

## Aktuelle Berichte

# Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft

## In aller Kürze

- Bei Industrie 4.0 geht es um die Vernetzung von virtuell-digitaler und physischer Welt sowie um maschinelles Lernen in der Produktion. Einbezogen werden Maschinen, Produkte, Informations- und Kommunikationssysteme sowie der Mensch.
- Im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (QuBe-Projekt) werden Annahmen getroffen, um ein Industrie-4.0-Szenario abzubilden. Unter diesen Annahmen ergeben sich folgende Entwicklungen:
- Industrie 4.0 beschleunigt bezogen auf die Beschäftigung den Strukturwandel hin zu Dienstleistungen.
- IT-Berufe und Lehrende Berufe profitieren, Berufe des Verarbeitenden Gewerbes und hier vor allem die Maschinen und Anlagen steuernden und wartenden Berufe sind dagegen vom Personalabbau am stärksten betroffen.
- Die Nachfrage nach höher Qualifizierten nimmt zu Lasten von Personen mit Berufsabschluss sowie ohne abgeschlossene Berufsausbildung zu. Der Bedarf an Berufen mit hohem Routine-Anteil geht zurück.
- Die Auswirkungen auf das gesamte Beschäftigungsniveau sind gering, es ergibt sich ein leichter Rückgang.
- Bis zum Jahr 2025 werden 920.000 Arbeitsplätze zwischen den Berufsfeldern umgeschichtet.

# 1 Einführung

Die ökonomische Entwicklung ist stets von Veränderungen geprägt. So verändert sich die Zusammensetzung der Erwerbstätigen der Gesamtwirtschaft nach Branchen im Rahmen des wirtschaftlichen Strukturwandels fortlaufend. Der Anteil der Erwerbstätigen, die in Landwirtschaft und im Verarbeitenden Gewerbe arbeiten, sinkt stetig, dagegen steigt er im Dienstleistungsbereich. Technologische Entwicklung spielt dabei eine wesentliche Rolle.

„Industrie 4.0“ steht für die interaktive Vernetzung der analogen Produktion mit der digitalen Welt. „Wirtschaft 4.0“ beschreibt darüber hinaus den Umstand, dass die Digitalisierung nicht nur zu einem Wandel bei der industriellen Produktion sondern auch bei allen Dienstleistungsbranchen führt und damit sämtliche Lebensbereiche berühren wird. Hier werden die Folgen von „Industrie 4.0“ gesamtwirtschaftlich analysiert.

Der hier vorliegende Aktuelle Bericht fasst die wesentlichen Ergebnisse des IAB-Forschungsberichts 8/2015 „Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft“ zusammen. Sie finden den Bericht auf der Website des IAB unter: [www.iab.de/185/section.aspx/Publikation/k151019301](http://www.iab.de/185/section.aspx/Publikation/k151019301).

## 2 Annahmen der Szenarien-Analyse

Um die Folgen eines Übergangs in die Industrie 4.0 abzubilden, wird mit dem makroökonomischen Modell Q-INFORGE aus dem QuBe-Projekt ("Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen"; [www.qube-projekt.de](http://www.qube-projekt.de)) ein Szenario berechnet. Dieses setzt sich aus fünf Teil-Szenarien zusammen und wird mit der Basisprojektion der dritten Welle dieses Projekts verglichen. Im Folgenden werden zunächst die Annahmen der Teil-Szenarien dargestellt:

### **Teil-Szenario 1: Ausrüstungsinvestitionen**

Ein Teil der bestehenden Ausrüstungsgüter wird um- bzw. aufgerüstet, indem die Kontrollgeräte ausgetauscht und die dazu notwendigen IT-Dienstleistungen bezogen werden.

Zudem werden für den Umbau zur Industrie 4.0 die derzeitigen Investitionen von preisbereinigt ca. 300 Mrd. € insgesamt pro Jahr um zusätzlich 0,5 Prozent erhöht (bspw. um den höheren Wert neuer digitaler Systeme abzubilden).

### **Teil-Szenario 2: Bauinvestitionen**

In den kommenden drei Jahren werden jeweils 4 Mrd. € in den Netzausbau investiert, damit im Jahr 2018 rund 95 Prozent aller Haushalte einen Anschluss an ein 50 Mbit/s-Netz haben.

### Teil-Szenario 3: Material- und Personalaufwand

Kostensteigerungen:

- Die Ausgaben der Unternehmen (Produktionsbereiche) für Weiterbildung werden sich bis zum Jahr 2025 um 1.000 € pro Mitarbeiter erhöhen.
- Kostenanteile der Unternehmen für Beratungsleistungen werden sich um 1,5 Prozent erhöhen.
- Der Grad der Digitalisierung innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes wird von heute 20 auf 40 Prozent steigen. Dementsprechend verdoppeln sich bis 2025 die heutigen Ausgaben des Verarbeitenden Gewerbes für IT-Dienstleistungen auf 15 Milliarden Euro.

