

Möller, Joachim

**Working Paper**

## Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution

IAB-Discussion Paper, No. 18/2015

**Provided in Cooperation with:**

Institute for Employment Research (IAB)

Suggested Citation: Möller, Joachim (2015) : Verheißung oder Bedrohung? Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution, IAB-Discussion Paper, No. 18/2015

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/119443>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

Institut für Arbeitsmarkt-  
und Berufsforschung

Die Forschungseinrichtung der  
Bundesagentur für Arbeit

IAB

# IAB-Discussion Paper

18/2015

Beiträge zum wissenschaftlichen Dialog aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung

## Verheißung oder Bedrohung?

Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen  
Revolution

Joachim Möller

ISSN 2195-2663

# Verheißung oder Bedrohung?

## Die Arbeitsmarktwirkungen einer vierten industriellen Revolution

Joachim Möller (IAB und Universität Regensburg)

Mit der Reihe „IAB-Discussion Paper“ will das Forschungsinstitut der Bundesagentur für Arbeit den Dialog mit der externen Wissenschaft intensivieren. Durch die rasche Verbreitung von Forschungsergebnissen über das Internet soll noch vor Drucklegung Kritik angeregt und Qualität gesichert werden.

The “IAB-Discussion Paper” is published by the research institute of the German Federal Employment Agency in order to intensify the dialogue with the scientific community. The prompt publication of the latest research results via the internet intends to stimulate criticism and to ensure research quality at an early stage before printing.

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
Abstract .....	4
1. Einleitung.....	6
2. Neue technologische Arbeitslosigkeit oder das Reich der Freiheit? .....	8
3. Wird die Arbeitswelt 4.0 humaner? .....	10
4. Wie entwickeln sich Tätigkeiten, Berufe und Qualifikationen? .....	11
5. Schlussfolgerungen.....	14
Literaturverzeichnis .....	14

## Zusammenfassung

Infolge der anstehenden Veränderungen durch die vierte industrielle Revolution herrscht eine angeregte Diskussion über mögliche Strukturveränderungen in Wirtschafts- und Arbeitswelt. Neben den Chancen, die die Industrie 4.0 mit sich bringt, stehen vor allem potenzielle negative Arbeitsmarkteffekte im Mittelpunkt der Debatte. Die vorliegende Arbeit betrachtet die Auswirkungen des technischen Fortschritts aus historischer Sicht und beleuchtet mögliche Konsequenzen für die Arbeitswelt im Allgemeinen sowie Berufe und unterschiedliche Qualifikationsgruppen im Speziellen. Untersuchungen der letzten Jahre sehen gerade für den angelsächsischen Raum Hochqualifizierte als Gewinner und die Mittelschicht als Verlierer der technologischen Revolution. Jüngste Studien beurteilen jedoch die Entwicklung künstlicher Intelligenz als größte Herausforderung für den Arbeitsmarkt. Demnach sind Tätigkeiten, die Komplexität, Kreativität oder soziale Intelligenz erfordern, am ehesten gesichert. Bezogen auf das deutsche Modell eröffnen sich durch die Industrie 4.0 gerade in den Bereichen hochwertiger Konsumgüter, Chemieprodukte sowie Maschinen- und Anlagegüter große Potentiale. Allerdings bedarf es hierfür der richtigen Rahmenbedingungen in Form eines guten „Betriebssystems“, das sich im Ausbau der Infrastruktur, des Bildungssystems sowie der Rechts- und Datensicherheit äußern kann. Zudem wird zukünftig verstärkt Flexibilitätsbereitschaft seitens der Beschäftigten gefordert werden. Eine humanere Arbeitswelt erscheint mithilfe eines guten Betriebsklimas dennoch möglich. Betriebliche Gestaltungsmöglichkeiten, Mitbestimmung sowie eine funktionierende Sozialpartnerschaft können den Unsicherheiten der Arbeitswelt 4.0 entgegenwirken.

## Abstract

The upcoming changes caused by the fourth industrial revolution provoke discussions about potential shifts in the structures of the economy and the working environment. The so called “Industrie 4.0” implicates chances as well as negative effects on the labour market. This paper takes a look at the consequences of technological change in history and at possible impacts on future occupations and qualifications. Studies from Anglo-Saxon countries identify highly qualified persons as the winners of the new industrial revolution and the middle class as the loser. According to more recent studies, one of the main challenges will be artificial intelligence. Hence, complex occupations requiring creativity and social intelligence will be needed. In the German economy, high-quality consumer goods, chemical products as well as machinery and equipment will offer great potentials. The main precondition for success will be a good “operating system” containing infrastructure, education, and legal security as well as data security, while employees will need to be more flexible. To achieve a secure and humane working environment employee participation, creative leeway and social partnership are crucial.

