

## DISKUSSIONSPAPIER



**Arbeit, Aus- und Weiterbildung  
in den Anwendungsszenarien**

## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft  
und Energie (BMWi)  
Öffentlichkeitsarbeit  
11019 Berlin  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

### Redaktionelle Verantwortung

Plattform Industrie 4.0  
Bertolt-Brecht-Platz 3  
10117 Berlin

### Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

### Stand

April 2016

### Bildnachweis

Ingo Bartussek – Fotolia (Titel),  
André Wagenzik, Plattform Industrie 4.0 (S. 7)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig ist die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:  
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
E-Mail: [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de)  
[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

Zentraler Bestellservice:  
Telefon: 030 182722721  
Bestellfax: 030 18102722721



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Status und Dimensionen der Anwendungsszenarien</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Vorschlag: Vorgehen und Methodik</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Quellen und Literatur</b> .....	<b>9</b>
	<b>Autoren</b> .....	<b>10</b>

# 1. Einführung

Thema des vorliegenden Papiers sind die künftigen Anforderungen für die Gestaltung von Arbeit und Bildung, die sich mit dem technischen und ökonomischen Wandel in Richtung Industrie 4.0 verbinden. Kein Zweifel: Die Arbeitswelt wird sich verändern, Tiefe und Reichweite dieses Wandels sind indes vielfach umstritten. Derzeit haben kühne Vorhersagen Konjunktur, die dem zunehmenden Einsatz von Sensorik, Robotik, digitaler Prozesssteuerung, Datenanalysen und künstlicher Intelligenz ein drastisches Substitutions- und Dequalifikationspotenzial bescheinigen. Massenhafte Arbeitsplatzverluste, Werkbänke, an denen der Computer das Sagen hat, Software wie AlphaGo, die dem neuronalen Netzwerk des Gehirns nachgebildet ist und den Menschen – in diesem Fall den südkoreanischen Go-Spieler Lee Sedol – besiegt. Der Siegeszug von Maschinen scheint unaufhaltsam zu sein.

Diese Vorstellung von der Übermacht der Informationstechnik über unser individuelles und gesellschaftliches Schicksal entsteht durch eine vielfach verkürzte, eben technische Sicht der Dinge. Soziale, institutionelle, organisatorische Veränderungen werden als Folge der Technik, nicht aber als eigenständige gesellschaftliche Phänomene in den Blick genommen. Indes ist das, was in der Gesellschaft geschieht, nicht durch die Technik determiniert. Was als Macht der Technik erscheint, ist in Wirklichkeit historisches Resultat der datensetzenden Macht und Praxis sozialer Akteure, nicht nur von Ingenieuren und Softwareentwicklern, auch von Beschäftigten, Unternehmern, Nutzern und politischen Institutionen (vgl. Rammert 2000). Kurzum: Technik wird von Akteuren gemacht, deren Handeln sich nicht in Einsamkeit und Freiheit vollzieht, sondern durch Forschungslinien, Leitbilder und sozioökonomische Kräfteverhältnisse beeinflusst wird. Letzteres zeigt sich nicht zuletzt in der Debatte um Industrie 4.0 nachdrücklich – man denke nur an die Wiederentdeckung der strategischen Bedeutung des industriellen Sektors im Kontext einer digitalen Transformation der Wirtschaft.

Unterm Strich: Grundsätzlich ist die technische Entwicklung offen für verschiedenste Lösungen und Weiterentwicklungen. Dies schließt die Möglichkeit einer soziotechnischen, qualifikations- und lernförderlichen Gestaltung der Technik ein. Dem technischen Wandel eine arbeitskraftorientierte Richtung zu geben, kann freilich nur gelingen, wenn bereits in der Phase der Konzeptualisierung von Hard- und Software aufgedeckt wird, welche Implikationen sich damit für Arbeits- und Lernprozesse verbinden, und darüber diskutiert wird, wie „gute“ Lösungen und Gestaltungsmöglichkeiten aussehen und in den Konstruktionsprozess einfließen können.

