



Matthias Becker, Martin Frenz,  
Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)



## Digitalisierung und Fachkräftesicherung

Herausforderung für die gewerblich-technischen  
Wissenschaften und ihre Didaktiken

# **Digitalisierung und Fachkräftesicherung**

Herausforderung für die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)

## **Reihe „Berufsbildung, Arbeit und Innovation“**

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung. Angesprochen wird ein Fachpublikum aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus schulischen und betrieblichen Politik- und Praxisfeldern.

Die Reihe ist in drei Schwerpunkte gegliedert:

- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)

Reihenherausgebende:

### **Prof.in Dr.in habil. Marianne Friese**

Justus-Liebig-Universität Gießen  
Institut für Erziehungswissenschaften  
Professur Berufspädagogik/Arbeitslehre

### **Prof. Dr. paed. Klaus Jenewein**

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg  
Institut I: Bildung, Beruf und Medien; Berufs- und Betriebspädagogik  
Lehrstuhl Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken

### **Prof.in Dr.in Susan Seeber**

Georg-August-Universität Göttingen  
Professur für Wirtschaftspädagogik und Personalentwicklung

### **Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Spöttl M. A.**

Zentrum für Technik, Arbeit und Berufsbildung an der Uni Campus GmbH  
der Universität Bremen und Steinbeis-Transferzentrum InnoVET in Flensburg

### **Wissenschaftlicher Beirat**

- Prof. Dr. Thomas Bals, Osnabrück
- Prof.in Dr.in Karin Büchter, Hamburg
- Prof. Dr. Frank Bünning, Magdeburg
- Prof.in Dr.in Ingrid Darmann-Finck, Bremen
- Prof. Dr. Michael Dick, Magdeburg
- Prof. Dr. Uwe Faßhauer, Schwäbisch Gmünd
- Prof. Dr. Martin Fischer, Karlsruhe
- Prof. Dr. Philipp Gonon, Zürich
- Prof. Dr. Franz Ferdinand Mersch, Hamburg
- Prof.in Dr.in Manuela Niethammer, Dresden
- Prof. Dr. Jörg-Peter Pahl, Dresden
- Prof. Dr. Tade Tramm, Hamburg
- Prof. Dr. Thomas Vollmer, Hamburg



Weitere Informationen finden  
Sie auf [wbv.de/bai](http://wbv.de/bai)

Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk (Hg.)

# **Digitalisierung und Fachkräftesicherung**

**Herausforderung für die gewerblich-technischen  
Wissenschaften und ihre Didaktiken**



Berufsbildung, Arbeit und Innovation –  
Hauptreihe, Band 53

© 2019 wbv Publikation  
ein Geschäftsbereich der  
wbv Media GmbH & Co. KG  
Bielefeld 2019

Gesamtherstellung:  
wbv Media GmbH & Co. KG, Bielefeld  
**wbv.de**

Umschlagmotiv: 1expert, 123rf

Bestellnummer: 6004711  
ISBN (Print): 978-3-7639-6059-0  
ISBN (E-Book): 978-3-7639-6060-6

Printed in Germany

Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Insbesondere darf kein Teil dieses Werkes ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (unter Verwendung elektronischer Systeme oder als Ausdruck, Fotokopie oder unter Nutzung eines anderen Vervielfältigungsverfahrens) über den persönlichen Gebrauch hinaus verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Für alle in diesem Werk verwendeten Warennamen sowie Firmen- und Markenbezeichnungen können Schutzrechte bestehen, auch wenn diese nicht als solche gekennzeichnet sind. Deren Verwendung in diesem Werk berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei verfügbar seien.

---

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

---

# Inhalt

<i>Matthias Becker, Martin Frenz, Klaus Jenewein, Michael Schenk</i> Digitalisierung und Fachkräftesicherung – zu den Intentionen dieses Buchs ...	9
<b>I. Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten</b> .....	15
<i>Hartmut Hirsch-Kreinsen</i> Entwicklung und Gestaltung digitaler Arbeit .....	17
<b>Arbeitswelten im Wandel</b> .....	31
<i>Tina Haase</i> Didaktische Gestaltung technologiebasierter Lern- und Assistenzsysteme für die Instandhaltung .....	33
<i>Mareike Gerhardt, Tina Haase, C. Benjamin Nakhosteen</i> Gestaltung eines erfahrungsbasierten Assistenzsystems in der Stahlindustrie ..	49
<i>Alinde Keller, Tina Haase</i> Lernen und kreativ planen in einem 360°-Projektionsraum .....	63
<i>Marlene Eisenträger, Sebastian Möser, Sergii Skrytutskyi, Ulrich Schmucker</i> Planspiele als didaktisches Mittel für die Entwicklung zur Arbeit 4.0 .....	77
<i>Katharina Bartsch, Katharina Ahrens-Rosemann, Dirk Herzog, Claus Emmelmann</i> Additive Technologien – Implikationen für die gewerblich-technischen Wissenschaften .....	93
<i>Christian Daniel, Raphael von Galen, Claudia Fenzl, Falk Howe</i> Fachkräfte in der digitalisierten Arbeitswelt – (Mit-)Gestalter:innen lern- und gesundheitsförderlicher Arbeitsbedingungen .....	105
<i>Lisa Mehler, Tobias Berens, Sascha Wischniewski</i> Digitale, mobile situative Gefährdungsbeurteilungen für sicheres Handeln am Beispiel der Stahlindustrie .....	119

<b>Veränderungen in industriellen Arbeits- und Bildungsprozessen</b> .....	135
<i>Matthias Becker, Georg Spöttl</i>	
Berufswissenschaftliche Deckungsanalyse zur Prüfung gewerblich-technischer Berufsbilder auf Industrie 4.0-Eignung .....	137
<i>Lars Windelband, Uwe Faßhauer</i>	
Veränderungen durch Industrie 4.0 in der dualen Ausbildung von industriellen M+E-Berufen .....	157
<i>Thomas Hägele, Heike Kreuzer</i>	
Prozess- und systemorientierte Entwicklung der Fachschule Industrie 4.0 .....	169
<i>Martin Fischer, Gerd Gidion, Olga Reifschneider, Daniela Reimann</i>	
Perspektiven der Weiterbildung für Produktionsmitarbeiter:innen im Kontext von Industrie 4.0 .....	181
<i>Clarissa Schmitz, Nora Warner, Martin Frenz</i>	
Weiterbildung des betrieblichen Ausbildungspersonals im Zuge der Digitalen Transformation .....	197
<i>Torben Karges</i>	
Wissensmanagement und Kollaborationen im Kfz-Service .....	211
<i>Martin Frenz, Clarissa Schmitz, Anne Pursche</i>	
Beiträge arbeitswissenschaftlicher Qualifikationsforschung zum Paradigma der Prozessorientierung in industriellen Berufen .....	225
<b>Digitalisierungsprozesse in der gewerblich-technischen Domäne „Bau- und Holztechnik“</b> .....	241
<i>Johannes Meyser</i>	
Fachkräftesicherung in der Bauwirtschaft – Zwischen Demografie, Digitalisierung und Akademisierung .....	243
<i>Bernd Mahrin</i>	
Digitalisierung am Bau zwischen Entwicklung und Verdrängung .....	261
<i>Hannes Ranke, Stefan Krümmel, Franz Ferdinand Mersch</i>	
Digitales bauberufliches Lernen und Arbeiten (DigiBAU) – Innovation von Kooperation und Transfer in Akteursnetzwerken .....	275

*Stefan Martin, Manuela Niethammer*

Bedeutung der Digitalisierung für die Bauausführung in sächsischen Bauunternehmen ..... 289

*Philipp Popp, Franz Ferdinand Mersch, Martin Multhauf*

Digitale Lern- und Arbeitsprozesse als Thema der beruflichen Fachrichtung Holztechnik ..... 305

*Matthias A. Schönbeck*

Vom Sinn händischen Zeichnens und Darstellens in digitalisierten Lernumgebungen bei Bauzeichner:innen ..... 319

**II. Fachkräftesicherung der Zukunft ..... 329**

*Gero Scheiermann*

Die Integration Geflüchteter in die duale Ausbildung – Ergebnisse eines Entwicklungsprojektes ..... 331

*Martin Nettleing, Manuela Niethammer, Robert Eichinger*

Sicherung des Fachkräftebedarfs in Kleinst-, kleinen und mittleren Unternehmen ..... 345

*Philipp Struck*

Gestiegene Bildungsaspirationen und die Folgen für gewerblich-technische Ausbildungsberufe ..... 361