**JEL Klassifikation:** O33, J23, J24, J81, F66

**Keywords:** Industrie 4.0, technischer Fortschritt, Strukturwandel, Qualifikation, Unterbeschäftigung

*Aber wohin kämen wir Sozialwissenschaftler, wenn unsere Phantasie nicht der Realität ein paar Schritte voraus wäre!*  
(Ralf Dahrendorf 1982)

## 1. Einleitung

Die Diskussion um die zukünftige Entwicklung der Technologie und ihre Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt wird hierzulande gerade mit hoher Intensität geführt. Das Schlagwort Industrie 4.0 ist inzwischen in aller Munde, in der medialen Rezeption wechseln sich Verheißung und Verwünschung ab. Einerseits werden die gigantischen Potenziale hervorgehoben – etwa beim industriellen Umsatz und der möglichen Vorreiterrolle, die ein Land wie Deutschland spielen könnte. Andererseits wird auf bedrohliche Arbeitsmarkteffekte verwiesen, etwa den Wegfall signifikanter Anteile von Industriearbeitern, das Verschwinden ganzer Berufssparten oder die Entgrenzung der Erwerbsarbeit.

Was ist wirklich neu an der Industrie 4.0, einem Begriff, der in Deutschland viel verwendet, aber international (noch) nicht gebräuchlich ist? Noch nie dagewesen ist zweifellos seine technische Basis: eine Hochleistungs-Informationstechnologie mit erstmals umfassender Vernetzung und Speicherkapazität. Diese rechtfertigt für sich genommen allerdings noch nicht die Rede von einem tiefgreifenden industriellen Umbruch. Entscheidend ist vielmehr, dass es nach der Revolutionierung der interpersonellen Kommunikation durch das Internet aktuell zu einem weiteren Entwicklungssprung kommt: Zu einem Internet der Dinge. Über 50 Milliarden Geräte (Maschinen, Anlagen, Roboter, Einrichtungen der Haustechnik usw.) werden durch die Zuweisung von IP-Adressen digital ansprechbar und vernetzbar<sup>1</sup>. Neuartige Sensoren und Aktoren vermögen die Kommunikation zu steuern, 3-D-Drucker können die Produktion von Gütern revolutionieren. Gleichzeitig entstehen riesige Mengen an Daten (*Big Data*), deren Auswertung Steuerungschancen wie Gefährdungspotenziale bedeuten kann. Die Unterschiede zwischen Produzent und Konsument verschwimmen im *Prosumenten*, etwa wenn ein mit entsprechender Software vom Verbraucher entworfenes individuelles Designmöbelstück in einer digitalen Fabrik hergestellt wird.

In einigen Bereichen ist die Industrie 4.0 schon heute Realität, etwa in der Nutzung von Fernwartung von Anlagen oder führerlos fahrenden U-Bahnen. Auch Prototypen der digitalen Fabrik gibt es bereits. Die Selbststeuerung von Fahrzeugen im Straßenverkehr ist in der Erprobung<sup>2</sup>. Auch der Einsatz von 3-D-Druckern in der Produktion weitet sich aus, obwohl die Materialkosten für eine massenhafte Anwendung

---

<sup>1</sup> Woher kommt diese Zahl? Siehe z. B. hier:  
<http://www.cisco.com/web/DE/cisconnect/2011-11/artikel03.html>

<sup>2</sup> Noch in der Zeit um die Jahrtausendwende wurde die Möglichkeit autonom fahrender Autos oder Lastkraftwagen für die absehbare Zukunft wegen der Komplexität des Verkehrsgeschehens von Experten ausgeschlossen (siehe etwa Autor et al. 2003).

noch vergleichsweise hoch sind. Werden aber die bisherigen Pfade der Kostendegression bei Spitzentechnik extrapoliert, so sind den Fantasien über die entstehenden Möglichkeiten automatisierter, individualisierter Produktion und Logistik kaum Grenzen gesetzt. Hinzu kommen die Potenziale von *Soft/Mobile Robotics*, die sich rasant entwickeln.<sup>3</sup> Während bisher etwa die Schweißroboter in der Automobilproduktion in abgeschlossenen Arealen ihre Arbeit verrichten, werden in Zukunft die Roboter zunehmend „ihre Käfige verlassen“<sup>4</sup> und im Arbeitsprozess mit Menschen interagieren. Faszinierend sind neben den Möglichkeiten der Mensch-Maschine-Interaktion auch die Fortschritte im *Machine Learning*. So werden etwa Bewegungsabläufe der menschlichen Hand von Roboterarmen nachgeahmt und gelernt. Ebenso gibt es immer mehr lernende Expertensysteme im Bereich der künstlichen Intelligenz.

Informationstechnik und menschliches Handeln verzahnen sich zunehmend, wenn etwa eine „Google-Brille“ Informationen für den Arbeitsprozess flexibel und situationsbezogen verfügbar macht. All dies wird mit hoher Wahrscheinlichkeit Kernbereiche der Lebens- und Arbeitswelt fundamental verändern. Vieles entzieht sich allerdings noch der heutigen Vorstellungskraft. Man versetze sich etwa in die Zeit zu Beginn der 1990er Jahre, in der wohl kaum jemand die heute allumfassende Bedeutung des Internet in all seinen Facetten erahnen konnte.