Die Arbeitsgruppen der Plattform Industrie 4.0 befassen sich intensiv mit Szenarien, in denen idealtypisch mögliche Korridore der Technikentwicklung und Technikvarianten von Industrie 4.0 in einem Zeithorizont von fünf bis zehn Jahren greifbar gemacht werden sollen.

## Szenarien

S 1 – **Auftragsgesteuerte Produktion (AufPro)**

S 2 – **Wandlungsfähige Fabrik (WaFa)**

S 3 – **Selbstorganisierende adaptive Logistik (SadaLog)**

S 4 – **Value Based Services (VBS)**

S 5 – **Transparenz und Wandlungsfähigkeit für ausgelieferte Produkte (TWP)**

S 6 – **Anwenderunterstützung in der Produktion (AnPro)**

S 7 – **Smarte Produktentwicklung für die smarte Produktion (SPe4SP)**

S 8 – **Neu: Innovative Produktentwicklung (InPro)**

S 9 – **Neu: Kreislaufwirtschaft (KreisW)**

(Stand: 04/2016)

Mit diesen Szenarien sollen nicht nur (paradigmatische) Lösungen für die digitalisierte Produktion und Wertschöpfungsketten aufgezeigt werden, sondern darüber hinaus Arbeits- und Bildungsfolgen analysiert und Erfordernisse ihrer Gestaltung ausgelotet werden. Letzteres ist Aufgabe der Arbeitsgruppe Arbeit, Aus- und Weiterbildung, die sich dabei an drei Leitvorstellungen orientiert, auf die sie sich zu Beginn ihrer Zusammenarbeit intern verständigt hat:

- In den vernetzten Informations- und Produktionsräumen müssen die Mensch-Maschine-Schnittstellen und -Kooperationen so gestaltet sein, dass sie dem Wohle des Menschen und der Innovationsfähigkeit der Unternehmen dienen.

- Für die zusammenwachsenden Wertschöpfungsnetzwerke müssen die Rahmenbedingungen in der Organisation so gestaltet sein, dass Arbeiten und Lernen innerhalb der Prozesse leicht möglich ist.
- Ausbildung und Qualifizierung in hybriden Tätigkeitsfeldern müssen so gestaltet sein, dass betriebliche Kompetenzentwicklung, prozessorientiertes Lernen und neue Lernformen unterstützt werden.

Inwieweit diese Leitvorstellungen sich in den Szenarien wiederfinden werden und es mithin gelingt, die Entfaltung von technischen Ideen mit Ideen der Gestaltung von Arbeit und Bildung enger zu koppeln, wird sich in den kommenden Monaten noch zeigen müssen. Fakt ist, dass sich die Arbeitsgruppen bislang noch in den recht eng gesteckten Bahnen ihrer jeweiligen disziplinären Verankerungen und thematischen Problemstellungen bewegen. Indes ist es der ausdrückliche Wunsch aller Akteure, diese allzu engen Bahnen zu verlassen, Verständigungs- und Übersetzungsprobleme offensiv anzugehen und sich auf eine konstruktive Kooperation einzulassen.