*Marvin Goppold, Daniel Braun, Katharina Gerschner, Martin Frenz*

Lernen mit Autorensystemen in der betrieblichen Aus- und Weiterbildung am Beispiel der manuellen Montage ..... 371

*Philipp Schüßler, Linda Vieback, Stefan Brämer, Lars Müller*

Fachkräftesicherung durch die Integration von Lern- und Arbeitsprozessen in die berufliche Weiterbildung am Beispiel der Composite-Berufe ..... 387

*Maria König*

Förderung der mündlichen Kommunikationsfähigkeit von Auszubildenden in einer gewerblich-technischen Berufsausbildung ..... 401

*Ingrid Hotarek*

Sichtweisen von Lehrer:innen zum Unterricht mit Geflüchteten an gewerblich-technischen Berufsschulen in Tirol ..... 413

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren ..... 429





# Digitalisierung und Fachkräftesicherung – zu den Intentionen dieses Buchs

MATTHIAS BECKER, MARTIN FRENZ, KLAUS JENEWEIN, MICHAEL SCHENK

## Abstract

Die Digitalisierung verändert die Arbeitswelt. Die Diskussion um Entwicklungen rund um „Industrie 4.0“ beherrscht aktuell die gewerblich-technischen Wissenschaften und ihre Didaktiken. Diese Einführung der Herausgeber thematisiert die beträchtlichen Auswirkungen als Herausforderungen für das Berufsbildungssystem und die Fachkräftesicherung in der Wirtschaft, beschreibt die Intentionen des vorliegenden Bandes und stellt die Beiträge in den inhaltlichen Zusammenhang der Schwerpunkte dieses Bandes: Dem Wandel in den Ausbildungs- und Arbeitswelten und die erforderlichen Konsequenzen für die Fachkräftesicherung der Zukunft.

Digitization is changing the world of work. The debate about developments surrounding "Industry 4.0" currently dominates the industrial and technical sciences and their didactics. This editor's introduction addresses the considerable implications as challenges for the VET system and the recruiting and retaining of skilled employees, describes the intentions of the present volume and puts the contributions in the content context of the main topics: The change in the training and working economy and the need of consequences for the recruiting and retaining of skilled employees in the future.

## Moderne Produktion – die Vision „Smart Factory“

„Es ist Montag 9 Uhr“, so beginnt Sven Rahner sein Buch über die neuen Entwicklungen der Arbeit – und beschreibt ein Szenario aus der Welt von morgen: Ein Zuliefererbetrieb in einer süddeutschen Kleinstadt, der einen Auftrag über Maschinenbauteile erhält; die mit einem Sender ausgestatteten Rohlinge, die über WLAN die CNC-Maschinen nach freien Arbeitskapazitäten anfragen; die darauf antwortenden CNC-Maschinen, die ihre Kapazitätsauslastung selbst kalkulieren; die durch die Maschine informierte Mitarbeiterin, die die Meldung erhält, dass für die Übernahme des Fertigungsauftrags eine Maschinenumrüstung erforderlich ist; eine Arbeits- und Termindisposition per netzbasierter Mensch-Maschine-Kommunikation bis hin zur Abstimmung der Produktionssysteme mit der Transportlogistik. Zu dieser Vision einer Smart Factory führt Rahner aus: „Was wie ein Ausschnitt aus einem Science-Fiction-Roman klingt, ist schon heute in immer mehr Unternehmen Realität“. Laut

einer Umfrage bei 100 deutschen Unternehmen steuere bereits mehr als ein Fünftel mindestens eine ihrer Produktionsstätten über vernetzte IT-Systeme, bei der Hälfte sei die Einrichtung in Planung (Rahner 2014, S. 9 f.).

Was diese Aussagen für uns interessant macht, sind Rahners Einschätzung und Vision zu den Konsequenzen durch eine im Umbruch stehende Arbeitswelt:

- „Alte Berufsbilder verschwinden, neue entstehen.“
- „Lebensverläufe der Menschen sind zunehmend von Brüchen und Wechseln gekennzeichnet“, es werde immer seltener, „dass man ein und denselben Beruf ein Leben lang am selben Ort für dieselbe Firma ausübt“.
- Mehr als die Hälfte der Befragten einer Forsa-Studie hätten in den letzten Jahren „mindestens eine einschneidende Veränderung in ihrem beruflichen Werdegang“ erlebt.
- Erstaunlicherweise würden jedoch „mehr als drei Viertel“ dieser Personen diese Veränderung als „weitgehend selbst gewählt“ und „überwiegend positiv“ beurteilen.

Rahner zitiert Schlagworte wie „Zeitenwende auf dem Arbeitsmarkt“ und „Strukturbruch der Industriemoderne“ und führt aus:

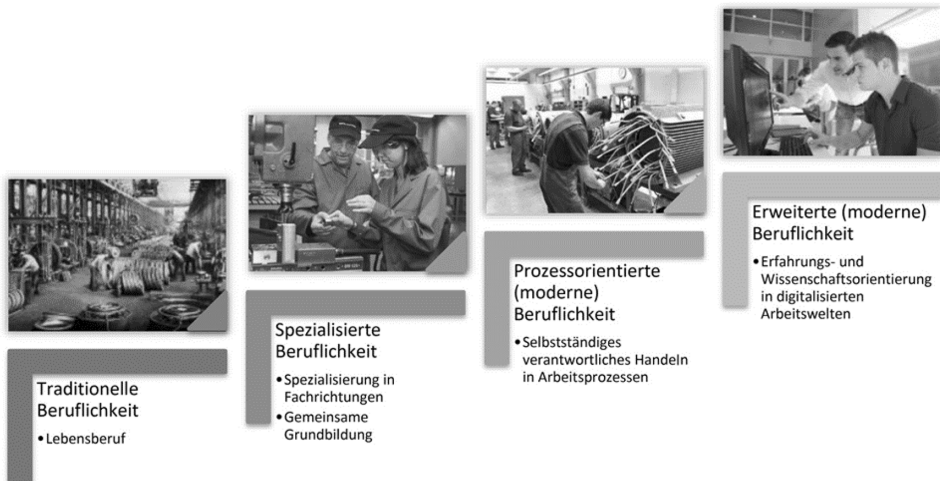
„Der technologische Fortschritt und die digitale Beschleunigung sind Triebfedern dieser Entwicklung. Sie verläuft im Kontext von Globalisierung, Ressourcenknappheiten, des demografischen Wandels sowie weltweiter Migration. [...] Für alle Gruppen auf dem Arbeitsmarkt gilt aber immer mehr: Bildung, Weiterbildung und Qualifizierung werden zum Gebot der Stunde“ (ebd.).

Und er führt diese Vision in seinem Beitragstitel zusammen, der da heißt: „Die Zukunft braucht uns alle“.

Wenn diese Einschätzung stimmt – und es spricht nach unserer Einschätzung als Herausgeber dieses Bandes wenig dagegen –, erhalten nicht nur die berufliche Facharbeit, die hier anstehenden Aufgaben und die hierfür erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten eine neue Bedeutung. Deutlich wird die stete Zunahme einer Verbindung traditioneller Fähigkeiten, die etwa auf Prozesse der industriellen Produktion bezogen sind, mit spezifischen Kenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit unterschiedlichsten Formen und Ausprägungen der Digitalisierung und einer immer bedeutsamer werdenden Verbindung mit dispositiven und planerischen Kompetenzen.

## Heutiges Verständnis beruflicher Arbeit

Welche Konsequenzen entstehen hieraus für die berufsförmige Arbeit? Ein Beispiel für die in den vergangenen Jahren geführte Diskussion zeigt die durch die IG Metall herausgearbeitete gewerkschaftliche Position zur Weiterentwicklung der Berufs- und Arbeitswelt. Gayer (2015) beschreibt die Reaktion des beruflichen Bildungssystems auf die Anforderungen zukünftiger Entwicklungen mit der folgenden Abbildung.