Inwieweit ist Deutschland von dieser Entwicklung besonders betroffen? Das „deutsche Modell“, wie es u. a. von Streeck (1995) sowie Bosch et al. (2007) beschrieben wurde, weist Wettbewerbsvorteile bei der diversifizierten Qualitätsproduktion auf. Dies betrifft hochwertige Konsumgüter ebenso wie Chemieprodukte oder Maschinen- und Anlagegüter. Gerade diese Felder eröffnen besonders große Potenziale für die Industrie 4.0. „Gelingt es deutschen Unternehmen, das zu ‚digitalisieren‘, was sie besonders gut können...“ (Bundesministerin Andrea Nahles in BMAS 2015: 6), so könnte das enorme Wachstumspotenziale freisetzen und sogar ein neues digitales Wirtschaftswunder initiieren.

Die sich abzeichnenden Entwicklungen lassen natürlich die Arbeitswelt nicht unberührt. Wenn wir von einer Industrie 4.0 sprechen, müssen wir deshalb auch über eine Arbeitswelt 4.0 sprechen. Auch hier kontrastieren Hoffnungen mit Befürchtungen. So könnte der Einsatz von *soft robotics* weltweit zu humaneren Arbeitsbedingungen beitragen und auch zu einer besseren Inklusion von Arbeitskräften mit Behinderungen führen. Gleichzeitig könnte der Arbeitsmarkt deutlich schnelllebiger und damit unsicherer für den Einzelnen werden. Manche Berufe und Qualifikationen drohen vielleicht zu verschwinden, ganze Regionen und Branchen könnten von der rasanten Entwicklung abgehängt werden. Im Mittelpunkt der Debatte muss deshalb

---

<sup>3</sup> Siehe etwa die umfangreichen Präsentationen des „First International Symposium on `Soft Robotics“ des Fraunhofer-Instituts (IPA), 23-24. Juni 2014 in Stuttgart.

<sup>4</sup> So Horst Neumann, Personalvorstand der Volkswagen AG, auf der Tagung „Arbeiten 4.0“ des Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) am 22.04.2015 in Berlin.



die Frage stehen, ob eine neuartige Industrie 4.0 zur Freisetzung von Arbeitskräften und zu neuer technologisch bedingter Unterbeschäftigung führt. Dabei darf auch die demografische Entwicklung nicht vergessen werden. Wenn die Flexibilitätserfordernisse zunehmen, stehen wir vor der Herausforderung, einen beschleunigten Strukturwandel sozialverträglich zu organisieren.

## **2. Neue technologische Arbeitslosigkeit oder das Reich der Freiheit?**

Voraussagen über die Entwicklung der Arbeitsmarktbilanz neigen zur Überzeichnung. Weder die Verheißung ewiger Vollbeschäftigung wie in den optimistischen Phasen der Globalsteuerung zuzeiten des Wirtschaftswunders noch die Befürchtungen, dass der Arbeitsgesellschaft die Arbeit ausgehe, haben sich bewahrheitet.<sup>5</sup> Derzeit macht eine Studie mit der Kernaussage Furore, dass rund die Hälfte der Arbeitsplätze in den Vereinigten Staaten durch die Digitalisierung gefährdet seien (Frey und Osborne 2013). Dies löst Ängste vor einer neuen Welle eines massenhaften Verlustes an Arbeitsplätzen aus.

Die Furcht vor einem Wegfall von Arbeitsplätzen durch Technik ist so alt wie die Industrialisierung selbst. In der Wirtschaftsgeschichte der letzten zweihundert Jahre hat es immer wieder Umbrüche gegeben, die ganzen Berufsgruppen den Boden unter den Füßen weggezogen haben. Die durch Gerhard Hauptmanns Drama geschilderte Situation der schlesischen Weber ist ein Beispiel, ebenso der dramatische Rückgang der Arbeitsplätze in den Kohle-Stahl-Bereichen des Ruhrgebiets oder der massenhafte Abbau von Arbeitsplätzen in der Textil- und Bekleidungsindustrie.

Dass einzelne Personen, Berufsgruppen, Branchen und Regionen von technischen Entwicklungen oder auch Veränderungen in der Güternachfrage überrollt werden, kann für die Betroffenen ein schwerer Schlag sein, und es bedarf eines sozialen Netzes und Maßnahmen zur Flankierung des Strukturwandels, die diese Härten abfedern. Für die Volkswirtschaft ist aber letztlich nicht der individuelle Arbeitsplatzverlust ausschlaggebend, sondern die Frage, ob durch die technische Entwicklung auf der Aggregatebene ein Missverhältnis zwischen dem insgesamt angebotenen Arbeitsvolumen auf der einen und der Gesamtnachfrage nach Arbeitskräften auf der anderen Seite entsteht.

Der Begriff „technologische Arbeitslosigkeit“ wurde von John Maynard Keynes eingeführt. Keynes spricht bereits damals von der ungeheuren Geschwindigkeit, mit der der technologische Fortschritt zu Veränderungen der Arbeitswelt führt.

---

<sup>5</sup> Ralf Dahrendorf weist in einem immer noch sehr lesenswerten Artikel von 1982 darauf hin, dass die von Hannah Arendt formulierte These von der Arbeitsgesellschaft, der die Arbeit ausgehe, dieses keinesfalls als Bedrohung ausgelegt habe. Vielmehr sage sie der Arbeitsgesellschaft „auf fröhliche Weise Lebewohl“.