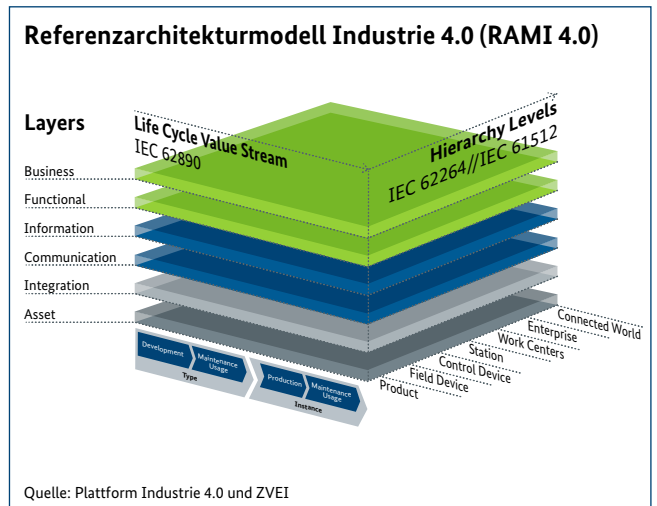
Das Papier gibt einen Einblick in diesen Werkstattprozess und legt aus Perspektive der Arbeits- und Bildungsakteure in Unternehmen, Betriebsräten und IG Metall offen, welche methodischen Herausforderungen dabei zu meistern und welche konzeptionellen Hürden zu überwinden sind. Fest steht: Die Pfadabhängigkeiten technischer Entwicklungen werden sich nicht von heute auf morgen, nicht jenseits ökonomischer Machtverhältnisse und sozialer Interessenkonflikte auflösen lassen. Aber: Je mehr wir begreifen, was es braucht, um die Folgen und die Gestalt bestimmter Technologien im Voraus abzuschätzen, werden wir auch lernen, sie in kritischer Auseinandersetzung praktisch so zu gestalten, dass Anforderungen und Interessen der Beschäftigten Teil des Zukunftsbilds sind.

## 2. Status und Dimensionen der Anwendungsszenarien

Mit der Neukonstitution der Plattform Industrie 4.0 wurden im Sommer 2015 zwei neue Arbeitsgruppen ins Leben gerufen. Eine davon ist die AG 5 „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“, die als einzige Arbeitsgruppe der Plattform Industrie 4.0 paritätisch-sozialpartnerschaftlich besetzt ist. Ziel der Aktivitäten der Plattform ist es, gemeinsame Handlungsempfehlungen für die weitere Umsetzung von Industrie 4.0 in Deutschland zu erarbeiten. Als Grundlage und Kumulationspunkt für die Arbeit der fünf AGs dienen die sogenannten „Anwendungsszenarien“.

Die Anwendungsszenarien werden von der AG 2 „Forschung und Innovation“ als Use Cases für das „Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0“ (RAMI) ausgewählt und erstellt. Als „Use Cases“ dienen sie zunächst IT-technischen Zwecken. Sie beschreiben, was in (zukünftigen) Umwelten mit cyberphysischen Produktionssystemen (CPPS) erreicht werden könnte/sollte bzw. was von ihnen erwartet werden wird: Welche Produkte können auf welche Weise (Produktionsverfahren, Geschäftsprozesse, Wertschöpfungsketten) mit welchen Mitteln (Werkzeuge, Maschinen, Ressourcen) produziert werden und wie werden diese Produktionsprozesse gesteuert, unterstützt (z. B. logistisch) und überwacht? Welche neuen Möglichkeiten oder gar Disruptionen ergeben sich durch den Einsatz von CPPS rund um Produkte, Produktion und Wertschöpfung? Mit Hilfe der Anwendungsszenarien werden mögliche Anforderungen gesammelt. Ihnen muss das RAMI gerecht werden. Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (vgl. BITKOM, VDMA, ZVEI 2015, S. 40ff; VDI/VDE 2015) vereint unterschiedliche Aspekte, wie die vertikale Integration (einschließlich „smarter“ Produkte/Werkstücke), durchgängiges Engineering und die horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke in einem (letztlich IT-technischen) Modell. Dafür werden die verschiedenen Normen und Standards aus den an cyberphysischen Produktionssystemen beteiligten technischen Domänen Informations- und Kommunikationstechnik, Automatisierungstechnik sowie Maschinen- und Anlagenbau zusammengefasst. Darauf aufbauend sollen noch fehlende Normen und Standards identifiziert und entwickelt werden. Als Spezialisierung des „Internet of Things and Services“ (VDI/VDE 2015, S. 6) und Systemarchitekturmodell ist das RAMI sehr kompakt und hochabstrakt.

