



Jürgen Krahl (Herausgeber)  
Josef Löffl (Herausgeber)  
**Industrie 4.0**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7275>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



---

Nicole Hegel

## **Industrie 4.0 – Arbeit 4.0**

### **Zukunft der Arbeit im digitalen Zeitalter**

Industrie 4.0 – dieser Begriff steht für die vierte industrielle Revolution, die vollumfängliche Digitalisierung der Wertschöpfungskette. Hierfür bildet das Internet die Infrastruktur und ermöglicht es Unternehmen, Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zu automatisieren und so zu vernetzen, dass Prozesse (Informationsaustausch, Auslösen von Aktionen) autonom gesteuert werden können. Die Chancen dieser Entwicklung für die Stärkung des Wirtschaftsstandortes Deutschland im globalen Wettbewerb sind sicherlich die ausschlaggebenden Faktoren für politische Programme zur Umsetzung und Weiterentwicklung von Industrie 4.0. (z.B. die „Hightech-Strategie 2020“ für Deutschland des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (2010) sowie ihre Weiterentwicklung (2014) sowie die „Digitale Agenda 2014–2017“ des BMWi 2014).

Jedoch war die Einführung technischer Revolutionen auch schon immer verbunden mit Ängsten und der Furcht vor gesellschaftlichen Veränderungen. Wie zur ersten industriellen Revolution um ca. 1800, als mit der Erfindung der Dampfmaschine die Manufakturen und Handwerker verdrängt wurden oder wie Ende des 19. Jahrhunderts, als mit der Einführung der Elektrizität als Antriebskraft mittels Fließbändern die Massenfertigung möglich wurde. Gänzlich neue Formen der Arbeitsorganisation, und -gestaltung hielten Einzug in die Arbeitswelt. In den siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts vollzog sich die dritte industrielle Revolution. Weitere Automatisierung durch Elektronik und die IT ermöglichten erstmals die weitgehende Automatisierung vieler Arbeitsprozesse. Große Rechenmaschinen hielten bereits Mitte des 20. Jahrhunderts Einzug in Großfirmen, 30 Jahre später begründete der alltagstaugliche PC für Büro und Haushalt einen neuen Industriezweig und führte schließlich zur vierten industriellen Revolution: Industrie 4.0.

Vorrangig Fragen zu Freiheit, Selbstbestimmung und dem Eingreifen von Technik in weite Teile der Arbeits- und Lebensbereiche stehen im Mittelpunkt von Skeptikern und Kritikern. Zunehmende Technisierung, Automatisierung und Digitalisierung verändern unsere Arbeits- und Lebenswelt, wie wir sie kennen. Die zentrale Frage lautet, wie sich dieser Wandel nachhaltig und menschengerecht gestalten lässt.

### **Verlust von Arbeitsplätzen**

Ein vieldiskutierter Aspekt ist in diesem Kontext die Vermutung, dass die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung in Dienstleistung, Industrie und Handel



den Verlust von Millionen von Arbeitsplätzen zur Folge haben wird. Im Rahmen der Studie von Graetz und Michaels (2015), welche die Auswirkungen des Einsatzes von Robotern in der Arbeitswelt in 17 Ländern untersuchte, fanden sich keine Hinweise, welche diese These stützen. Stattdessen zeigte sich, dass sich das Wirtschaftswachstum um 0,37 Prozentpunkte erhöhte und ein Zehntel davon auf den Einsatz von Robotern zurückzuführen sei. Keine Effekte dagegen ließen sich im Hinblick auf die Zahl der Arbeitsstunden finden, so dass abgeleitet werden kann, dass keines der in die Studie einbezogenen Länder einen Verlust von Arbeitsplätzen zu verzeichnen hat.

### **Veränderungen von Tätigkeiten und Berufsfeldern**

Als bestätigt darf jedoch gelten, dass sich Änderungen in den Anforderungen an die Beschäftigten ergeben und somit der Niedriglohnsektor, also die Geringqualifizierten, von Arbeitslosigkeit bedroht sind. Insbesondere diese Tätigkeiten können durch Digitalisierung und Automatisierung ersetzt werden, die jedoch der Studie zufolge durch neue, höher qualifizierte Arbeitsplätze kompensiert werden (Graetz & Michaelis, 2015). Ebenso gefährdet sind Tätigkeiten, die ein hohes Maß an Routine aufweisen, wobei weitere Automatisierung auch in Tätigkeiten möglich ist, die weniger Routine beinhalten, wie wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz und der autonomen Robotik vermuten lassen. So ist davon auszugehen, dass auch bei Tätigkeiten, die dem mittleren Qualifikations- und Lohnniveau zuzuordnen sind, mit einem Voranschreiten der Digitalisierung und Automatisierung zu rechnen ist (Gäde-Butzlaff, V., 2015).