*We are being afflicted with a new disease of which some readers may not yet have heard the name, but of which they will hear a great deal in the years to come--namely, technological unemployment. This means unemployment due to our discovery of means of economising the use of labour outrunning the pace at which we can find new uses for labour. (Keynes 1931: 361)*

Technologische Arbeitslosigkeit ist demnach auf der Aggregatebene ein Problem nicht angepasster Geschwindigkeiten, der Geschwindigkeit der Arbeitsproduktivität auf der einen und der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Güternachfrage auf der anderen Seite. Das Missverhältnis ist temporär, wenn das Wachstum der Bedürfnisse die produktiven Möglichkeiten wieder einholt oder staatliche Nachfrage die Lücke der unausgeschöpften Produktionsmöglichkeiten schließt. Auf ganz lange Sicht tritt bei Keynes sogar eine Vision zutage, die stark an das „Reich der Freiheit“ bei Marx erinnert. Dies meint eine Entwicklung der Produktivkräfte in einem Ausmaß, das ein Ende der Knappheit bedeutet: „All this means in the long run *that mankind is solving its economic problem.*“ (Keynes 1931: 361, Hervorhebungen im Original). Die Produktivitätsfortschritte durch Technologie ermöglichen den Übergang von der fremdbestimmten Arbeit zur autonomen, sinn- und identitätsstiftenden Tätigkeit, der *vita activa* im Sinne des von Hannah Arendt positiv gewendeten Begriffs.

Von einer Lösung des ökonomischen Problems ist die Menschheit allerdings heute noch weit entfernt – auch in den reichen, entwickelten Staaten. Keynes selbst ist das Utopische seiner Äußerung bewusst, er kehrt auf den Boden der Wirklichkeit und zum Begriff der technologischen Arbeitslosigkeit zurück. Ein naiver Interpret könnte meinen, dass technologische Arbeitslosigkeit verstärkt dort auftritt, wo die technische Entwicklung besonders rasant ist. Demgegenüber sieht Keynes im Gegenteil die Probleme gerade für die Volkswirtschaften, die *nicht* an der Spitze des Fortschritts stehen.<sup>6</sup> Denn technischer Fortschritt hat immer Doppelcharakter, er ist arbeitssparend und marktöffnend zugleich. Für die Länder, Regionen oder Unternehmen, die Technologieführerschaft besitzen, dominiert der letztere den ersteren Effekt.

In überzeugender Weise haben sechzig Jahre später Appelbaum und Schettkat (1995) den Doppelcharakter des technischen Fortschritt beschrieben. Technologie substituiert Arbeitskraft, sodass die zur Herstellung einer Produkteinheit notwendige Arbeitsmenge sinkt. Dieses Produktivitätswachstum führt aber unter sonst gleichen Bedingungen zu günstigeren Preisen. Entscheidend ist nun, wie die Güternachfrage auf diese (relativen) Preissenkungen reagiert. Ist die Reaktion elastisch, führt sie also zu einer überproportionalen Steigerung, so wird der arbeitssparende Effekt des

---

<sup>6</sup> „For the moment the very rapidity of these changes is hurting us and bringing difficult problems to solve. Those countries are suffering relatively which are not in the vanguard of progress.“ (Keynes 1931: 362).

technischen Fortschritts überkompensiert: Die Beschäftigung steigt. Bei unelastischer Nachfrage tritt jedoch das Gegenteil ein, es kommt zu technologischer Arbeitslosigkeit.

Innovative Güter sind durch eine hohe Preiselastizität der Nachfrage gekennzeichnet. „Alte“ Güter, deren Markt weitgehend gesättigt ist, weisen hingegen eine geringe Preiselastizität auf. Technischer Fortschritt und Innovationen ermöglichen also Beschäftigungsaufbau bei Produktivitätswachstum. Gelingt es, die von der vierten industriellen Revolution ausgehenden Impulse aufzunehmen und führend mit umzusetzen, so wären Befürchtungen vor technologischer Arbeitslosigkeit offensichtlich unbegründet. Die Chancen, gerade im vernetzten Maschinen- und Anlagenbau die Technologieführerschaft zu behaupten, werden in Deutschland allgemein als sehr gut angesehen. Allerdings bedarf es dafür guter Rahmenbedingungen, sozusagen eines „guten Betriebssystems“ für die wirtschaftliche Entwicklung. Dabei geht es z. B. um einen Ausbau der Infrastruktur, um Normensetzung, um Datensicherheit, um das System von Bildung und Weiterbildung sowie nicht zuletzt um den Ausbau der funktionierenden Sozialpartnerschaft im Sinne einer gemeinsamen Gestaltung der Arbeitswelt 4.0.