Aktuell konzentrieren sich die Arbeiten am RAMI auf Industrie 4.0-Komponenten bzw. Technical Assets (vgl. VDI/VDE 2015b), die Beschreibung und Struktur der Industrie 4.0-Verwaltungsschale sowie die Grammatik und Semantik in einer Industrie 4.0-Ontologie (vgl. AG 1, Plattform I4.0). Damit wird vor allem die vertikale Integration, teilweise



auch die Durchgängigkeit des Engineerings unterstützt. Bisher in den Arbeiten am RAMI explizit nicht berücksichtigte Aspekte (BITKOM, VDMA, ZVEI 2015, S. 48, vgl. auch BITKOM 2015) sind die horizontale Integration und die Rolle des Menschen „als Dirigent im Wertschöpfungsnetzwerk“.

Dass die Rolle des Menschen in der Industrie 4.0 bisher nicht berücksichtigt wird, gilt – abgesehen von einer Ausnahme – auch für die bisher diskutierten Anwendungsszenarien. Nur Anwendungsszenario 6 („Anwenderunterstützung in der Produktion“) adressiert ausdrücklich die digitale Unterstützung des Menschen in der Produktion und nimmt dafür eine spezielle Perspektive ein: Gefragt wird in diesem Szenario danach, wie der Mensch mit den Mitteln von Industrie 4.0, beispielsweise durch Human-Machine-Interfaces (HMI) oder integrierte Wissensdatenbanken, in seiner Arbeit und seinen diesbezüglichen Entscheidungen unterstützt werden kann. Alle anderen Szenarien (siehe Seite 6) nehmen eine technische, überwiegend eine IT-technische, Perspektive ein. In Szenario 4 „Value Based Services“ beispielsweise geht es um „Prozess- und Zustandsdaten aus der Produktion und Produktnutzung als Rohstoff für die Geschäftsmodelle und Services der Zukunft“. Die Szenarien sollen allgemeingültig sein und blicken mindestens fünf Jahre in die Zukunft. Sie sind daher ebenfalls abstrakt. Für die Ausgestaltung und Prüfung des RAMI, das für möglichst alle cyberphysischen Produktionssysteme gelten und ihre Interoperabilität sicherstellen soll, ist das absolut zielführend.

AG 5 steht daher vor der Herausforderung, Industrie 4.0-spezifische Anforderungen an Arbeit, vor allem an Arbeitsgestaltung und -organisation, sowie an Aus- und Weiterbildung zu beschreiben bzw. zu prognostizieren. Dies ist eine ebenso umfangreiche wie anspruchsvolle Aufgabe.

Denn es ist nicht damit getan, Allgemeinplätze wie „Routinetätigkeiten werden zunehmend automatisiert“, „Arbeit wird mobiler und interdisziplinärer“, „Qualifikationsanforderungen verändern sich“, „Wandel ist auf Dauer gestellt – lebenslanges Lernen ist erforderlich“ zu reproduzieren. Gefragt und gefordert ist eine Übersetzung in ein Zukunftsbild von Arbeit und Bildung, das sowohl an den betrieblichen Verhältnissen und Anforderungen als auch an den Interessen der Beschäftigten ansetzt.

Für die Frage nach der Gestaltung von Arbeit sowie Aus- und Weiterbildung „in“ den Szenarien ergeben sich so aber mindestens fünf miteinander zusammenhängende Herausforderungen:

