowie Anteile nach Alter, Geschlecht, Staatsangehörigkeit, Qualifikation, Vollzeitbeschäftigung, Befristung, Region und Betriebsgröße).

Quelle: Eigene Berechnungen, Dengler/Matthes (2018), Berufenet 2013, BeH 2013–2017. © IAB

So schätzt das Analysemodell für [Fachkräfte](#) in der Chemie- und Pharmatechnik einen Beschäftigungsrückgang von 0,9 Prozent. Tatsächlich ist die Beschäftigung in diesem Bereich jedoch um 3,2 Prozent gesunken. Für Fachkräfte in der Mechatronik wiederum wird ein Beschäftigungswachstum von 11,3 Prozent vorhergesagt, während die Beschäftigung tatsächlich um fast 33 Prozent gewachsen ist. Demgegenüber entspricht die Modellvorhersage für „Kassierer/innen und Kartenverkäufer/innen“ relativ genau der tatsächlichen Beschäftigungsentwicklung (plus 4,3 versus plus 5,5 Prozentpunkte).

Für Fachkräfte in der Drucktechnik, darunter beispielsweise der Einzelberuf „Medientechnologe/-technologin Druck“, wird ein Beschäftigungsrückgang von 0,9 Prozent

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 6

vorhergesagt. Damit wird der tatsächliche Beschäftigungsrückgang in Höhe von 14,2 Prozent deutlich unterschätzt. Für Fachkräfte in der Steuerberatung ergibt das Modell einen Beschäftigungsrückgang von 3,9 Prozent, tatsächlich ist die Beschäftigung in diesem Beruf jedoch um 5,9 Prozent gestiegen. Es gibt also einzelne Berufe, in denen trotz eines hohen Substituierbarkeitspotenzials die Beschäftigung gewachsen ist.

Darüber hinaus schließen sich auch ein hohes Substituierbarkeitspotenzial und ein aktueller Fachkräfteengpass in einem Beruf nicht aus. So weist beispielsweise die Engpassanalyse der [Statistik der Bundesagentur für Arbeit](#) für Fachkräfte in der Mechatronik und in der Steuerberatung – beides Berufe mit hohem Substituierbarkeitspotenzial – einen aktuellen Fachkräfteengpass aus (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Engpassindikatoren in ausgewählten Berufen mit hohem Substituierbarkeitspotenzial

Beruf	Substituierbarkeitspotenzial 2013	1.	2.	3.	4.	5.	6.	durchschnittliche Punktzahl	Bewertung
Fachkräfte in der Chemie- und Pharmatechnik	98%	1 Punkt	0 Punkte	3 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	2 Punkte	1,5	kein Engpass
Fachkräfte in der Mechatronik	93%	3 Punkte	3 Punkte	3 Punkte	1 Punkt	3 Punkte	3 Punkte	2,7	Engpass
Kassierer/innen und Kartenverkäufer/innen	92%	1 Punkt	0 Punkte	1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt	0,8	kein Engpass
Fachkräfte in der Drucktechnik	89%	2 Punkte	0 Punkte	3 Punkte	1 Punkt	1 Punkt	0 Punkte	1,2	kein Engpass
Fachkräfte in der Steuerberatung	83%	2 Punkte	3 Punkte	3 Punkte	1 Punkt	3 Punkte	2 Punkte	2,3	Engpass

■ 3 Punkte = Anzeichen für Engpass ■ 2 Punkte = schwaches Anzeichen für Engpass
■ 1 Punkt = kein Anzeichen für Engpass ■ 0 Punkte = sehr weit weg vom Engpass

1. Vakanzeit; 2. Arbeitsuchenden-Stellen-Relation; 3. Arbeitslosenquote; 4. Veränderung des Anteils ausländischer Beschäftigter; 5. Abgangsrate aus Arbeitslosigkeit; 6. Entwicklung der Entgelte

Anmerkung: Engpassberuf: durchschnittliche Punktzahl 2,0 und höher.