### **3. Wird die Arbeitswelt 4.0 humaner?**

Wie auch an die Industrie 4.0 knüpfen sich an die Arbeitswelt 4.0 zugleich Hoffnungen und Ängste. Automatisierung, technische Assistenzsysteme und die Interaktion zwischen Mensch und Roboter versprechen Erleichterungen in der Arbeitswelt, etwa einen Rückgang körperlich anstrengender und monotoner Arbeit, und können Hilfestellungen geben, um Stress-Belastungen abzubauen. Einige Bereiche von *soft robotics* erleichtern durch den Ausgleich körperlicher oder geistiger Behinderungen die Inklusion. In vielen Fällen wird auch die Anwesenheit am Arbeitsplatz nicht mehr zwingend erforderlich sein, sodass Pendlerbewegungen reduziert und die individuelle Vereinbarkeit von Beruf und Familie verbessert werden können.

Ängste beziehen sich auf die Sorge vor einer anonymen Mensch-Maschine-Interaktion, auf die Entgrenzung von Freizeit und Arbeitszeit und auf größere Unsicherheiten. Zudem stellt sich die Frage, ob die digitalen Überwachungsmechanismen nicht zu einem gläsernen Mitarbeiter führen, der einer ständigen Leistungskontrolle ausgesetzt ist. Hier ist in Zeiten von Big Data vor allem der individuelle Datenschutz angesprochen. Selbst wenn das Ziel nicht die Überwachung von Mitarbeitern ist, so fallen entsprechende Daten doch quasi als Nebenprodukt an.

Ein weiterer Punkt betrifft die größere Unsicherheit aufgrund der Volatilität der Produktionsprozesse. Zu erwarten sind kürzere Produktzyklen, kleinere Serien und eine Individualisierung der Produkte. Dies könnte zu häufigen Umstellungen und fluktuierenden Arbeitszeiten führen. Bullinger (2015) spricht von zeitlicher, räumlicher und inhaltlicher Flexibilität. Er zitiert eine Befragung des Fraunhofer-Instituts (IAO), derzufolge Beschäftigte hohe Flexibilitätsbereitschaft zeigen, wenn sie in Planung und Durchführung stärker einbezogen werden. Entscheidend sind Gestaltungsmöglich-

keiten, Mitbestimmung und Wertschätzung. Hier kommt auch eine funktionierende Sozialpartnerschaft ins Spiel. Sind diese innerbetrieblichen Bedingungen erfüllt, könnte ein positives Szenario entstehen, in dem Industrie 4.0 zu einer humaneren Arbeitswelt beitragen könnte.

#### **4. Wie entwickeln sich Tätigkeiten, Berufe und Qualifikationen?**

Die bisherigen industriellen Umwälzungen im Laufe der Wirtschaftsgeschichte hatten ganz unterschiedliche Auswirkungen auf Tätigkeiten und Qualifikationen. Die erste industrielle Revolution brachte mit der Erfindung der Dampfmaschine eine universell einsetzbare Kraftquelle. In der arbeitsteiligen Fabrik wurden Facharbeiter benötigt. Die industrielle Produktion drängte traditionelle Handwerksberufe zurück. Zugleich veränderte sich in dieser Phase durch Eisenbahn und Dampfschiff die Transporttechnologie. Die Städte gewannen an Bedeutung. Die zweite industrielle Revolution, für die sinnbildlich das Fließband steht, zuerst eingeführt in den Schlachthöfen von Chicago, später in den Automobilfabriken von Henry Ford, trieb die Arbeitsteilung soweit, dass die einzelnen Arbeiter nur noch standardisierte Tätigkeiten ausübten, auf die sie sich ganz spezialisieren konnten. Diese Phase, die zeitlich bis zur Mitte der 1980er Jahre reicht, steigerte die Produktivität einfacher Tätigkeiten im Verhältnis zu denjenigen, die über komplexere Fachkenntnisse und Fertigkeiten verfügten. Diese Phase fällt zusammen mit einer Kompression der Lohnverteilung. Offensichtlich lief die technische Entwicklung, insbesondere die Organisation der Produktion in den dominanten Fabriken, zugunsten der Geringqualifizierten. Dies änderte sich mit der dritten industriellen Revolution: Dem Siegeszug der Computertechnik in Produktion, Management und Verwaltung. Insbesondere die rechnergestützte numerische Steuerung von Werkzeugmaschinen (*Computerized Numerical Control, CNC*), deren erste Vorläufer sich bereits in den 1960er Jahren finden, hält nun auf breiter Front Einzug in die Produktionssphäre. Dabei spielte eine nicht unerhebliche Rolle, dass Standards für die Programmierung vereinbart wurden, was wiederum zu einfacheren Bedienoberflächen führte. In Planung und Konstruktion setzte sich rechnerunterstütztes Design (*Computer Aided Design, CAD*) durch, Steuerung und Administration bauten immer stärker auf Datenverarbeitungssystemen auf. Da der Umgang mit IT-Systemen und deren Programmierung immer wichtiger wurde, stieg die Produktivität der Qualifizierten relativ zu der der Geringqualifizierten. Seit Anfang/Mitte der 1980er Jahre gehören seitdem weltweit in den entwickelten Ländern die Arbeitskräfte mit einfachen Qualifikationen zu den Verlierern – sowohl in den Beschäftigtenanteilen als auch in der Bezahlung. Die Lohnschere geht auseinander, die Arbeitslosigkeit der Geringqualifizierten erreicht Höchststände. An der Schwelle zur vierten industriellen Revolution müssen wir uns die Frage stellen, wie sich die technische Entwicklung auf die Produktivität und die Einsatzchancen der verschiedenen Qualifikationsgruppen in Zukunft auswirken wird.