**Abbildung 1:** Heutiges Verständnis von Beruflichkeit (Gayer 2015, S. 32)

Ausgehend von der Annahme, dass das traditionelle Verständnis der Beruflichkeit in Form eines Lebensberufs überholt ist, sind spezialisierte Berufe – mit gemeinsamer Grundbildung und einer spezialisierten Fachbildung, wie dies als Gestaltungsprinzip bis Mitte der 90er-Jahre üblich war – bereits seit Beginn der 2000er-Jahre durch prozessorientierte Berufsbilder mit Anforderungen an selbstständiges und verantwortliches Handeln und mit einer Orientierung an Arbeits- und Geschäftsprozessen abgelöst worden; die Berufsschule hat dies mit der Einführung des Lernfeldkonzepts begleitet. Das aktuell sich entwickelnde Kernverständnis einer „erweiterten modernen Beruflichkeit“ führt jedoch – so Gayer – mehr und mehr betriebliches und wissenschaftliches Lernen zusammen:

„Traditionelle Beruflichkeit ging davon aus, dass der einmal erlernte Beruf während des ganzen Arbeitslebens ausgeübt werden kann. Auf dem Weg zu einem neuen Berufsverständnis war das Konzept moderner Beruflichkeit ein Meilenstein. Der modernen Beruflichkeit ging es darum, spezialisierte Einzelberufe zu Kernberufen zu bündeln, die Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung in den Mittelpunkt von Lernen zu rücken, das selbständige Handeln zu fördern und eine umfassende berufliche Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit zu vermitteln“ (ebd., S. 31).

## Digitalisierung und Fachkräftesicherung als aktuelle Herausforderung

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, dass die Intention dieses Bandes, die aufgeworfenen Perspektiven über den aktuellen Zusammenhang zwischen der Digitalisierung einerseits und den sich veränderten Ausbildungs- und Arbeitswelten andererseits in den Blick zu nehmen, einen breiten thematischen Fokus erfordert. Auf der einen Seite liegt das Augenmerk auf unterschiedlichen Formen des digitalen Wandels und den Veränderungen in der Arbeitswelt, die nicht nur durch neue Produktionsverfahren wie additive Fertigung den technologischen Rahmen verändern. Auch die unterschiedlichen Einsatzbereiche digitaler Technologien – etwa in Form neuer Assistenzsysteme oder neuer Rahmenbedingungen für eine belastungsminimierende und gesundheitsfördernde Arbeitsgestaltung oder für eine verbesserte Gefährdungsprävention – verändern nicht nur die Arbeitsplätze selbst, sondern schaffen auch neue Aufgaben und Formen für die betriebliche Facharbeit.

Zugleich führt die Digitalisierung auch zu neuen Entwicklungen in den Arbeits- und Bildungsprozessen. Die intensive Diskussion um die Auswirkungen von „Industrie 4.0“ prägt in diesen Jahren die Debatten und Entwicklungen insbesondere im Bereich der gewerblich-technischen Industriebereufe, wobei zu erkennen ist, dass es kaum ein Berufsbild gibt, das hierdurch nicht von Veränderungen betroffen ist. Eines der Merkmale dieser Diskussion ist die Frage, ob im Zusammenhang mit solchen Entwicklungen auch Veränderungen in der beruflichen Didaktik einhergehen; die Diskussion um eine „Didaktik 4.0“ wird daher an dieser Stelle ebenfalls geführt. Zudem korreliert dieser Prozess mit der demografischen Entwicklung und damit mit der Frage, wie mit der mit diesen Veränderungen einhergehenden Alterung der Belegschaften etwa in der betrieblichen Weiterbildung auf die neuen Anforderungen durch Digitalisierung vorbereitet und neue Entwicklungen für die Facharbeit begleitet werden können.

Eine vergleichbare Diskussion besteht jedoch auch in der zum großen Teil handwerklich geprägten Domäne der Bau- und Holztechnik. Thematisiert wird auch hier die Wechselbeziehung zwischen demografischer Entwicklung, Digitalisierung und Akademisierung, von der die Bau- und Holzberufe ebenso betroffen sind wie andere gewerblich-technische Berufsgruppen. Getrieben wird die Entwicklung durch Konzepte des „Building Information Modeling“ (BIM) und darauf basierenden Anwendungen, die besonders die Arbeit in den Planungs- und Leitungsbüros, aber auch die bautechnischen Prozesse verändern und in diesem Band bspw. hinsichtlich der Berufe in der Bauausführung untersucht werden. Weitere grundlegende Entwicklungen finden in der Gebäudetechnik statt, etwa im Zusammenhang mit Fragen der gewerkeübergreifenden Zusammenarbeit. Hier wird nach neuen Antworten für die berufliche Aus- und Weiterbildung gesucht, die in diesem Band zur Diskussion gestellt werden. Auch in den Bauberufen wird über die Bedeutung der Digitalisierung für die Weiterentwicklung der Berufsarbeit und der Berufsbilder nachgedacht

und es wird über Konsequenzen hinsichtlich der Verdrängung menschlicher Arbeit durch digitale Technologie diskutiert.

Wie bereits angemerkt, korrespondiert diese Entwicklung mit den demografischen Veränderungen und damit mit der Frage, mit welchen Handlungsansätzen und -konzepten die Fachkräftesicherung in den gewerblich-technischen Domänen in Zukunft erfolgen kann. Hierbei gilt auch für die gewerblich-technischen Berufe der generelle Trend zu studienqualifizierenden Bildungsabschlüssen und damit die zunehmende Konkurrenz der akademischen Bildung, mit der die ohnehin schwieriger werdende Situation in der Nachwuchsgewinnung besonders für die kleinen und mittleren Unternehmen sich weiter verschärft. Daher haben die Herausgeber entschieden, diesen Band mit Beiträgen abzurunden, die sich mit der Fachkräftesicherung der Zukunft befassen. Analysen und Lösungsansätze für das regionale Handeln, für die besonderen Problemlagen kleiner und mittlerer Unternehmen, für die berufliche Weiterbildung bis hin zu Konsequenzen zunehmender Heterogenität und aktueller Flüchtlingsbewegungen für die gewerblich-technische Berufsbildung stehen hier im Mittelpunkt. Die Fachkräftesicherung in Verbindung mit den neuen fachlichen und technologischen Entwicklungen bei den gewerblich-technischen Berufen zu diskutieren, ist das besondere Anliegen des vorliegenden Bandes.

Die Beiträge zur Digitalisierung und zur Fachkräftesicherung wurden auf der 20. Herbstkonferenz der Arbeitsgemeinschaft Gewerblich-Technische Wissenschaften und ihre Didaktiken (gtw) am 4. und 5. Oktober 2018 in Magdeburg diskutiert und fassen den aktuellen Forschungsstand zu diesem Fragenkomplex zusammen. Die Herausgeber erhoffen sich, mit diesem Werk eine solide Diskussionsgrundlage zur Weiterentwicklung der gewerblich-technischen Wissenschaften und ihrer Didaktiken geschaffen zu haben. Der Band richtet sich nicht nur an die wissenschaftliche Disziplin, sondern auch an die Bildungspolitik und Bildungspraxis und soll für notwendige Entscheidungen über die zukünftige Ausrichtung der beruflichen Bildung solche Impulse setzen, die zu nachhaltigen Veränderungen der Berufs- und Arbeitswelt führen.

## Literatur

- Gayer, T. (2015). Erweiterte moderne Beruflichkeit. In: R. Dreher, K. Jenewein, U. Neustock & U. Schwenger (Hrsg.), Wandel der elektro- und metalltechnischen Berufsbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann, S. 21–42.
- Rahner, S. (2014). Architekten der Arbeit: Positionen, Entwürfe, Kontroversen. Hamburg: Edition Körber-Stiftung.



# **I. Digitalisierung – Wandel in Ausbildungs- und Arbeitswelten**





# Entwicklung und Gestaltung digitaler Arbeit

HARTMUT HIRSCH-KREINSEN

## Abstract

Die These des Beitrages ist, dass langfristig mit einem weitreichenden Strukturwandel von Arbeit durch die Digitalisierung zu rechnen ist. Es wird gezeigt, dass der Wandel von Arbeit jedoch nicht technologisch determiniert wird, sondern strategischer und politischer Gestaltung zugänglich ist. Voraussetzung hierfür ist, dass die neuen Technologien als soziotechnische Systeme verstanden werden, die vielfältige Gestaltungsoptionen gerade auch für qualifikations- und humanorientierte Formen der Arbeit eröffnen.

It is argued that in the long term a far-reaching structural change of work through digitization can be expected. It is shown, however, that the change of work is not determined technologically, but it is accessible to strategic and political shaping. The prerequisite for this is that the digital technologies are understood as socio-technical systems that open up a variety of design options, especially for qualification- and human-oriented forms of work.