Quelle: Engpassanalyse der Statistik der Bundesagentur für Arbeit 2020. © IAB

Warum das Substituierbarkeitspotenzial nicht immer ausgeschöpft wird

Es gibt also einzelne Berufe, in denen die Beschäftigung trotz eines hohen Substituierbarkeitspotenzials wächst. Ein hohes Substituierbarkeitspotenzial führt daher nicht zwingend zu einem niedrigen Bedarf an Fachkräften. Denn erstens darf nicht alles, was technologisch substituiert werden kann, auch substituiert werden. So verhindert etwa eine Reihe gesetzlicher Vorgaben, dass potenziell substituierbare Tätigkeiten von [Spezialisten](#) in der Steuerberatung tatsächlich substituiert werden.

Zweitens wird nicht alles, was substituiert werden kann, sofort substituiert. In vielen Unternehmen wird erst dann über Substitutionspotenziale nachgedacht, wenn bestimmte Anlässe vorliegen – zum Beispiel, wenn Beschäftigte in Rente gehen oder Umstrukturierungen anstehen.

Drittens wird auch längerfristig nicht alles, was substituiert werden kann, substituiert. So bringen beispielsweise viele Kunden handwerklich hergestellten Backwaren eine größere Wertschätzung entgegen als automatisiert hergestellten. Dadurch wird die Produkteigenschaft „handwerklich hergestellt“ zu einem eigenen Markenzeichen, was einer Substitution entgegenwirkt.

Viertens kann die Arbeitsnachfrage in einem Beruf so stark steigen, dass die Substituierbarkeitspotenziale zwar den gestiegenen Fachkräftebedarf abmildern, es aber dennoch zu [Fachkräfteengpässen](#) kommt. So müssen zum Beispiel die für die Ausschöpfung der Substituierbarkeitspotenziale erforderlichen Computer und computergesteuerten Maschinen gebaut und weiterentwickelt werden, was unter anderem zu einer verstärkten Nachfrage nach Fachkräften in der Mechatronik führt.

Fünftens verändert der Einsatz neuer digitaler Technologien die in den Berufen zu erledigenden Tätigkeiten und somit deren Substituierbarkeitspotenziale. Substituierbare Tätigkeiten verschwinden oder verlieren an Bedeutung, während neu zu erledigende Tätigkeiten entstehen oder hinzukommen, insbesondere damit neue Maschinen und Programme bedient, kontrolliert und gewartet werden können. Deswegen kann es – trotz fortschreitender Digitalisierung – nicht nur zu einem Steigen, sondern auch zu einem Sinken der Substituierbarkeitspotenziale in einem Beruf kommen (diesbezügliche Beispiele finden Sie im [IAB-Kurzbericht 4/2018](#)).

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 8

Fazit

Substituierbarkeitspotenziale geben eine fundierte Einschätzung dazu ab, in welchem Ausmaß heutzutage digitale Technologien potenziell die in einem Beruf zu erledigenden Tätigkeiten übernehmen könnten. Sie erweisen sich auch nach Berücksichtigung einer sich über die Zeit verändernden Arbeitsnachfrage als robuster Erklärungsfaktor für die Beschäftigungsentwicklung: In Berufen mit einem hohen Substituierbarkeitspotenzial wächst die Beschäftigung im Durchschnitt signifikant weniger als in Berufen mit niedrigem Substituierbarkeitspotenzial. Allerdings gibt es einzelne Berufe, in denen trotz eines hohen Substituierbarkeitspotenzials die Beschäftigung stärker wächst, als es das Analysemodell erwarten ließe.

Mit dem Einsatz digitaler Technologien verändern sich in der Regel die Berufe und die in diesen Berufen zu erledigenden Tätigkeiten. Der [IAB-Job-Futuromat](#), der die Substituierbarkeitspotenziale ausweist, darf daher nicht als Prognoseinstrument missverstanden werden. Er kann vielmehr Hinweise darauf geben, inwieweit digitale Technologien die Berufe und deren Tätigkeitsprofile verändern könnten.