Untersuchungen für die USA (Beaudry et al. 2013) zeigen Evidenz dafür, dass es etwa um die Jahrtausendwende herum eine Trendwende in der Nachfrage nach

(Hoch-)Qualifizierten bzw. nach kognitiven Tätigkeiten gegeben hat. Den Autoren zufolge sinkt der Bedarf an Hochqualifizierten, der in den Dekaden davor nahezu explodiert war, seit diesem Zeitpunkt wieder. Da sich das Angebot an gut ausgebildeten jungen Leuten aber weiter erhöht hat, scheint es zu einem Verdrängungswettbewerb zu kommen: Höherqualifizierte nehmen verstärkt Positionen ein, die früher mit Personen besetzt waren, die auf tieferen Stufen der Qualifikationsleiter standen. Letztlich könnte dies zu Problemen am Ende einer solchen Substitutionskette führen – die Beschäftigungsmöglichkeiten der Geringqualifizierten werden weniger, sie werden in Arbeitslosigkeit oder Nicht-Erwerbstätigkeit abgedrängt. In Deutschland kann von einer Trendwende in der Nachfrage nach höheren Qualifikationen bisher noch nicht die Rede sein. Obwohl sich auch hier abzeichnet, dass bei Nachbesetzungen häufig Personen mit höheren Qualifikationen als der bisherige Stelleninhaber zum Zuge kommen, und das Phänomen der Überqualifikation quantitativ nicht unbedeutend ist (Reichelt und Vicari 2014), schreitet die Höherqualifizierung – gemessen an den Beschäftigungsanteilen – fast flächendeckend in allen Berufsgruppen weiter voran. Zugleich haben sich die durchschnittlichen Qualifikationsprämien erhöht, d. h. der relative Lohnaufschlag, den (Höher-)Qualifizierte gegenüber Geringqualifizierten bei sonst gleichen Merkmalen erhalten. Diese Entwicklung muss nach der Marktlogik nachfragegetrieben sein, da sich zugleich das Angebot von Höherqualifizierten stark ausgeweitet hat.

Aus den Erkenntnissen über die Vergangenheit lässt sich allerdings nicht folgern, dass eine ähnliche Trendwende wie in den USA nicht auch Deutschland bevorstehen könnte. In diesem Zusammenhang ist insbesondere der Blick auf die ausgeübten Tätigkeiten und deren Veränderungen erhellend. Bereits seit Beginn des neuen Jahrtausends haben Arbeitsmarktforscher (Autor et al. 2003; Goos und Manning 2007; Spitz-Oener 2006; Autor und Dorn 2013) insbesondere für den angelsächsischen Raum Trendänderungen ausgemacht. Die Autoren gehen von dem sogenannten Task-Ansatz aus, der auf einer Klassifikation von Tätigkeiten basiert. In der einfachsten Variante werden diese in manuell und kognitiv auf der einen sowie in repetitiv (Routine) und interaktiv auf der anderen Seite unterteilt. Dem Task-Ansatz zufolge geraten durch die technische Entwicklung Routinetätigkeiten, seien sie manuell oder kognitiv, immer stärker unter Rationalisierungsdruck. In Ländern wie den USA, in denen die Mittelschicht in erster Linie mit kognitiven Routineaufgaben beschäftigt ist, führt dies zu einer Polarisierung. Während sich am unteren Ende der Qualifikationsskala manuell-interaktive Jobs behaupten oder in einfachen Dienstleistungsbereichen sogar ausweiten (Beispiel: Servicekraft in der Gastronomie), und im oberen Bereich kognitiv-interaktive oder kreative Tätigkeiten (Beispiel: Ingenieur) zunehmen, verliert die Mittelschicht an Boden. Der Buchhalter wird durch EDV-gestützte automatisierte Buchungssysteme ersetzt, der Kassierer in der Sparkasse durch den Geldautomaten.

Vergleicht man Beschäftigungs- oder Lohnwachstum verschiedener Gruppen von Beschäftigten nach ihrem Qualifikationsrang, so ergibt sich im angelsächsischen Raum ein typisches U-förmiges Muster. Die Gewinner sind am unteren und (stärker

noch) am oberen Rand zu finden, die Verlierer in der Mitte. Es kommt zu einer Polarisierung des Arbeitsmarktes, den „Traumjobs“ auf der einen stehen „lausige Jobs“ auf der anderen Seite gegenüber (Goos und Manning 2007).

Während David Autor die Computerisierung als treibende Kraft hinter dieser Polarisierung ausmacht, verweist insbesondere Alan Blinder auch auf die Globalisierung (Blinder 2009). Dabei gehe es weniger um die Rationalisierbarkeit als vielmehr um die Verlagerbarkeit von Tätigkeiten (Offshoreability, siehe Blinder und Krueger 2013). Auch dieser Ansatz führt zu einer Polarisierungstendenz. Allerdings gibt es dann auch unter den Höherqualifizierten gefährdete Tätigkeiten (Beispiele: Ferndiagnosen im Medizinbereich, Auslagerung von komplexer Programmierarbeit in Niedriglohnländer).