## 1 Technologieschub „Industrie 4.0“

Seit einigen Jahren prägen die Schlagworte ‚digitale Transformation‘ und ‚Industrie 4.0‘ nachhaltig die politische und wissenschaftliche Debatte über die Zukunft des industriellen Sektors und der wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland. Die hierzu vorgelegten programmatischen Publikationen sowie die einschlägigen Tagungen, Kongresse und Messen sind kaum mehr überschaubar. Zudem wurden inzwischen eine Vielzahl von industrie- und forschungspolitischen FuE-Maßnahmen angestoßen. Die grundlegende Perspektive dieses Diskurses richtet sich im Kern auf die Anwendungspotenziale digitaler Technologien, die neue Formen der Produktion und des Absatzes industrieller Güter in einem so erheblichen Ausmaß eröffnen sollen, dass von einer absehbaren ‚vierten industriellen Revolution‘ gesprochen werden kann. Der Diskurs ist Bestandteil der internationalen Debatte über die neue Qualität, die Perspektiven und die Konsequenzen der Nutzung digitaler Technologien, die auch als ‚Second Machine Age‘ und ‚Internet of Things‘ bezeichnet werden, eine Debatte, die gegenwärtig weltweit mit dem Thema ‚Künstliche Intelligenz‘ ihre Fortsetzung findet.

In Hinblick auf die Entwicklung von Arbeit ist es unstrittig, dass sie sich mit dem fortschreitenden Einsatz digitaler Technologien in nahezu allen Sektoren nach-

haltig wandeln wird. Im industriellen Bereich betrifft dies nicht nur die Tätigkeiten auf dem Shopfloor, sondern auch die indirekten Bereiche wie Planung, Steuerung und Engineering. Auch die Anforderungen an Leitung und Management sowie Führungsstile werden sich deutlich verändern. Darüber hinaus ist mit einer durchgreifenden Reorganisation überbetrieblicher Arbeits- und Wertschöpfungsketten sowie der Durchsetzung neuer Geschäftsmodelle zu rechnen.

Dabei werden sowohl in der öffentlichen wie auch in der wissenschaftlichen Debatte einerseits sehr optimistische, andererseits aber auch negative, ja dystopische Entwicklungsperspektiven für Arbeit prognostiziert. Optimistisch wird vielfach betont, dass Industrie 4.0 geradezu zwangsläufig zu sicheren Arbeitsplätzen, guter Arbeit, anspruchsvollen Jobs und einer deutlichen Verbesserung der Work-Life-Balance führen werde. Mit Industrie 4.0 eröffneten sich danach zugleich Möglichkeiten, den Fachkräftemangel bewältigen und längerfristig auch die demografischen Probleme beherrschbar machen zu können. In einer pessimistischen Perspektive wird vor allem vor absehbar hohen Arbeitsplatzverlusten, Gefahren der Dequalifizierung, einem deutlich erhöhten Kontrollpotenzial, einer forcierten Flexibilisierung und Prekarisierung von Arbeit sowie wachsenden Belastungen bei der Arbeit gewarnt. Resümiert man allerdings die bislang vorliegenden Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Arbeitsforschung, so lässt sich derzeit die Frage kaum beantworten, in welcher Weise sich Beschäftigung, Tätigkeiten und Qualifikationen tatsächlich verändern werden. Vielmehr finden sich widersprüchliche und nur wenig eindeutige Forschungsergebnisse und Prognosen.

An diese Debatte schließt die folgende Argumentation an. Der Hauptfokus richtet sich dabei auf industrielle Arbeit: Erstens werden die vorliegenden Forschungsergebnisse zum Wandel digitalisierter Arbeit zusammengefasst. Zweitens werden sich die mit Industrie 4.0 eröffnenden Gestaltungsoptionen für die Realisierung und den Ausbau qualifizierter Industriearbeit zur Diskussion gestellt. Drittens und abschließend werden hierfür relevante betriebliche und überbetriebliche Rahmenbedingungen angesprochen.

Die empirische Basis der folgenden Ausführungen umfasst einen Mix unterschiedlicher Methoden: Zum einen stützt sich die Argumentation auf die Ergebnisse laufender Analysen der einschlägigen Literatur sowie des öffentlichen und wissenschaftlichen Diskurses zur Frage der sozialen Folgen der Digitalisierung. Zum zweiten wird auf qualitative Ergebnisse von einer größeren Zahl Betriebsfallstudien und Expert:innengesprächen in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und der Logistik zurückgegriffen, die neue digitale Systeme einführen. Die qualitativen Erhebungen wurden und werden im Rahmen von verschiedenen empirischen Forschungsprojekten an der TU Dortmund durchgeführt.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Genauere Angaben zu den Forschungsprojekten und ihrer methodischen Basis finden sich unter: [http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/forschung/projekte/laufende\\_projekte/index.html](http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/forschung/projekte/laufende_projekte/index.html)

## 2 Zum Wandel von Arbeit

Die Debatte über den absehbaren Wandel von Arbeit lässt sich zu drei großen Themenfeldern bündeln: quantitative Beschäftigungseffekte, struktureller Wandel von Tätigkeiten und Qualifikationen sowie zunehmende Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit.

### 2.1 Ungeklärte Beschäftigungseffekte

Sehr intensiv werden wissenschaftlich wie auch gesellschaftspolitisch die möglichen Beschäftigungseffekte von Industrie 4.0 diskutiert. Unstrittig ist in der vorliegenden Literatur, dass kurzfristig durchaus mit Freisetzungseffekten zu rechnen sei. Umstritten ist indes, ob diese sich auch langfristig durchsetzen oder ob sie längerfristig durch neu entstehende Arbeitsplätze kompensiert werden.

Weitgehend einig sind sich dabei fast alle einschlägigen Autor:innen, dass Arbeitsplatzverluste vor allem im Segment geringqualifizierter und standardisierter Tätigkeiten in Produktion und Logistik anfallen werden. Die Voraussetzung hierfür ist, dass es sich dabei um Tätigkeiten handelt, die einen gut strukturierten und regelorientierten Charakter aufweisen, daher problemlos in Algorithmen überführt und automatisiert werden können. Zu nennen sind hier beispielsweise Frey und Osborne (2017), die in ihrer international prominenten Studie für die nahe Zukunft auf dem US-amerikanischen Arbeitsmarkt vor allem die Substitution von Berufen mit vornehmlich routinierten Tätigkeiten prognostizieren. Ähnliche Befunde werden auch für Deutschland vorgelegt (z. B. Dengler/Matthes 2018). Darüber hinaus nehmen viele Autor:innen aber auch eine mögliche Substitution qualifizierter (nicht-)routinierter Tätigkeiten und Berufe mit kreativen und sozial-interaktiven Aufgaben an. Dies betrifft nicht nur qualifizierte Tätigkeiten auf dem Shopfloor, sondern auch die indirekten Bereiche der Planung und Steuerung, die Verwaltung, die Produktentwicklung und das Management.

Solchermaßen weitreichende Substitutionsthesen sind allerdings umstritten. Denn, so das Argument (z. B. Vogler-Ludwig et al. 2016; Warning/Weber 2017), erwartbare positive Wachstums- und Beschäftigungseffekte der Digitalisierung heben das gesamte Beschäftigungsniveau an und zudem werde insbesondere auch einfache Routinearbeit in einem dynamischen Wirtschaftssystem weiterhin gebraucht. Darüber hinaus wird kritisiert, dass auch Routinetätigkeiten stets Nicht-Routine-Elemente wie Erfahrungswissen einschließen, die sich computertechnisch kaum zureichend abbilden und substituieren lassen (z. B. Autor 2015; Pfeiffer/Suphan 2018). Letztlich richtet sich diese Kritik auf die als tendenziell überschätzt angesehenen technologischen Nutzungspotenziale digitaler Systeme, die methodisch zumeist auf den Einschätzungen von Technikexpert:innen beruhen. Zusammenfassend lässt sich daher festhalten, dass die tatsächlichen quantitativen Beschäftigungseffekte der Digitalisierung derzeit nur schwer zu prognostizieren sind.