1. Es geht um zukünftige Technologien, denen disruptive Potenziale, vielfältige Innovationsmöglichkeiten und die Aussicht auf neue Geschäftsmodelle zugeschrieben werden (vgl. z. B. FhG IPA, Dr. Wieselhuber & Partner 2015). Die möglichen Auswirkungen dieser – per definitionem: gravierenden – Veränderungen auf Arbeit abzuschätzen, erfordert umfangreiche Expertise, zumal die Ausgangslage heterogen und teilweise unbekannt ist.
2. Die Gestaltung von Arbeit (und erst recht von Bildung) hängt mit dem Einsatz von Technik in Produktion und Dienstleistungen nur lose zusammen. Andere Faktoren aus dem betrieblichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Umfeld haben ebenfalls großen Einfluss. Das Zusammenspiel dieser Faktoren kann sehr unterschiedliche Auswirkungen haben, die stark davon abhängen, inwieweit Arbeit oder soziotechnische Systeme im jeweiligen Unternehmen als gestaltbar angesehen werden.
3. In den Anwendungsszenarien (mit Ausnahme von Szenario 3) gibt es derzeit keine Arbeit und keine Beschäftigten. Sie überhaupt sichtbar zu machen, erfordert neben Kenntnissen der Situation in ganz unterschiedlichen Unternehmen erhebliches Vorstellungsvermögen, um deutliche Konkretisierungen, teilweise über mehrere Stufen, vornehmen zu können.
4. Diese Konkretisierungen müssen zwangsläufig mit Differenzierungen einhergehen: Arbeit in einem Großunternehmen sieht – selbst bei einem vergleichbaren Kern an Tätigkeiten – anders aus als in einem KMU, bei einem Zulieferer anders als bei einem OEM, in einem Start-up anders als in einem Traditionsunternehmen, im Maschinenbau anders als in der Halbleiterherstellung usw. Zudem sind ganz unterschiedliche Beschäftigtengruppen zu betrachten: Industrie 4.0 beeinflusst nicht nur die Arbeit auf dem Hallenboden. Auch Ingenieure und Entwickler („durchgängiges Engineering“), Kaufleute („veränderte Wertschöpfungsnetze“), Service- und Kundendienstleister sowie fast alle anderen Beschäftigten sind betroffen.
5. Arbeit, ihre Gestaltung und die dafür notwendigen Qualifikationen sind – zumindest in einem Teil der Unternehmen und für einen Teil der Beschäftigten – abhängig vom Stand der Entwicklung und Einführung von CPPS/Industrie 4.0. Hieraus ergeben sich zwei Fragenkomplexe:
  - a) Wer muss was wie tun und können, damit die Szenarien Realität werden?
  - b) Wie sieht die Arbeit aus, wenn die Szenarien Realität geworden sind?





### 3. Vorschlag: Vorgehen und Methodik

Die Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ hat sich bisher ausführlich mit dem Szenario „Digitale Unterstützung des Menschen in der Produktion“ beschäftigt. Anhand dieses Szenarios wurden erste Handlungsfelder in Qualifizierung und Bildung identifiziert. Damit die Gruppe erfolgreich weiterarbeiten kann, ist eine Aufbereitung der anderen, bisher nur aus technischer Perspektive dargestellten Szenarien erforderlich.

Wesentliches Ziel dieser Aufbereitung muss es sein, die Menschen und ihre Arbeit in den Szenarien sichtbar zu machen. Dafür sind Konkretisierungen und Differenzierungen notwendig: Welche Branchen, welche (Arten von) Unternehmen und welche Beschäftigtengruppen in welcher Weise in dem jeweiligen Szenario betroffen sein können, sind die hier zumindest mit plausiblen Beispielen zu beantwortenden Fragen. Dabei müssen mögliche Zeithorizonte (5–25 Jahre in der Zukunft) ebenso berücksichtigt werden wie allgemein erwartete Entwicklungen (vgl. VDI Technologiezentrum 2015a–c) und spezifische Fragestellungen im Kontext Arbeit in der Industrie 4.0 (vgl. u.a. Spath 2013, Kersten 2014, Schlund 2014, Hirsch-Kreinsen 2015, Botthof, Hartmann 2015).

An den beispielhaft konkretisierten Szenarien kann dann die AG „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Arbeit sowie Gestaltungsbedarfe von Arbeit und Bildung gemäß ihren Leitfragen (vgl. Rogalla 2015) und bereits identifizierten ersten Handlungsfeldern diskutieren.

Methodisch (vgl. auch Kosow, Gaßner 2008) kann zunächst ein Raster mit relevanten Kategorien für Branchen, Arten von Unternehmen (einschließlich möglicher neuartiger) und Beschäftigtengruppen hilfreich sein, welches auch die unterschiedlichen Zeithorizonte sowie mögliche Entwicklungsstände berücksichtigt. Dieses Raster kann die Grundlage bilden, um die Szenarien systematisch zu konkretisieren und zu differenzieren.