Der Task-Ansatz ist nun in jüngster Zeit, insbesondere in der eingangs zitierten Studie von Frey und Osborne (2013) ausgeweitet und den neuesten Entwicklungen der Technologie angepasst worden. In Worten der Autoren: „... the task model will not hold in predicting the impact of computerisation on the task content of employment in the twenty-first century.“ (Frey und Osborne 2013: 23). Der Grund wird an anderer Stelle genannt: „Following recent technological advances, however, computerisation is now spreading to domains commonly defined as non-routine.“ (Frey und Osborne 2013: 15). Den Autoren geht es insbesondere um maschinelles Lernen (*Machine Learning*, ML) und mobile Robotik (Mobile Robotics, MR), weniger um das Internet der Dinge und die Verschmelzung von Konsumenten und Produzenten. Maschinelles Lernen schließt dabei optische Mustererkennung (*Machine Vision*), *Data Mining* und *Computational Statistics* sowie andere Formen der künstlichen Intelligenz ein (siehe Frey und Osborne 2013: 4).

Offenbar reicht die einfache Differenzierung zwischen Routine und Nicht-Routine sowie zwischen manuell und kognitiv wie in der frühen Task-Literatur nicht mehr aus. Die Botschaft lautet im Kern:

*...while sophisticated algorithms and developments in MR, building upon with big data, now allow many non-routine tasks to be automated, occupations that involve complex perception and manipulation tasks, creative intelligence tasks, and social intelligence tasks are unlikely to be substituted by computer capital over the next decade or two. The probability of an occupation being automated can thus be described as a function of these task characteristics.*  
(Frey und Osborne 2013: 27)

Am wenigsten gefährdet erscheinen demnach Tätigkeiten, die komplexe Wahrnehmung, Handhabung und Bearbeitung beinhalten, oder auf kreativer oder sozialer Intelligenz beruhen. Problemlösungskompetenz auf diesen Gebieten erscheint aus heutiger Vorstellung nicht durch Digitalmaschinen oder IT-Systeme substituierbar.



## 5. Schlussfolgerungen

Die anstehenden Veränderungen durch die vierte industrielle Revolution werden aller Voraussicht nach gravierende Strukturveränderungen in Wirtschafts- und Arbeitswelt mit sich bringen. Die Entwicklungen tragen eine Ambivalenz in sich: Verheißungen und Befürchtungen stehen einander gegenüber. Vieles spricht dafür, die Herausforderungen anzunehmen. Die Gefahr technologischer Arbeitslosigkeit hat sich in der Vergangenheit immer wieder als unbegründet herausgestellt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Stärken des deutschen Modells wieder in den Vordergrund gerückt werden. Ein gutes „Betriebssystem“ der Gesellschaft etwa in Bezug auf Infrastruktur, Bildungssystem, Normensetzung und Rechts- und Datensicherheit ist eine entscheidende Voraussetzung dafür, dass die Technologieführerschaft behauptet wird. Das Betriebssystem muss auch gewährleisten, dass es die temporären Verlierer des Strukturwandels angemessen auffängt und ihnen neue Optionen gibt. Nicht zuletzt wird es darum gehen, neben dem guten Betriebssystem ein gutes Betriebsklima zu erhalten. Dieses beruht wesentlich auf der Sozialpartnerschaft. Bei den Belegschaften ist viel Bereitschaft spürbar, die Herausforderungen der neuen Flexibilitätserfordernisse anzunehmen, wenn sie die sich ergebenden Spielräume aktiv mitgestalten können. Dies könnte der Inhalt eines „neuen sozialen Kompromisses“ sein, den Bundesministerin Andrea Nahles kürzlich gefordert hat.

## Literaturverzeichnis

- Appelbaum, Eileen; Schettkat, Ronald (1995): Employment and productivity in industrialized economies. In: *International Labor Review* 134 (4-5 (Special Issue)), S. 605–623.
- Autor, David H.; Dorn, David (2013): The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. In: *American Economic Review* 103 (5), S. 1553–1597. DOI: 10.1257/aer.103.5.1553.
- Autor, David H.; Levy, Frank; Murnane, Richard J. (2003): The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. In: *The Quarterly Journal of Economics* 118 (4), S. 1279–1333. DOI: 10.1162/003355303322552801.
- Beaudry, Paul; Green, David A.; Sand, Benjamin M. (2013): The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks. National Bureau of Economic Research. (NBER Working Paper, 18901).
- Blinder, Alan S. (2009): How many US jobs might be offshorable? In: *World Economics* 10 (2), S. 41–78.
- Blinder, Alan S.; Krueger, Alan B. (2013): Alternative measures of offshorability: a survey approach. In: *Journal of Labor Economics* 31 (2), S. S97–S128.
- BMAS (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0. Arbeit weiter denken. Berlin. Online verfügbar unter [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt geprüft am 10.05.2015.
- Bosch, Gerhard; Haipeter, Thomas; Latniak, Erich; Lehndorff, Steffen (2007): Demontage oder Revitalisierung? In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 59 (2), S. 318–339.