## 2.2 Langfristiger Strukturwandel von Arbeit

Allerdings wird in der laufenden Debatte unisono von einer *wachsenden Dynamik und weitreichenden Strukturverschiebungen* auf dem Arbeitsmarkt ausgegangen (z. B. Wolter et al. 2015; BMAS 2017; Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Angenommen wird, dass diese ganze Branchen, Beschäftigtensegmente sowie Tätigkeiten und Qualifikationen verschiedenster Beschäftigtengruppen betreffen. Der Frage, wie Qualifikationsanforderungen und Kompetenzen sich entwickeln werden, wird im Industrie-4.0-Diskurs ein hoher Stellenwert eingeräumt. So liegen eine ganze Reihe instruktiver Studien vor, die insgesamt die Notwendigkeit einer generellen Förderung von Kompetenzen und die Ausweitung von Weiterbildung und Qualifizierungsmaßnahmen für möglichst alle Beschäftigten postulieren (z. B. acatech 2016; Pfeiffer et al. 2016). Als Begründung wird auf die Notwendigkeit verwiesen, die Erwerbstätigen durch einen kontinuierlichen Kompetenzerwerb und Weiterbildungsaktivitäten in die Lage zu versetzen, die absehbaren dynamischen Wandlungs- und Anpassungsprozesse zu bewältigen (BMAS 2017).

Im Einzelnen wird freilich die absehbare Qualifikations- und Kompetenzentwicklung in durchaus unterschiedlicher Weise thematisiert. Resümiert man diese unterschiedlichen Perspektiven, so lässt sich ein relativ breites Spektrum möglicher Pfade der Tätigkeits- und Qualifikationsentwicklung entwerfen, das durch zwei Pole begrenzt wird (vgl. zusammenfassend Hirsch-Kreinsen et al. 2018): Der eine Pol bezeichnet eine Tendenz zu einer generellen *Aufwertung von Tätigkeiten und Qualifikationen*. Diese wird zunächst als Folge der Substitution einfacher und geringqualifizierter Tätigkeiten durch digitale Technologien angesehen. Darüber hinaus wird darunter aber auch ein Prozess verstanden, der generell alle Beschäftigtengruppen erfasst. Digitalisierung von Arbeit wird in dieser Perspektive primär als Informatisierung von Arbeit verstanden, die zu einer steigenden Verfügbarkeit einer großen Vielfalt von Informationen und Wissen über laufende Prozesse führt. Deren Komplexität und Nutzungsmöglichkeiten implizieren demnach generell neue und bislang nicht gekannte Anforderungen an Tätigkeiten.

Der andere Pol des Qualifikationsspektrums lässt sich als fortschreitende *Polarisierung von Arbeit* bezeichnen.<sup>2</sup> Sein Kern ist, dass sich zunehmend eine Schere zwischen komplexen Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen und einfachen Tätigkeiten mit niedrigem Qualifikationsniveau öffnet, während mittlere Qualifikationsgruppen durch ihre Automatisierung und qualifikatorische Entwertung zunehmend an Bedeutung verlieren. Daher werden einfache Tätigkeiten auch kaum durch Automatisierung verschwinden, vielmehr werden neue einfache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen entstehen. Als Ursache einer fortschreitenden Polarisierung und insbesondere der Erosion der mittleren Qualifikationsgruppen kann das Zusammenspiel von Automatisierung und Informatisierung der neuen Technologien angesehen werden: Die Voraussetzung hierfür ist, dass es sich auch dabei um Tätigkeiten handelt, die einen gut strukturierten und regelorientierten Charakter aufweisen und daher „algorithmisiert“ werden können und sich

---

2 Vgl. dazu in einer makroökonomischen Perspektive auch: OECD (2017).

technisch rationalisieren lassen. Zudem ist beobachtbar, dass die Beschäftigten zwar über ein Mehr an Informationen über laufende Prozesse verfügen, jedoch computer-gestützte Informationsvorgaben ursprünglich komplexe Tätigkeiten durch ihre Modellierung und Formalisierung zugleich weitreichend standardisieren können. So können durch den Einsatz entsprechend ausgelegter Assistenzsysteme viele Tätigkeiten, etwa bislang anspruchsvolle Produktionsarbeiten in der Montage und Überwachung, relativ problemlos arbeitsteilig in Teiloperationen zerlegt und vereinfacht sowie mit restriktiven Arbeitsvorgaben, die kaum noch Handlungsspielräume erlauben, versehen werden. Damit eröffnen sich zudem deutlich gestiegene Kontrollmöglichkeiten von Arbeit.

### 2.3 Beschleunigte Flexibilisierung

Unübersehbar sind zudem Tendenzen einer Flexibilisierung und beschleunigten Entgrenzung von Arbeit. *Innerbetrieblich* können diese Tendenzen die unterschiedlichsten Beschäftigungssegmente vom Shopfloor, über Engineeringtätigkeiten bis hin zu Leitungs- und Managementfunktionen betreffen. Vor allem ist hier die mit modernen digitalen Technologien verbundene Abkehr von den bisherigen hierarchisch aufgebauten IT-Systemen zu sehen. Die damit verbundene Erwartung vieler Expert:innen ist, dass dadurch die bisherigen Formen der Fabrikorganisation, insbesondere auch die bis heute existierenden mehr oder weniger zentralisierten Muster der Arbeitsorganisation und des Personaleinsatzes, umgebaut und dezentralisiert werden. Als eine Konsequenz gilt, dass innerbetrieblich vermehrt flexible und temporäre Projektorganisationen und Netzwerke an die Stelle fester und hierarchischer Organisations- und Managementstrukturen treten.

Darüber hinaus sind die digitalen Technologien, insbesondere die Nutzung von Vernetzung, Big-Data-Methoden und Ansätzen einer Plattformsteuerung die Voraussetzung für neue Geschäftsmodelle und intensiviertere Kundenbeziehungen. Dies verweist auf die *überbetriebliche Dimension* der digitalen Transformation von Arbeits- und Wertschöpfungsprozessen. Unstrittig ist, dass die digitalen Technologien damit zu einer sehr viel weitergehenden Ausdifferenzierung von Arbeitsprozessen als früher und den via Internetplattformen koordinierten Einbezug unterschiedlichster unternehmensexterner Akteure in den Wertschöpfungsprozess genutzt werden können. Die dadurch neu entstehenden Arbeitsformen werden auch als „Crowdworking“ oder „Gigwork“ bezeichnet (Benner 2014). Verstanden wird darunter die Ausdifferenzierung von Arbeitsfunktionen nicht mehr in Form einer formalisierten Auslagerung vertraglich definierter Aufgaben an ein Drittunternehmen, vielmehr geht es dabei um die Verlagerung von Arbeitsaufgaben an eine ex ante nicht definierte Anzahl unterschiedlich spezialisierter einzelner Akteure.

Indes ist das Ausmaß eines solchermaßen überbetrieblich vernetzten orts- und zeitentkoppelten Arbeitens aufgrund fehlender Forschungsergebnisse weitgehend unklar. Allen vorliegenden Befunden zufolge betreffen diese Trends bislang, wenn überhaupt, nur ein kleines Beschäftigtensegment IT-gestützter wissensintensiver Tätigkeiten etwa aus Marketing- und Engineeringbereichen (Vogler-Ludwig et al. 2016).

Gleichwohl sind die möglichen Konsequenzen für Arbeit Gegenstand einer intensiven Debatte und werden als sehr weitreichend eingeschätzt (Leimeister/Zogaj 2013; Benner 2014; BMAS 2017). Auf der einen Seite finden sich Argumente, die eine Steigerung der Qualität der Arbeit betonen. Hervorgehoben wird, dass die neuen Technologien trotz steigender betrieblicher Flexibilisierungsanforderungen aufgrund der mit ihren Social-Media-Funktionen gegebenen Kommunikations- und Koordinationmöglichkeiten eine deutlich verbesserte „Work-Life-Balance“ ermöglichen. Auf der anderen Seite werden vielfältige Risiken für die Beschäftigten betont. Hingewiesen wird auf den Druck ständiger Erreichbarkeit, die fehlende sozial- und arbeitspolitische Regulation der neuen Arbeitsverhältnisse, damit neu entstehende prekäre Arbeitsformen sowie auch auf das bislang kaum einschätzbare digitale Kontrollpotenzial über die Arbeit.