Daten und Methoden

Datengrundlage für die Analysen ist die [IAB-Beschäftigtenhistorik \(BeH\)](#). Sie beinhaltet alle Meldungen zur Sozialversicherung, die Arbeitgeber für ihre sozialversicherungspflichtig sowie geringfügig Beschäftigten abgeben müssen. Nicht enthalten sind deshalb Zeiträume, in denen Personen als [Beamte](#) oder Selbstständige gearbeitet haben. Jede Meldung enthält (unter anderem) Angaben zur Person sowie zum Betrieb.

Für die Untersuchung werden daraus die Informationen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Jahre 2013 und 2017 auf Berufsebene (Berufsgattung nach der Klassifikation der Berufe 2010) aggregiert. Dabei werden Personen, die Vollzeit beschäftigt waren, mit einem Gewicht von 1 berücksichtigt; Personen, die Teilzeit beschäftigt waren, mit einem Gewicht von 0,5. Die Beschäftigungsentwicklung wird aus der Veränderung der logarithmierten Beschäftigung zwischen 2013 und 2017 ermittelt.

Berechnet wird der Zusammenhang zwischen der Beschäftigungsentwicklung von 2013 bis 2017 und dem Substituierbarkeitspotenzial im Jahr 2013 mithilfe einer OLS-[Regression](#) (Methode der kleinsten Quadrate), gewichtet nach den Vollzeitäquivalenten der Berufe. Als Kontrollvariablen werden Anteile nach Alter, Geschlecht, Staatsangehörigkeit, Qualifikation,

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 9

Vollzeitbeschäftigung, Befristung, Region und Betriebsgröße in einem Beruf verwendet.

Dabei ist zu beachten, dass diese Analyse keine kausale Interpretation zulässt. Aus dem statistischen Modell lässt sich eine Vorhersage berechnen, welche Beschäftigungsentwicklung in jedem Beruf auf Basis des Modells erwartet wird. Die tatsächlich beobachtete Entwicklung abzüglich dieser Vorhersage erlaubt es, abzuschätzen, wie gut das Modell zu den Daten passt.

Arbeitsnachfrageindex

Der hier verwendete Arbeitsnachfrageindex beruht auf dem preisbereinigten Produktionswertindex (Indikator 81000-0101 des Statistischen Bundesamtes) der 21 Wirtschaftssektoren der Jahre 2013 bis 2017 in Deutschland. Zur Bestimmung des Arbeitsnachfrageindex für eine einzelne Berufsgattung erfolgt eine Gewichtung der Produktionswertindizes nach der Aufteilung der Berufsgattung im Jahr 2013 auf die Wirtschaftszweige. Unter der Annahme, dass sich die Verteilung der Berufsgattungen über die Sektoren im Betrachtungszeitraum nicht ändert, gibt der Arbeitsnachfrageindex an, wie sich die Arbeitsnachfrage in den verschiedenen Berufen zwischen 2013 und 2017 alleine aufgrund der Veränderung der Wirtschaftsleistung in den Wirtschaftssektoren in diesem Zeitraum entwickelt hätte. Dies bedeutet, dass eine gesteigerte Wertschöpfung zu einer verstärkten Arbeitsnachfrage und damit mittelbar zu einem höheren Beschäftigungswachstum in einem Beruf führt, weil die für einen Beruf bedeutsamen Wirtschaftssektoren stärker gewachsen sind.

Literatur

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): [Substituierbarkeitspotenziale von Berufen: Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt](#). IAB-Kurzbericht Nr. 4.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): [The Impacts of Digital Transformation on the Labour Market: Substitution Potentials of Occupations in Germany](#). In: Technological Forecasting & Social Change, Vol. 137, No. December, S. 304–316.

Quelle:

<https://www.iab-forum.de/der-iab-job-futuromat-beschaeftigungsentwicklung-und-fachkraefte-engpaesse-variieren-mit-dem-substituierbarkeitspotenzial/> | 10