Bullinger, Hans-Jörg (2015): Flexibilitätsanforderungen der Unternehmen versus Flexibilitätsansprüche der Beschäftigten. Fraunhofer. Online verfügbar unter [http://www.bw.igm.de/downloads/artikel/attachments/ARTID\\_61403\\_KfGzmU?name=bullinger.pdf](http://www.bw.igm.de/downloads/artikel/attachments/ARTID_61403_KfGzmU?name=bullinger.pdf), zuletzt geprüft am 11.05.2015.

Frey, Carl B.; Osborne, Michael A. (2013): The Future Of Employment: How Susceptible Are Jobs To Computerisation? Oxford Martin School.

Goos, Maarten; Manning, Alan (2007): Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarisation of Work in Britain. In: The Review of Economics and Statistics 89 (1), S. 118–133.

Keynes, John Maynard (1931): Economic possibilities for our grandchildren. In: John Maynard Keynes (Hg.): Essays in Persuasion London: Macmillan. first edition. London: Macmillan, S. 358–373.

Reichelt, Malte; Vicari, Basha (2014): Ausbildungsinadäquate Beschäftigung in Deutschland: Im Osten sind vor allem Ältere für ihre Tätigkeit formal überqualifiziert. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB). Nürnberg (IAB-Kurzbericht, 25/2014).

Spitz-Oener, Alexandra (2006): Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking Outside the Wage Structure. In: Journal of Labor Economics 24, S. 235–270.

Streeck, Wolfgang (1995): German Capitalism: Does it exist? Can it survive? Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung (95/5).



## In dieser Reihe sind zuletzt erschienen

Nr.	Autor(en)	Titel	Datum
<a href="#">3/2015</a>	Brunow, S. Grünwald, L.	Exports, agglomeration and workforce diversity: An empirical assessment for German Establishments	1/15
<a href="#">4/2015</a>	Osiander, C. Dietz, M.	What could all the money do? Ergebnisse eines faktoriellen Surveys zur Bedeutung von Opportunitätskosten bei Weiterbildungsentscheidungen	1/15
<a href="#">5/2015</a>	Lucht, M. Haas, A.	The productivity effect of migrants: Wage cost advantages and heterogeneous firms	2/15
<a href="#">6/2015</a>	Brenzel, H. Müller, A.	Higher wages or lower expectations? Adjustments of German firms in the hiring process	2/15
<a href="#">7/2015</a>	Vallizadeh, E. Muysken, J. Ziesemer, T.	Offshoring of medium-skill jobs, polarization, and productivity effect: Implications for wages and low-skill unemployment	2/15
<a href="#">8/2015</a>	Busk, H. Jahn, E. J. Singer, C.	Do changes in regulation affect temporary agency workers' job satisfaction?	2/15
<a href="#">9/2015</a>	Eisermann, M. Moritz, M. Stockinger, B.	Multinational resilience or dispensable jobs? German FDI and employment in the Czech Republic around the Great Recession	3/15
<a href="#">10/2015</a>	Walwei, U.	From deregulation to re-regulation: Trend reversal in German labour market institutions and its possible implications	3/15
<a href="#">11/2015</a>	vom Berge, P. Schmillen, A.	Direct and indirect effects of mass layoffs: Evidence from geo-referenced data	3/15
<a href="#">12/2015</a>	Brenzel, H. Reichelt, M.	Job mobility as a new explanation for the immigrant-native wage gap: A longitudinal analysis for the German labor market	3/15
<a href="#">13/2015</a>	Schanne, N.	A Global Vector Autoregression (GVAR) model for regional labour markets and its forecasting performance with leading indicators in Germany	4/15
<a href="#">14/2015</a>	Reichelt, M. Abraham, M.	Occupational and regional mobility as substitutes: A new approach to understanding job changes and wage inequality	4/15
<a href="#">15/2015</a>	Zapf, I.	Individual and workplace-specific determinants of paid and unpaid overtime work in Germany	4/15
<a href="#">16/2015</a>	Horbach, J. Janser, M.	The role of innovation and agglomeration for employment growth in the environmental sector	6/15
<a href="#">17/2015</a>	Dorner, M. Fryges, H. Schopen, K.	Wages in high-tech start-ups – do academic spin-offs pay a wage premium?	6/15

Stand: 22.06.2015

Eine vollständige Liste aller erschienen IAB-Discussion Paper finden Sie unter <http://www.iab.de/de/publikationen/discussionpaper.aspx>

## Impressum

IAB-Discussion Paper 18/2015

### Herausgeber

Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit  
Regensburger Str. 104  
90478 Nürnberg

### Redaktion

Regina Stoll, Jutta Palm-Nowak

### Technische Herstellung

Gertrud Steele

### Rechte

Nachdruck – auch auszugsweise –  
nur mit Genehmigung des IAB gestattet

### Website

<http://www.iab.de>

### Bezugsmöglichkeit

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

ISSN 2195-2663

### Rückfragen zum Inhalt an:

Joachim Möller

Telefon 0911.179 3113

E-Mail [joachim.moeller@iab.de](mailto:joachim.moeller@iab.de)