Für die bisher genannten Ausgaben werden über eine Investitionsrechnung die nötigen Erträge (Kostensenkungen) bestimmt, um Profitabilität zu erreichen:

- Senkung der Materialaufwandsquoten (Materialaufwendungen relativ zum Umsatz) um 1,2 Prozent durch Reduktion von Verschleiß und Verschnitt.
- Senkung der Personalaufwandsquote um 1,2 Prozent durch Verbesserung der Arbeitsproduktivität.

### Teil-Szenario 4: Berufsfeldstruktur

Ein Berufsfeld profitiert bzw. verliert desto stärker von der Transformation zu einer Industrie 4.0, je höher bzw. niedriger der Anteil der Nicht-Routine-Tätigkeiten des Berufsfelds relativ zum Branchendurchschnitt ist. Verwendet werden dabei Ergebnisse von Dengler/Matthes (2015) auf Basis der BA-Expertendatenbank BERUFENET.

Die Arbeitsproduktivität steigt aufgrund der Neuorganisation der Berufsfelder um 0,9 Prozent als Gegengewicht entsprechend höherer Lohnkosten.

### Teil-Szenario 5: Nachfrage

Deutschland hat bei der Umstellung auf Industrie 4.0 weltweit eine Vorreiterrolle inne. Das Ausland reagiert mit einer Verzögerung von fünf Jahren. Die ausländische Nachfrage (Exporte) nach Maschinen und Messtechnik setzt demnach fünf Jahre später (also 2020) ein als in Deutschland und hält dann ebenfalls für zehn Jahre an.

Bei ausgewählten Konsumverwendungszwecken (Produkte des Verarbeitenden Gewerbes) steigt aufgrund der neuen Individualisierungsmöglichkeiten die Nachfrage bis 2025 um zwei Prozent.

## 3 Erwartete Wirtschaftseffekte

Das Ergebnis des Industrie 4.0-Szenarios insgesamt setzt sich aus den fünf Teil-Szenarien zusammen. Unter den getroffenen Annahmen wirkt das Gesamt-Szenario positiv auf den Konsum der privaten Haushalte, was durch steigende Bedarfe (Teil-Szenario 5) und Wirkungen aus dem Einkommenskreislauf (Teil-Szenario 1 und Teil-

Szenario 3) ausgelöst wird. Der Konsum des Staates kann insgesamt ein positives Ergebnis erzielen.

Die Ausrüstungsinvestitionen werden entweder direkt angeschoben (Teil-Szenario 1) oder erhöhen sich auf Grund von Kreislaufzusammenhängen (Teil-Szenario 5). Insgesamt ist auch hier das Ergebnis positiv. Im Gegensatz dazu erzielen die Bauinvestitionen nur im Teil-Szenario 2 nennenswerte positive Werte (bis 2018).

Die Importe weiten sich insgesamt nennenswert aus. Allerdings zeigt das Teil-Szenario 4 deutlich Rückgänge wegen des geringeren Bedarfs an Roh- und Halbfertigprodukten. Dadurch kann es insgesamt gelingen, dass der Außenbeitrag positiv verändert wird, da bis auf das Teil-Szenario 1 die Exporte durchweg positive Ergebnisse aufweisen.

Deutliche Steigerungen sind bei den Arbeitnehmerentgeltzahlungen festzustellen. Der Abbau von Routine-Tätigkeiten und die steigende Arbeitsproduktivität im Verarbeitenden Gewerbe begünstigen Berufsfelder mit einem höheren Qualifikationsniveau und höheren Löhnen. Die angenommene Steigerung der Arbeitsproduktivität führt bei einer produktivitätsorientierten Lohnpolitik der Unternehmen zu Lohnsteigerungen der Erwerbstätigen.

Die Gewinne des Verarbeitenden Gewerbes und der Landwirtschaft werden bis 2025 um 12,5 Mrd. € höher ausfallen. In den Jahren nach 2025 können die Gewinne dann stärker gesteigert werden: Der Umbau hat stattgefunden und die Nachfrageimpulse bleiben bestehen.