Berufsfelder, denen zukünftig besondere Bedeutung beigemessen wird, sind einerseits die Berufsfelder, welche schwer automatisierbar sind, da sie viel Erfahrung voraussetzen, wie beispielsweise anspruchsvolle, manuelle Tätigkeiten. Andererseits betrifft es Berufe des Hochlohnsektors, die sehr komplexe und anspruchsvolle Wissens-, Führungs- und Steuerungsaufgaben beinhalten (Gäde-Butzlaff, V., 2015). Insbesondere dort entstehen neue Berufsbilder, wo Fähigkeiten im Umgang mit vernetzten Maschinen und Dingen benötigt werden. Es entsteht die Notwendigkeit eines tiefergehenden Verständnisses von Kontexten und Prozessen, so wie einer „Netzkompetenz“ von Mitarbeitern (Gebhardt, J., Grimm, A. & Neugebauer, L.M. (2015).

Zusammenfassend bedeutet dies, dass sich Chancen aus der Digitalisierung ergeben, wie die Neuausrichtung von Berufsfeldern oder die Entstehung neuer Berufsbilder, dass die Digitalisierung also bestimmte Tätigkeiten ersetzt, gleichzeitig aber neue Berufsfelder erschafft.



## Verändertes Anforderungsspektrum

Die veränderten Anforderungen in einer digitalisierten Arbeitswelt entstehen aus den vernetzten und komplexen Abläufen, die insbesondere Schnittstellen im Hinblick auf technische, organisatorische und soziale Handlungsfelder und Prozesse betreffen. Hieraus ergeben sich deutliche erhöhte Abstraktions- und Problemlösekompetenzen, die ein großes Ausmaß an selbstgesteuertem Handeln, kommunikativen Kompetenzen, Selbstorganisation und Fertigkeiten in der Informations- und Kommunikationstechnologie erfordern (Gäde-Butzlaff, V., 2015). Um der Komplexität gerecht zu werden, ist systemübergreifendes Denken und Handeln notwendig. Hier wird deutlich, dass der Beitrag der Wertschöpfung, bzw. der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nicht allein abhängig ist von Digitalisierung und Automatisierung zur Funktionalität von Prozessen, sondern ebenso durch den in der Arbeitswelt handelnden Menschen, „besonders hinsichtlich seines analytischen und kreativen Denkvermögens, seiner Systemkenntnisse, seines Erfahrungs- und Übersichtswissens und der Fähigkeit zur Verknüpfung von neuen technischen Kontexten und Verortung seines Handelns in berufsfeldübergreifenden sowie sozialen Schnittstellen“ (Gebhardt, J., Grimm, A. & Neugebauer, L.M., 2015, S. 49)

## Fachkräftemangel

Diese Kompetenzen erfordern gut ausgebildete Fachkräfte mit der individuellen Bereitschaft der stetigen Fort- und Weiterbildung, doch diese drohen knapp zu werden. Derzeit ist in Deutschland laut der aktuellen Analyse der Bundesagentur für Arbeit (2015) kein flächendeckender Fachkräftemangel festzustellen. Identifizierbar sind jedoch Engpässe in einzelnen technischen Berufsfeldern sowie in verschiedenen Gesundheits- und Pflegeberufen<sup>1</sup>. So zeigen sich bei den von der Digitalisierung insbesondere betroffenen technischen Berufen Besetzungsschwierigkeiten, sowohl bei den akademischen (Ingenieure), als auch bei den nichtakademischen Fachkräften, vor allem in Maschinenbau- sowie in Metall- und Elektro(technik)berufen.