Ausgangspunkte für die „Füllung“ können dann einerseits erste Beispiele der Umsetzung von Industrie 4.0 (u.a. Anwendungsbeispiele der Plattform Industrie 4.0; vgl. auch Bauernhansl 2014, Kersten 2014), aber auch einschlägige Projekte (u.a. it's OWL-Transferprojekte, Projekte aus dem BMBF-Programm „Forschung für die Produktion von morgen“) sein. Andererseits lassen sich auch aus den technischen Lösungen mögliche Veränderungen ableiten, vor allem in Kombination mit Studien zu ihren Potenzialen (vgl. Ittermann 2015, Fraunhofer IPA, Wieselhuber 2015, Bischoff 2015). Zu berücksichtigen sind dabei bereits bekannte positive wie negative Auswirkungen von Digitalisierung und Automatisierung auf Arbeit (vgl. u.a. Baukrowitz 2006, Kurz, Rogalla u.a. 2015, Rogalla 2012, Schumann 2013).

Technik in der Industrie 4.0 qualifikations- und lernförderlich zu gestalten, beinhaltet dabei unter anderem:

- Die Entwicklung von Technik und Arbeit gemeinsam zu denken, um der Tatsache Rechnung tragen, dass immer mehr Aufgaben und Funktionen, die früher getrennt ausgeführt wurden, durch den Einsatz von IT oder CPPS zusammenwachsen und in enger Kooperation erledigt werden müssen. Hybride Wertschöpfung bedeutet – aus heutiger Sicht – auch hybride Arbeit mit einer Vielfältigkeit der Anforderungen. Ob dies zu inhaltlicher Anreicherung und interessanteren Aufgabenzuschnitten führt, ob damit die Belastungen zu- oder abnehmen, hängt gleichermaßen von der Gestaltung der Technik wie von der Organisation von Arbeit ab.
- Die Entwicklung von Technik und Arbeit gemeinsam zu denken, um neue Aufgaben angemessen zu integrieren. Ein Beispiel dafür ist der zunehmende Umgang mit Daten auch auf dem Shopfloor. Hier müssen dann nicht nur Datenschutz und Datensicherheit berücksichtigt werden, sondern auch die Erfassung und Auswertung von Daten als mögliche neue Anforderung und Bestandteil des Kompetenzprofils der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Dabei ist die Frage, an welchen Stellen der Mensch und an welchen die Maschinen (datenbasiert) die besseren Entscheidungen treffen (können/müssen), derzeit noch offen.
- Die Entwicklung von Technik und Arbeit mit der Etablierung einer neuen Lernkultur zu koppeln: Wird von den Maschinen her gedacht, verbleiben den Menschen nur diejenigen Aufgaben, die die Maschinen nicht können, seien es Überwachung oder Störungsbeseitigung. Dann sind sie den Ironien der Automatisierung (vgl. Luedtke 2015) hilflos ausgeliefert. Ein alternativer Zugriff liegt darin, spezifisch menschliche Fähigkeiten offensiv – etwa im Sinne der Problemlösung – zu nutzen. Damit Beschäftigte bisher nicht aufgetretene Probleme lösen und auch in unerwarteten Situationen angemessen handeln können, müssen sie nicht nur durch ihre Ausbildung dazu befähigt werden, sondern fortlaufend darin unterstützt werden, ihre Kompetenzen weiterzuentwickeln.

Dem technischen Wandel eine arbeitskraftorientierte Richtung geben, heißt daher: Lösungen für bisher nicht aufgelöste Widersprüche ermöglichender wie restringierender Nutzungsformen der Arbeitskraft zu finden. Das heißt aber auch: Entwicklungen gemeinsam mit allen Beteiligten zu gestalten.