## 4 Erwartete Arbeitsmarkteffekte

Zwar nimmt die Wertschöpfung unter den getroffenen Annahmen wegen steigender Wettbewerbsfähigkeit und reduzierten Importen zu, dennoch werden im gesamten Zeitverlauf rund 60.000 Personen weniger erwerbstätig sein als im Referenzszenario. Dieser Effekt ist angesichts der Unsicherheiten und der langen Zeitspanne aber eher als „rote Null“ zu werten. Ein massenhafter Beschäftigungsabbau wird ebenso wenig gefunden wie ein großer Jobaufschwung.

Es kommt aber zu einer deutlichen Umschichtung von Arbeitsplätzen: Innerhalb von zehn Jahren gehen über das Basisszenario hinaus 490.000 Arbeitsplätze verloren, während anderweitig 430.000 neu geschaffen werden. Dabei werden Berufe, die insbesondere im Verarbeitenden Gewerbe zu finden sind (vor allem Maschinen und Anlagen steuernde und wartende Berufe), trotz höherer Güternachfragen negativ betroffen sein.

Die Folgen der veränderten Vorleistungslieferungen und die veränderte Berufsfeldstruktur können auch durch die gesteigerte Nachfrage des Teil-Szenarios 5 nicht kompensiert werden. Die durch das Szenario am stärksten profitierenden Berufe sind

im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich (vor allem IT-Berufe), im Bereich der Unternehmensberatung, der Lehrenden Berufe und der Bauberufe zu finden.

Bezogen auf Qualifikationsstufen gewinnt der akademische Bereich, die wesentlichen Verluste treten im berufsbildenden Bereich auf. Auch die Nachfrage nach Niedrigqualifizierten geht zurück.

Industrie 4.0 kann somit zu einem gewissen Ausgleich der sich im QuBe-Basiszenario abzeichnenden Ungleichgewichte führen: Engpässe im berufsbildenden Bereich der Industrie werden tendenziell gemildert. Für das stark steigende Angebot im akademischen Bereich wird dagegen zusätzliche Nachfrage generiert. Für eine Wirkungsanalyse der Arbeitsmarktentwicklung muss neben den die Debatte beherrschenden Änderungen des Arbeitskräftebedarfs also auch die Entwicklung des Arbeitskräfteangebots mitgedacht werden.

## 5 Schlussfolgerungen

- Die Szenarien-Analysen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (QuBe-Projekt) zeigen unter den getroffenen Annahmen, dass Industrie 4.0, also die Vernetzung von virtuell-digitaler und physischen Welt sowie maschinelles Lernen in der Produktion, bezogen auf die Beschäftigung den Strukturwandel hin zu Dienstleistungen beschleunigt.
- Die zusätzliche Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe als Teil der Produktion erhöht sowohl die volkswirtschaftlichen Gewinne als auch die Löhne. Die Produktivitätszuwächse im Verarbeitenden Gewerbe und in der Landwirtschaft sorgen für steigende Löhne.
- Während Gesamtbeschäftigungseffekte eher gering sind, kommt es zu einer deutlichen Umschichtung von Arbeitsplätzen. Der akademische Bereich gewinnt ebenso wie speziell IT-Berufe.
- Die Entwicklungen im Zuge von Industrie 4.0 implizieren vielfältige Herausforderungen für das berufliche Qualifikationssystem, die betriebliche Weiterbildung, den Arbeits- und Gesundheitsschutz, die betriebliche Mitbestimmung, die soziale Sicherung und den Datenschutz. Für die Arbeitsmarktpolitik ist der höhere Umschlag von Arbeitsplätzen ebenso relevant wie sich verändernde Qualifikations- und Kompetenzanforderungen.
- Um ökonomische Erkenntnisse zu den Wirkungen der Digitalisierung weiter zu verbessern, ist eine Fortentwicklung des QuBe-I4.0-Projekts geplant. So soll Digitalisierung auch über die Industrie hinaus betrachtet werden („Wirtschaft 4.0“).

## Literatur

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Substituierbarkeit von Berufen durch Computerisierung in Deutschland. IAB, mimeo.

Wolter, Marc Ingo; Mönig, Anke, Hummel, Markus; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd; Maier, Tobias; Neuber-Pohl, Caroline; Helmrich, Robert (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenariorechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht Nr. 8.

# Impressum

## Herausgeber

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung,  
Regensburger Straße 104,  
90478 Nürnberg

## Autoren

- Prof. Dr. Enzo Weber
- Dr. Gerd Zika

## Veröffentlicht am

9. November 2015

## Technische Herstellung

Christine Weidmann

## Rechte

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Genehmigung des IAB gestattet

## Website

[www.iab.de](http://www.iab.de)

## Bezugsmöglichkeit

[http://doku.iab.de/aktuell/2015/aktueller\\_bericht\\_1516.pdf](http://doku.iab.de/aktuell/2015/aktueller_bericht_1516.pdf)