Bedingt ist der Fachkräftemangel einerseits durch den demografischen Wandel, der dazu führt, dass mehr Menschen in den Ruhestand gehen, als Menschen im arbeitsfähigen Alter nachrücken. Andererseits durch die Erwartung, dass Tätigkeiten für Geringqualifizierte durch höher qualifizierte Arbeitsplätze kompensiert werden, diese Arbeiten also in höherem Maße zur Verfügung stehen, als Fachkräfte ausgebildet werden können. Da Arbeitsplätze für Hochqualifizierte jedoch durch die Automatisie-

---

<sup>1</sup> Der Mangel innerhalb der Gesundheits- und Pflegeberufe liegt vor allem bei Humanmedizinerinnen und examinierten Gesundheits- und Krankenpflegefachkräften sowie examinierten Altenpflegefachkräften. In den technischen Gesundheitsberufen mangelt es an Fachkräften und Meistern der Orthopädie- und Reha-technik, der Hörgeräteakustik sowie der Augenoptik.



rung und Digitalisierung kaum betroffen sein werden, hat dies zur Folge, dass insbesondere der mittlere Qualifikationsbereich der nichtakademischen Fachkräfte von Knappheit bedroht ist.

### **Qualifikations- und Qualifizierungserfordernisse**

Vor dem Hintergrund des drohenden Fachkräftemangels ergeben sich eine Reihe von neuartigen Anforderungen an Aus- und Weiterbildung, auch durch die Veränderungen von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die der digitale Wandel nach sich zieht. Diese betreffen vor allem die digitale Kompetenz von Erwerbstätigen, also der Umgang mit digitalen Medien, ihr sinnvoller Einsatz, die Anforderungen an Selbstmanagement- und Selbstorganisationskompetenzen sowie Kommunikations-, Interaktions- und Problemlösungsfähigkeiten. Um diesen veränderten Anforderungen im Aufwertung von Interaktions-, Wissens- und Innovationsarbeit (vgl. Georg, A., Hellinger, A., 2015) gerecht zu werden, besteht die zentrale Herausforderung dabei in der Verankerung der Digitalisierung bereits in Schule und Ausbildung.

Es bedarf der vermehrten Vermittlung theoretischen Wissens und anwendungsbezogener Erfahrungen bereits in der Regelschule um zukünftige Generationen dazu zu befähigen, den digitalen Wandel mitzugestalten und ihnen die gerechte Teilhabe an der Arbeitswelt zu ermöglichen<sup>2</sup>. Die entsprechende informationstechnologische Orientierung sollte fortan, nach der schulischen Ausbildung, in allen Bereichen der beruflichen Aus-, Fort- und Weiterbildung fortgeführt werden. Duale Ausbildungen werden als gute Möglichkeit gesehen auf die veränderten Bedarfe technologieorientierter Unternehmen zu reagieren und sollten ausgebaut werden (vgl. Gäde-Butzlaff, V., 2015).

In Konsequenz sind Erwerbstätige dazu angehalten, sich die geforderten Kompetenzen anzueignen und stetig weiterzuentwickeln. So kommt der individuellen Bereitschaft zur Weiterbildung im Sinne einer Bereitschaft zu lebenslangem Lernen besondere Bedeutung zu, da in der digitalisierten Arbeitswelt weniger ein einmal erworbenes Qualifikationsprofil ausschlaggebend für beruflichen Erfolg sein wird. Vielmehr kann als Voraussetzung hierfür ein auf Kompetenzentwicklung angelegtes Berufsleben – von der Ausbildung bis zur Rente – gelten (vgl. Gebhardt, J., Grimm, A. & Neugebauer, L.M., 2015, S. 49). Dazu sind auch Unternehmen aufgefordert, durch

---

<sup>2</sup> In diesem Kontext ist von einer „digitalen Kluft“ die Rede, welche vorrangig mittels Bildung zu schließen ist. Diese beschreibt, in Anlehnung an die „Wissenskluff“, die unterschiedliche Zugänge zu Informations- und Kommunikationstechnologie und ihrer Nutzung. Die These lautet, dass diese Kluft durch sozialer Ungleichheit entsteht und die daraus resultierenden Chancenunterschiede ihrerseits gesellschaftliche Auswirkungen haben (vgl. Marr & Zillien, 2010).



eine veränderte Unternehmenskultur, diese stetige Weiterentwicklung der fachlichen, kommunikativen und sozialen Kompetenzen zu fördern.