## 4. Quellen und Literatur

- Bauernhansl, Th. u. a.** (Hrsg.) (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Baukrowitz, A. u. a.** (Hrsg.) (2006): *Informatisierung der Arbeit – Gesellschaft im Umbruch*. Berlin: edition sigma.
- Bischoff, J.** (Hrsg.) (2015): *Studie „Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand“*. Mülheim an der Ruhr: agiplan.
- BITKOM-Position** (2015): *Empfehlung zur Normung im Zusammenhang mit Industrie 4.0*. Berlin: BIT-KOM, 11/2015.
- BITKOM, VDMA, ZVEI** (Hrsg.) (2015): *Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0*. Berlin: BITKOM.
- Botthof, A., Hartmann, E.A.** (Hrsg.) (2015): *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0*. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
- Fraunhofer IPA, Dr. Wieselhuber & Partner** (Hrsg.) (2015): *Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0. Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau*. Stuttgart: Fraunhofer IPA.
- Hirsch-Kreinsen, H. u. a.** (Hrsg.) (2015): *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.
- Ittermann, P. u. a.** (2015): *Arbeiten in der Industrie 4.0: Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder*. Technische Universität Dortmund.
- Kersten, W. u. a.** (Hrsg.) (2014): *Industrie 4.0. Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern*. Berlin: GITO Verlag.
- Kosow, H., Gaßner, R.** (2008): *Methoden der Zukunfts- und Szenarioanalyse. Überblick, Bewertung und Auswahlkriterien*. Werkstattbericht Nr. 103. Berlin: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.
- Kurz, C.** (2015): *Die nächste industrielle Revolution? Ein Gespräch mit Constanze Kurz (IG Metall) über ‚Industrie 4.0‘*. In: *Mittelweg* 36, S. 85–98, 6/2015.
- Kurz, C., Rogalla, I. u. a.** (2015): *Digitalisierung der Industriearbeit*. Frankfurt: IG Metall.
- Luedtke, A.** (2015): *Wege aus der Ironie in Richtung ernsthafter Automatisierung*. In: Botthof, Hartmann 2015, S. 125–146.
- Promotorengruppe Kommunikation** (2013): *Deutschlands Zukunft als Standort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. Berlin: Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft.
- Rammert, W.** (2000): *Technik aus soziologischer Perspektive 2*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Rogalla, I.** (2012): *Moderne Arbeit – Moderne Berufe. Ein interdisziplinäres Modell*. Berlin: R&W-Verlag.
- Rogalla, I.** (2015): *Leitfragen zur Analyse der Anwendungsszenarien*. Präsentation auf der 4. Sitzung der AG AAW am 14.09.2015.
- Schlund, S. u. a.** (2014): *Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern können*. Stuttgart: Fraunhofer IAO.

**Schumann, M.** (2013): *Das Jahrhundert der Industriearbeit. Soziologische Erkenntnisse und Ausblicke.* Weinheim: Beltz Juventa.

**Spath, D. u. a.** (Hrsg.) (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0.* Stuttgart: Fraunhofer IAO.

**VDI Technologiezentrum** (Hrsg.) (2015a): *Gesellschaftliche Veränderungen 2030. Ergebnisband 1 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II.* Düsseldorf: VDI Technologiezentrum.

**VDI Technologiezentrum** (Hrsg.) (2015b): *Forschungs- und Technologieperspektiven 2030. Ergebnisband 2 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II.* Düsseldorf: VDI Technologiezentrum.

**VDI Technologiezentrum** (Hrsg.) (2015c): *Geschichten aus der Zukunft 2030. Ergebnisband 3 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II.* Düsseldorf: VDI Technologiezentrum.

**VDI/VDE** (2015): *Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, (RAMI4.0).* VDI/VDE, April 2015.

**VDI/VDE** (2015b): *Industrie 4.0 – Technical Assets.* VDI/VDE, November 2015.

#### **AUTOREN DER AG ARBEIT, AUS- UND WEITERBILDUNG:**

Dr. Constanze Kurz, Leiterin des Ressorts „Zukunft der Arbeit“ beim IG Metall Vorstand, VB 01, und der Arbeitsgruppe „Arbeit, Aus- und Weiterbildung“ der Plattform Industrie 4.0 | Dr. Irmhild Rogalla, Leiterin des Instituts für praktische Interdisziplinarität