### 3 Gestaltungsoptionen

#### 3.1 Industrie 4.0 als sozio-technisches System

Die vorliegenden Forschungsergebnisse zum Wandel von Industriearbeit zeigen, dass zukünftig mit heterogenen, teilweise widersprüchlichen Entwicklungstrends von Arbeit zu rechnen ist. Anders formuliert, es existiert offensichtlich keine eindeutige, durch die Technologie determinierte und sich zwangsläufig durchsetzende Entwicklungsperspektive von Arbeit. Deutlich machen die Forschungsergebnisse vor allem aber auch, dass sich weder die eingangs angeführten positiven, noch die skizzierten pessimistischen Perspektiven im Selbstlauf durchsetzen werden. Sollen indes die negativen Arbeitsfolgen vermieden und positive Konsequenzen für Arbeit, d. h. human- und qualifikationsorientierte Arbeitsformen gefördert werden, so wird in der laufenden Debatte überzeugend darauf verwiesen (z. B. Forschungsunion/acatech 2013; Hirsch-Kreinsen et al. 2018), dass analytisch und gestalterisch ein ganzheitlicher Blick auf Industrie 4.0 erforderlich sei. Es darf nicht nur technikzentriert die Einführung von Industrie 4.0 angegangen werden, sondern es sollen gleichermaßen die technologische, die organisatorische und die arbeitsbezogene Dimension eines Produktionsprozesses in den Blick genommen werden.

Nutzbar ist hierfür der Ansatz des *sozio-technischen Systems*. Dieser Ansatz wurde explizit in den Umsetzungsempfehlungen für das Projekt Industrie 4.0 von der Forschungsunion und acatech als Voraussetzung einer umfassenden Systemgestaltung für Industrie 4.0 hervorgehoben (Forschungsunion/acatech 2013). Er hat aber schon seit geraumer Zeit in der Arbeitsforschung einen prominenten konzeptionellen und analytischen Stellenwert bei der Untersuchung und Gestaltung technisierter und automatisierter Arbeitsprozesse (z. B. Trist/Bamforth 1951). Diesem Ansatz zufolge geht es bei der Analyse und Gestaltung eines technisierten Arbeitsprozesses nicht um die Frage eines *entweder Technik oder Mensch*, sondern anzustreben ist eine *komplementäre* Gestaltung der einzelnen Systemelemente zu einem aufeinander abgestimmten sozio-technischen Gesamtsystem (z. B. Grote 2018). Bei der

komplementären Gestaltung des Gesamtsystems sollte das leitende Kriterium stets sein, die Potenziale einer qualifikationsorientierten Gestaltung der Arbeit bestmöglich auszuschöpfen.

Die dafür zentralen Gestaltungsräume sind daher weniger die einzelnen Teilsysteme Technik, Arbeit und Organisation, als vielmehr die *Interdependenzen* zwischen Technik, Mensch und Organisation. Konkret geht es dabei um die Auslegung der funktionalen Interdependenzen bzw. der *Schnittstellen* zwischen den technischen, menschlichen und organisationalen Teilsystemen. Für deren konkrete Ausgestaltung spielen neben funktionalen und ökonomischen Erfordernissen vor allem die normativen Vorgaben über qualifikationsorientierte Arbeit eine wichtige Rolle.

### 3.2 Schnittstellen im sozio-technischen System<sup>3</sup>

Ausgehend von diesen Überlegungen und auf der Basis der vorliegenden Forschungsergebnisse lassen sich eine Reihe grundlegender Gestaltungskriterien für die Schnittstellen zwischen Mensch, Technik und Organisation benennen. Unterstrichen werden muss dabei, dass diese Gestaltungskriterien qualifikationsorientierter Arbeit einerseits weit in den tradierten Wissensbestand der Arbeitsforschung und Arbeitsgestaltung zurückreichen. Andererseits aber eröffnen die Social-Media-Funktionen der neuen Technologien nicht nur völlig neue Möglichkeiten, diese Gestaltungsziele umzusetzen, sondern es ergeben sich auch neue Herausforderungen für die Arbeitsgestaltung.

#### 3.2.1 Mensch-Maschine-Schnittstelle

Als zentrale Kriterien für die qualifikationsorientierte Gestaltung der Schnittstelle zwischen Maschine und Mensch lassen sich *Kontextsensitivität*, *Adaptivität* sowie *Komplementarität* hervorheben:

- Kontextsensitivität und Adaptivität umfassen zunächst Aspekte einer ergonomisch orientierten Anpassung von digitalen Systemen an spezifische Arbeitsbedingungen und Belastungen, ggf. eine systematische Belastungskontrolle oder die Automatisierung besonders belastender Tätigkeiten. Darüber hinaus geht es dabei um eine situationsspezifisch optimale Bereitstellung von Daten und Informationen zur Sicherung eines störungsfreien Arbeitsflusses und die Vermeidung stressauslösender und belastender Unterbrechungen. Zudem ist eine intelligente Anpassungsfähigkeit der Informations- und Assistenzsysteme an jeweils unterschiedliche, teilweise individuell verschiedene Qualifikationsniveaus möglich, um damit technologisch die Möglichkeiten für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse zu gewährleisten.
- Komplementarität stellt auf zwei zentrale Aspekte der Mensch-Maschine-Interaktion ab: Zum einen geht es um eine flexible situationsspezifische Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine, zum anderen sollen die Voraussetzungen für eine hinreichende Transparenz und Kontrollierbarkeit des Systems durch die Beschäftigten geschaffen werden. Relevante Gestaltungsaspekte sind

---

3 Vgl. zum Folgenden zusammenfassend: Hirsch-Kreinsen et al. 2016; Ittermann et al. 2016.



dabei: sichere Mensch-Maschine-Interaktion durch intuitiv bedienbare und schnell erlernbare Anlagen sowie zielgerichteter und situationsspezifischer Zugang zu digitaler Information in Echtzeit, um damit digital gestützte Handlungs- und Entscheidungsmöglichkeiten der Beschäftigten zu sichern und auszubauen.

Die Interaktion zwischen smarten Systemen und Arbeitshandeln kann im skizzierten Sinn auch als *hybrid* charakterisiert werden. Im Unterschied zu einer traditionellen Perspektive auf Technik als passives Objekt wird in digitalen Systemen Technik die Rolle eines „handlungsfähigen“ Agenten zugeschrieben mit der Folge, dass sich nicht nur die Arbeitsteilung, sondern auch die Entscheidungskompetenzen in situationsspezifischer Weise stets zwischen der Technik und dem Menschen einspielen müssen.

### 3.2.2 Schnittstelle Mensch-Organisation

Die leitenden Kriterien für die Gestaltung von Tätigkeiten an der Schnittstelle Mensch und Organisation, d. h. für die Auslegung der Arbeitsorganisation, können durch die Stichworte *Ganzheitlichkeit* und *Dynamik* von Tätigkeiten und Personaleinsatz zusammengefasst werden:

- Das bekannte Kriterium der Ganzheitlichkeit stellt auf die Vollständigkeit von Tätigkeiten in doppelter Hinsicht ab: Zum einen soll eine Tätigkeit nicht nur ausführende, sondern auch dispositive (organisierende, planende und kontrollierende) Aufgaben umfassen. Zum anderen zielt dieses Kriterium auf eine angemessene, belastungsreduzierende Mischung von mehr oder weniger anspruchsvollen Aufgaben. Ganzheitlichkeit der Tätigkeiten ist daher die zentrale Voraussetzung für hohe Handlungsspielräume sowie die Selbstorganisation von Arbeit. Schließlich werden damit auch die arbeitsorganisatorischen Voraussetzungen für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse hergestellt.
- Das Kriterium der Dynamik von Tätigkeiten zielt zum einen auf arbeitsorganisatorische Möglichkeiten für einen systematischen Aufgabenwechsel, um Lernprozesse zu ermöglichen und zu fördern. Zum zweiten fördern die neuen Social-Media-Funktionen die interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation zwischen verschiedenen spezialisierten Beschäftigten und damit die Steigerung der Innovationsfähigkeit der Arbeit und das Finden neuer Lösungen. Zugleich wird im Kontext nur wenig strukturierter Arbeitsformen auch der Einsatz von Mitarbeiter:innen mit unterschiedlichen Fähigkeiten und Leistungsvoraussetzungen möglich, z. B. in altersgemischten Arbeitsgruppen. Zum dritten sind wenig strukturierte und dynamische Arbeitsprozesse vielfach die Voraussetzung dafür, um angesichts der wachsenden Komplexität von Anlagen und Systemen in unbestimmten und unstrukturierten Situationen handlungs- und entscheidungsfähig zu sein und Störungen effektiv beheben zu können.