### **Arbeitsbelastungen in der digitalisierten Arbeitswelt**

Zusätzlich zu den hier beschriebenen grundlegenden Veränderungsprozessen der Arbeitswelt wirkt sich die Digitalisierung auch auf die Arbeitsbedingungen (Arbeitszeit, Arbeitsort, Arbeitsinhalt, Arbeitsorganisation) aus. Insbesondere der Einsatz von digitalen und mobilen Informations- und Kommunikationstechnologien hat eine tiefgreifende Veränderung der Arbeit zur Folge. Diese umfasst beispielsweise die Arbeitsinhalte, insbesondere durch die Nutzung des Internets, wodurch ein großer Teil der Arbeitszeit für die Bearbeitung von Emails oder Recherche eingesetzt wird. Mobile Kommunikationsmedien – oft diskutiert unter dem Aspekt der permanenten Erreichbarkeit – ermöglichen zeit- und ortsunabhängiges Arbeiten, welches eine räumliche und zeitliche Entgrenzung von Erwerbsarbeit zur Folge hat. Weiterhin werden neue Arbeitsformen möglich, wie beispielsweise mobile, virtuelle und Telearbeit, die sich wiederum auf die Art der Zusammenarbeit, Kommunikation und Projektorganisation auswirken.

Zu den erhöhten Abstraktions-, Kommunikations- und Problemlöseanforderungen, der Bereitschaft zu lebenslangem Lernen gesellen sich nun veränderten Arbeitsbedingungen und veränderte Anforderungen an Selbstmanagement, Erreichbarkeit, Flexibilität und Mobilität. Diese sind auch hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen besonders relevant. (vgl. Carstensen, T. (2015). Insbesondere vor dem Hintergrund der stetigen Zunahme psychischer Erkrankungen (vgl. DAK Gesundheitsreport 2013) kommt den Entwicklungen in der Digitalisierung in der Arbeitswelt besondere Bedeutung zu: Die Veränderungen in den Bewältigungsanforderungen entsprechen der wachsenden Zahl psychischer Diagnosen, die sowohl für den vorzeitigen Renteneintritt als auch für krankheitsbedingte Fehlzeiten ursächlich sind (Katenkamp u.a. 2014). So verursacht arbeitsbedingter Stress Kosten von 20 Milliarden Euro pro Jahr, über 50 Prozent der arbeitsbedingten Abwesenheit werden hierauf zurückgeführt. (Leka, S., Kortum, E., 2008).

Ob und inwieweit Erwerbstätige diese Möglichkeiten und Veränderungen als eher positiv (z.B. bessere Vereinbarkeit von Beruf und Familie) oder negativ (z.B. ständige Erreichbarkeit) einschätzen und wie sich dies auf das Belastungserleben von Erwerbstätigen auswirkt, wird zukünftig Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten zu diesem Thema sein (vgl. ESF Programm „Zukunft der Arbeit“). Die menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen in der digitalisierten Arbeitswelt, ist eine langfristige Aufgabe, die den digitalen Wandel begleiten muss.





## **Führung in der digitalisierten Arbeitswelt**

Im Zuge der Digitalisierung der Arbeit werden auch an die Führungskräfte weiterreichende und neue Anforderungen gestellt (Cernavin, O., Thiele, T., Kowalski, M. & Winter, S. (2015). Was bislang unter dem Begriff Führung verstanden wird, unterliegt der ständigen Veränderung, bedingt durch den digitalen Wandel in Organisationen: Angesichts der Anforderungen an die komplexen Kompetenzen von Mitarbeitern, erwarten diese mehr Handlungsspielräume um Innovation und Kreativität überhaupt entfalten zu können. Die Entgrenzung der Arbeit führt zu einer räumlich-zeitlichen Distanz zwischen Führungskräften und Mitarbeitern. Hierdurch greifen anwesenheits- und kontrollorientierte Führungsmechanismen nicht mehr und werden aufgrund eigener Kompetenz zur vernetzten Selbstorganisation nicht mehr in dem Ausmaß akzeptiert. Vor dem Hintergrund der oben skizzierten Flexibilisierungserfordernissen, organisieren Facharbeiter ihre Arbeit zunehmend selbstständig und bedürfen weniger disziplinarische oder fachliche Weisung durch Führungskräfte. Einem Führungsverständnis, welches auf asymmetrischen sozialen Beziehung basiert, wird damit die Grundlage entzogen (vgl. Gebhardt, B., Hofmann, J. & Roehl, H. (2015).

Auch Mitarbeiterführung muss und wird sich demzufolge verändern, wobei bislang unklar ist, welcher Art die Anforderung an eine zukünftige Führung ist und welche Führungsstrategien mit ihr einhergehen. Gebhardt, B. et al. (2015) bezeichnen dies als „Führungslücke“, da die bisherigen, in ihrer Zeit bewährten, Führungskonzepte unwirksam werden. Jedoch bleibt offen, wie die „immer komplexeren Führungsaufgaben heute und in Zukunft zu bewältigen sein sollen“ (S. 5). Die Autoren beschreiben sechs Funktionen, die ein neues Führungsverständnis kennzeichnen, wie beispielsweise den Wandel der Führungskultur, Kommunikation als Schlüsselkompetenz oder der Möglichkeit von vertikalen Entwicklungen von Führungskräften.