Die Umsetzung dieser Gestaltungskriterien führt zu einer Form der Arbeitsorganisation, die durch eine lockere Vernetzung unterschiedlich qualifizierter, aber gleichberechtigt agierender Beschäftigter in horizontaler wie auch vertikaler Dimension gekennzeichnet ist. Dieses Muster zeichnet sich durch ein hohes Maß an struktureller Offenheit, eine sehr begrenzte Arbeitsteilung, selbstorganisierte Tätigkeiten und hohe Flexibilität aus. Diese Form der Arbeitsorganisation kann auch – in einem Endstadium ihrer Entwicklung – metaphorisch als *Schwarm-Organisation* bezeichnet werden.<sup>4</sup>

### 3.2.3 Schnittstelle Technologie-Organisation

Als das zentrale Gestaltungskriterium für die Schnittstelle zwischen Organisation und Technologie und damit für die Auslegung der Prozess- und Betriebsorganisation ist die weitreichende Einführung von dezentralisierten Organisationssegmenten anzusehen. Damit können einerseits die Gestaltungspotenziale der neuen, im Vergleich zu früheren IT-Systemen ausgeprägt dezentralen digitalen Technologien für einen Abbau hierarchischer Strukturen und eine durchgreifende Reduktion der Arbeitsteilung genutzt werden. Andererseits stellen dezentralisierte Organisationssegmente eine zentrale organisatorische Rahmenbedingung dafür dar, neue Formen humanorientierter innovativer Industriearbeit zu schaffen. Relevante Kriterien sind auch hier Ganzheitlichkeit und Selbstorganisation von Arbeit, Polyvalenz der Tätigkeiten und interdisziplinäre Projektgruppen. Damit liegt ein nachhaltiger Umbau der gesamten Prozessorganisation in ihren verschiedenen Dimensionen nahe. In organisatorisch-horizontaler Hinsicht geht es um die flexible Integration unterschiedlich spezialisierter Funktionsbereiche. In der vertikalen Dimension wird tendenziell die bisherige Arbeitsteilung zwischen ausführenden Shopfloor-Funktionen und indirekten Bereichen aufgehoben und durch neue Formen flexibler und interdisziplinärer Kooperation ersetzt. Schließlich ist eine Neuorganisation von Managementfunktionen, etwa von Produktions- und Betriebsleitungen, in Hinblick auf den Wandel ihrer Entscheidungskompetenzen und die Verantwortungsverlagerung auf nachgeordnete Ebenen unabdingbar.

## 4 Fazit

Abschließend ist freilich zu betonen, dass die Sicherung und der Ausbau qualifizierter Produktionsarbeit an eine Reihe von Zusatzbedingungen geknüpft sind. Diese betreffen zum einen die betriebliche Ebene, zum anderen die überbetriebliche, gesellschaftliche Ebene. In Hinblick auf die betriebliche Ebene seien an dieser Stelle zwei Aspekte besonders hervorgehoben:

---

4 Vgl. hierzu insbesondere die soziologische Debatte über internetbasierte soziale Prozesse, in der mit dem Begriff des „Swarms“ eine soziale Formation bezeichnet wird, die sich durch ein sehr lockeres Netzwerk von individuellen und nicht kollektiv orientierten Akteur:innen auszeichnet (Dolata/Schrape 2013: 11 ff.). Ergänzend dazu ist allerdings die für betriebliche Abläufe unverzichtbare kollektive bzw. überindividuelle Handlungsorientierung eines solchen Swarms zu betonen.

Erstens muss die Akzeptanz von Industrie-4.0-Systemen und der damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten der Arbeit sowohl aufseiten der Belegschaften und ihrer Vertretungen als auch seitens des Managements gesichert und vielfach erst hergestellt werden. Dass diesem Faktor eine wichtige Rolle zukommt, belegt eine Vielzahl betrieblicher Fälle. Um Vorbehalte seitens der Belegschaft gegenüber den neuen Gestaltungsmöglichkeiten von Arbeit zu verringern, müssen beispielsweise Befürchtungen wegen möglicher Arbeitsplatzverluste, neuer Belastungen wie steigender Flexibilitätsanforderungen, Probleme des Datenschutzes sowie der jetzt erleichterten Kontrollierbarkeit von Arbeit angesprochen und ausgeräumt werden. Denn, wie seit jeher bekannt, bergen Reorganisationsprozesse vielfach neue, zum Teil auch widersprüchliche Anforderungen und Belastungen für die Beschäftigten hinsichtlich Flexibilität und Selbstorganisation (vgl. Moldaschl 2012). Geeignete Lösungsansätze liegen in Methoden einer *partizipativen Systemauslegung* und Beteiligungsverfahren für Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen im Verlauf des Einführungs- und Gestaltungsprozess von Industrie-4.0-Systemen (z. B. Forschungsunion/acatech 2013). Seitens des Managements kommen oftmals vor allem Vorbehalte gegenüber weitreichenden Umstellungsmaßnahmen der eingespielten Arbeits- und Betriebsorganisation auf, da die Effizienzvorteile der existierenden Prozesse durch neue, möglicherweise schwer beherrschbare Technologien nicht gefährdet werden sollen. Um diese Vorbehalte zu überwinden, sollten beispielsweise die existierenden Instrumente und Konzepte eines *Wissens- und Erfahrungstransfers* ausgebaut werden, mit denen exemplarisch erfolgreiche Good-Practice-Fälle präsentiert und die Erfolgspotenziale humanorientierter Arbeitsformen vermittelt werden.

Zweitens ergeben sich Herausforderungen für einen Wandel von Managementfunktionen und Führungsstilen. Denn es ist davon auszugehen, dass angesichts der Gestaltungspotenziale der neuen Technologien wie auch angesichts der Implementation humanorientierter Arbeitsformen die bisherigen hierarchisch verfestigten Managementpraktiken und -strukturen dysfunktional und obsolet werden. Mit diesen Herausforderungen verbindet sich allerdings noch eine ganze Reihe offener konzeptioneller, aber auch unternehmensstrategischer Fragen. Die derzeit erkennbare Richtung des Wandels verweist auf die wachsende Bedeutung von „soft skills“ sowie Kommunikations- und Teamfähigkeiten: Statt Kontrolle stehen Führen und Motivation auf „Distanz“ und statt hierarchischer Direktion nunmehr „Orchestrieren“ von Mitarbeiter:innen im Zentrum; „peer-to-peer“-Kommunikation und Förderung von Mitarbeiter:innenpartizipation werden zu zentralen Erfolgsfaktoren. Generell muss das Unternehmensmanagement durch ein deutlich geändertes Statusbewusstsein der Tendenz Rechnung tragen, dass durch Digitalisierung und gewandelte Arbeitsformen die funktionalen und sozialen Grenzziehungen zwischen Management und Mitarbeiter:innen erodieren, ja unter Umständen auf den Kopf gestellt werden. Auf jeden Fall werden die bisherigen Statusunterschiede zwischen „blue collar“ und „white collar“ zunehmend verschwimmen. Eine Zielvorstellung ist, dass sich neue Formen der Selbstorganisation und eine an den Unternehmenszielen orientierte Kontrolle etablieren, die sich durch fluide, problemorientierte Formen der Leitung

auszeichnen. Freilich resultiert aus dieser Öffnung bisheriger Führungsmuster und der Betonung von bottom-up-Prozessen der Widerspruch, dass ein nachhaltiger und erfolgreicher digitaler Wandel im Unternehmen zugleich an funktionierende top-down-Prozesse gebunden ist (acatech 2016a).

Auf der überbetrieblichen Ebene spielen Faktoren eine Rolle, die den Wandel und die Weiterentwicklung arbeits- und sozialpolitischer Regulationsformen zum Gegenstand haben und zumindest indirekt die Einführung digitaler humanorientierter Formen der Arbeit berühren. Zu nennen sind beispielsweise Fragen der Regulation von Flexibilisierung, Arbeitszeit, Mitbestimmung sowie Aus- und Weiterbildung (z. B. BMAS 2017). Erforderlich ist in diesen Feldern vielfach ein neuer arbeits- und sozialpolitischer Interessenkompromiss. Denn nur dann können wirksame Hemmnisse und Vorbehalte gegen einen Wandel der Arbeit vermieden werden, die aus ungeklärten Konflikten und Vorbehalten resultieren. Dabei kann die Bedeutung von Maßnahmen der Weiterbildung und Bildung sowie Kompetenzentwicklung für die Verbreitung humanorientierter Arbeitsformen im Kontext des digitalen Wandels nicht hoch genug eingeschätzt werden (z. B. acatech 2016). Ein zentrales Ziel solcher Maßnahmen muss vor allem auch die Vermeidung eines wirtschafts- und sozialstrukturellen „digital divide“ sein: Zum Ersten müssen die Kompetenzunterschiede zwischen großen technologieintensiven Unternehmen und weniger technologieintensiven KMU ausgeglichen werden. Zum Zweiten sollen Kompetenz- und Leistungsdivergenzen zwischen unterschiedlichen Beschäftigtengruppen möglichst angeglichen werden. Vor allem müssen den Beschäftigten Fähigkeiten und Kompetenzen vermittelt werden, den absehbaren, digital getriebenen Strukturwandel in der Arbeitswelt erfolgreich bewältigen zu können. Dabei muss in besonderer Weise auch geringqualifizierter Arbeit Rechnung getragen werden, um diese Beschäftigten von der generellen Qualifikationsentwicklung nicht abzukoppeln. Insgesamt wird daher mit dem Stichwort Kompetenzentwicklung eine zentrale bildungs- und gesellschaftspolitische Voraussetzung dafür bezeichnet, dass qualifikations- und humanorientierte Arbeitsformen im Zuge der Digitalisierung von Arbeit auf breiterer Front durchgesetzt werden können.

## Literatur

- acatech (Hrsg.) (2016). Kompetenzen für Industrie 4.0. Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze. München: Utz.
- acatech (Hrsg.) (2016a). Die digitale Transformation gestalten – Was Personalvorstände zur Zukunft der Arbeit sagen. Ein Stimmungsbild aus dem Human-Resources-Kreis von acatech und Jacobs Foundation (acatech IMPULS). München: Utz.
- Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29 (3), S. 3–30.
- Benner, C. (Hrsg.) (2014). Crowd Work – Zurück in die Zukunft. Frankfurt am Main: Bund Verlag.

- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). Weissbuch Arbeiten 4.0. Berlin.
- Dengler, K. & Matthes, B. (2018). Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt (IAB-Kurzbericht 4/2018). Nürnberg.
- Dolata, U. & Schrape, J.-F. (2013). Zwischen Individuum und Organisation. Neue kollektive Akteure und Handlungskonstellationen im Internet (SOI Discussion Paper 2013–02). Stuttgart.
- Forschungsunion, acatech (2013). Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin.
- Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2017): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting & Social Change*, 114 (1), S. 254–280.
- Grote, G. (2018). Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit* (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden, S. 215–232.
- Hirsch-Kreinsen, H., ten Hompel, M., Ittermann, P., Niehaus, J. & Dregger, J. (2016). *Social Manufacturing and Logistics. Konturen eines Leitbildes digitaler Industriearbeit*. Berlin Verfügbar unter: [http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Autonomik-somali.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Autonomik-somali.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (Zugriff: 08.10.2016).
- Hirsch-Kreinsen, H., Ittermann, P. & Niehaus, J. (Hrsg.) (2018). *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen* (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden: Nomos
- Ittermann, P., Niehaus, J., Hirsch-Kreinsen, H., Dregger, J. & ten Hompel, M. (2016). *Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik* (Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47). TU Dortmund. Verfügbar unter: [http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz\\_arbeitspapiere/AP-SOZ-47.pdf](http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/is/de/forschung/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-47.pdf) (Zugriff: 25.10.2016).
- Leimeister, J. M. & Zogaj, S. (2013). *Neue Arbeitsorganisation durch Crowdsourcing. Eine Literaturstudie* (Arbeitspapier der Hans-Böckler-Stiftung, Reihe Arbeit und Soziales 287). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Moldaschl, M. (2012). *Das Konzept der Widersprüchlichen Arbeitsanforderungen (WAA). Ein nichtlinearer Ansatz zur Analyse von Belastung und Bewältigung in der Arbeit*. In: G. Faller (Hrsg.), *Lehrbuch Betriebliche Gesundheitsförderung* (2. Aufl.). Bern: Hans Huber, S. 102–112.
- OECD (2017). *OECD Employment Outlook 2017*. Paris: OECD
- Pfeiffer, S. & Suphan, A. (2018). *Industrie 4.0 und Erfahrung: Statt vager Prognosen zu technologischer Arbeitslosigkeit morgen, heute das Gestaltungspotenzial der Beschäftigten nutzen und anerkennen*. In: H. Hirsch-Kreinsen, P. Ittermann & J. Niehaus (Hrsg.), *Digitalisierung industrieller Arbeit* (2., aktual. u. überarb. Aufl.). Baden-Baden: Nomos, S. 275–302.

- Pfeiffer, S., Lee, H., Zirnic, C. & Suphan, A. (2016). Industrie 4.0 – Qualifizierung 2015. Studie für den VDMA. Verfügbar unter: [www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2016-Pfeiffer-Industrie40-Qualifizierung2025.pdf](http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2016-Pfeiffer-Industrie40-Qualifizierung2025.pdf) (Zugriff: 15.07.2016).
- Trist, E. & Bamforth, K. (1951). Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting. *Human Relations*, 4 (1), S. 3–38.
- Vogler-Ludwig, K., Düll, N. & Kriechel, B. (2016). Arbeitsmarkt 2030. Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter. Prognose 2016. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, unter Mitarbeit von T. Vetter. München: Prognos
- Warning, A. & Weber, E. (2017). Digitalisierung verändert die betriebliche Personalpolitik (IAB-Kurzbericht 12/2017). Nürnberg.
- Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T. & Neuber-Pohl, C. (2015). Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft (IAB-Forschungsbericht 8/2015). Nürnberg.

## Autor

**Hirsch-Kreinsen, Hartmut**, Prof. Dr., Professor für Wirtschafts- und Industriesozio-  
logie an der TU Dortmund sowie Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterent-  
wicklung Düsseldorf (Themenbereich Digitalisierung von Arbeit – Industrie 4.0),  
[hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de](mailto:hartmut.hirsch-kreinsen@tu-dortmund.de)

# Berufsbildung, Arbeit und Innovation

➤ [wbv.de/bai](http://wbv.de/bai)

Die Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung.

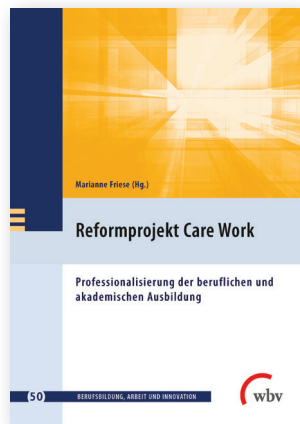
Angesprochen wird ein Fachpublikum aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus schulischen und betrieblichen Politik- und Praxisfeldern.

Die Reihe ist in zwei Schwerpunkte gegliedert:

- Berufsbildung, Arbeit und Innovation (Hauptreihe)
- Dissertationen/Habilitationen (Unterreihe)

Alle Titel der Reihe sind als Druckausgabe und E-Book erhältlich.

Die Reihe Berufsbildung, Arbeit und Innovation wird herausgegeben von Prof.in Marianne Friese (Gießen), Prof. Klaus Jenewein (Magdeburg), Prof.in Susan Seeber (Göttingen) und Prof. Georg Spöttl (Bremen).



In diesem Band werden Wirkungen des digitalen Wandels in Verbindung mit den Herausforderungen an das berufliche Bildungspersonal und die Fachkräftesicherung in den Unternehmen beleuchtet. Neben konkreten Lösungsansätzen für die Gestaltung und Unterstützung von Lernprozessen etwa durch Planspiele oder technologiebasierte Lernsysteme geht es in den Beiträgen aus der Berufsbildungsforschung um die Bewältigung des technologischen und demografischen Wandels in der Bildungs- und Arbeitswelt.

Die Reihe **Berufsbildung, Arbeit und Innovation** bietet ein Forum für die grundlagen- und anwendungsorientierte Berufsbildungsforschung. Sie leistet einen Beitrag für den wissenschaftlichen Diskurs über Innovationspotenziale der beruflichen Bildung.

Die Reihe wird herausgegeben von Prof.in Marianne Friese (Justus-Liebig-Universität Gießen), Prof. Klaus Jenewein (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg), Prof.in Susann Seeber (Georg-August-Universität Göttingen) und Prof. Georg Spöttl (Universität Bremen).

Die Herausgebenden des vorliegenden Bandes sind:

**Prof. Dr. Matthias Becker** – Professor für die Didaktik der Metalltechnik und Fahrzeugtechnik an der Leibniz Universität Hannover.

**Prof. Dr. Martin Frenz** – Abteilungsleiter Fachdidaktik im Maschinenbau am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen.

**Prof. Dr. Klaus Jenewein** – Professor für Ingenieurpädagogik und gewerblich-technische Fachdidaktiken an der Universität Magdeburg.

**Prof. Dr. Michael Schenk** – Leiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Magdeburg.



ISBN 978-3-7639-6059-0