Einigkeit herrscht in den neuen Ansätzen der Führungskonzepte darüber, dass Führung über Mikromanagement hinaus gehen muss, dezentral organisiert sein sollte, durch flache Hierarchien gekennzeichnet ist und Freiraum lässt für Kreativität, Selbstbestimmung und der Übernahme von Verantwortung. Inwieweit neue Führungskonzepte auch Bestandteil der curricularen Ausbildung an Hochschulen und Universitäten – insbesondere in den für den digitalen Wandel entscheidenden MINT-Fächern – sein sollte, ist dabei ebenfalls immer wieder Gegenstand der Diskussion.

## **Veränderung des Stellenwertes der Arbeit**

Die veränderten Tätigkeiten und Qualifikations- und Qualifizierungserfordernisse, die Flexibilisierungstendenzen, die veränderten Arbeitsbedingungen mit ihren neuen Formen der Arbeitsorganisation und den daraus resultierenden Arbeitsbelastungen, der Wandel von Hierarchien und Führungsverständnis, die zeitliche und räumliche



Entgrenzung der Arbeit: all dies führt nicht nur zu veränderten Anforderungen an die Erwerbstätigen, es verändert auch die individuellen Ansprüche, die Erwerbstätige an ihre Arbeit stellen und damit den Stellenwert, den Arbeit einnimmt.

Für Erwerbstätige ergeben sich neue Möglichkeiten, das Arbeitsleben individuell zu gestalten und als Teil der Lebensgestaltung zu betrachten. So können flexible Arbeitsformen (Einsatz von digitalen und mobilen Informations- und Kommunikationstechnologien) zwar einerseits ein Teil der veränderten Arbeitsbelastung sein – sie gestatten andererseits die Gestaltung von Arbeit in Abhängigkeit der jeweiligen Lebensphase. Berufliche Neuorientierungen und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie erlauben es, den Stellenwert von Arbeit sehr individuell zu deuten, da die Gestaltungsoptionen viel mehr in der eigenen Verantwortung liegen, als dies bislang der Fall war. Wird Arbeit, und die Frage nach „wieviel Arbeit“ zu einer Frage der freien Wahl mit Gestaltungsspielräumen, beispielsweise durch Zeitsouveränität, so verschwimmen die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit. Arbeit kann dann als eine Tätigkeit betrachtet werden, die nicht lediglich zur Sicherung des Einkommens aufgenommen wird, sondern ihren Zweck in sich selbst hat, wie beispielsweise dem Wunsch nach gesellschaftlicher Teilhabe. Derartig wird Arbeit zum integralen Bestandteil des Lebens und stellt nicht lediglich ein Komplement zu Freizeit dar, wie es strenggenommen der Ansatz zu Work Life Balance impliziert.

Als Konsequenz speist sich die Bedeutung, die der Arbeit beigemessen wird, sich nicht ausschließlich aus monetären Anreizen. Nichtmonetären Aspekten, wie beispielsweise die Zufriedenheit bei der Arbeit, Möglichkeiten der Mitgestaltung, eigene Entfaltungsmöglichkeiten und Selbstverwirklichung sowie Weiterbildungsmöglichkeiten – um nur einige zu nennen – wird eine zunehmende Bedeutung zukommen.

## **Ausblick**

Vor dem Hintergrund des digitalen Wandels stehen politische Gestaltungsaufgaben an, welche von der Bundesregierung als solche erkannt und aufgegriffen wurden. Die „Digitale Agenda“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium des Innern, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014) ist ressortübergreifend und fokussiert Themen der Wirtschafts- und Innovationspolitik. Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales eröffnete im vergangenen Jahr den dialogorientierten Prozesse „Arbeiten 4.0“ und liefert damit einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung der digitalisierten Arbeitswelt, als dessen Grundlage das Grünbuch „Arbeiten 4.0“ dient. Die zentralen Handlungsfelder umfassen die Sicherung der Teilhabe an Arbeit vor dem Hintergrund der Ungleichheit der Löhne, eine lebensphasenorientierte Arbeits- und Sozialpolitik, Qualifikations- und Qualifizierungserfordernisse, sowie die Gestaltung „guter Arbeit“ in der digitalisierten Arbeitswelt. „Im Zentrum stehen dabei die Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und Politik,