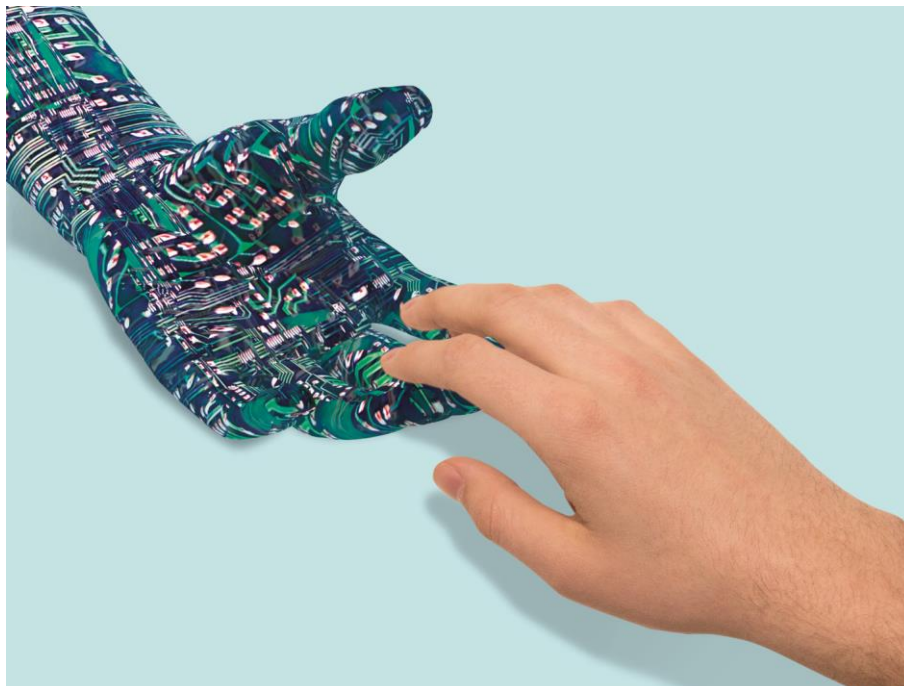


Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung

Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere
Produktion verändern werden



Auftraggeber

Ingenics AG

Auftragsbearbeitung

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation Stuttgart

IMPRESSUM

Diese Studie wurde durchgeführt vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation

- Herausgeber:** Ingenics AG
Schillerstraße 1/15
89077 Ulm
Tel. +49 731 93680-0
kontakt@ingenics.de
www.ingenics.de
- Fachliche Leitung:** Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Bauer
- Autoren:** Dr. Sebastian Schlund, Moritz Hämmerle,
Tobias Strölin
- Kontakt:** Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
www.iao.fraunhofer.de
- Dr.-Ing. Sebastian Schlund
Tel.+49 711 970-2065, Fax – 2099
sebastian.schlund@iao.fraunhofer.de
- Copyright:** Ingenics AG, Fraunhofer IAO 2014
- Titelbild:** © Alexandra Ignatyeva/Shutterstock.com

Dieses Werk ist einschließlich all seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar.

Hinweis: Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichten Lesbarkeit nur die männliche Form erwähnt wird.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Vorwort.....	4
2 Kurzzusammenfassung	5
3 Ausgangssituation und Motivation der Studie.....	8
4 Umsetzung von Industrie 4.0: eine Herausforderung für Unternehmen, Datenqualität und Mitarbeiter	10
5 Hohe Erwartungen an Automatisierung und Digitalisierung der Auftragsabwicklung	15
6 Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation.....	19
7 Auswirkungen auf Qualifikation und Kompetenzentwicklung.....	25
8 Industrie 4.0 – Hintergrund und Zielsetzung.....	27
9 Fazit und Ausblick	29
10 Literaturnachweis.....	30

1 Vorwort

Digitalisierung wird unsere Arbeit verändern!

Im Bereich der Wissensarbeit hat Sie es bereits getan – in der Produktion stehen tiefgreifende Veränderungen bevor. Leichtbauroboter, Tablet-PC, Transponder, Sensorik und Speicherplatz sind heute so günstig wie nie. Mit »Industrie 4.0« scheint, zumindest in Deutschland, ein Oberbegriff gefunden zu sein, der diese Erwartungshaltung zusammenfasst. Noch halten zwar Anzahl und Tragweite der umgesetzten industriellen Lösungen den Versprechen einer vierten industriellen Revolution nicht stand, doch sehen wir allerorten wie mit Hochdruck an Anwendungen, neuen Produkten und Lösungen gearbeitet wird.

Da heute niemand mehr davon ausgeht, dass am Ende der Entwicklung die menschenleere Fabrik steht, ist es an der Zeit, auch die Arbeitswelt in einer Industrie 4.0 zu gestalten. Tatsächliche Produktivitätssteigerungen können erst realisiert werden, wenn Arbeitsprozesse angepasst werden und Mitarbeiter auf allen Hierarchieebenen die neuen Technologien in die Anwendung bringen. Qualifikation und Kompetenzentwicklung für die Mitarbeiter von morgen muss heute schon beginnen. Dazu benötigen wir ein Bild der zukünftigen Entwicklung auf der Basis der sehr erfolgreichen Gegenwart der deutschen produzierenden Industrie.

Prognosen der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Arbeit gibt die vorliegende Studie. Sie ist das Ergebnis einer Befragung von 518 Verantwortlichen des verarbeitenden Gewerbes. Und beim Blick auf die Ergebnisse wird eins deutlich: Digitalisierung und Automatisierung werden voraussichtlich wesentliche Grundpfeiler unserer heutigen Arbeitswelt verändern – angefangen mit Regelungen zur Flexibilität, der Kompetenzentwicklung bis hin zu Führung und Entgelt.

Auf die Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation kommt in den nächsten Jahren einiges zu, damit die erwarteten Veränderungen so gestaltet werden, dass die deutsche Industrie weiterhin Ausrüster der Welt bleibt. Packen wir es gemeinsam an!



Prof. Oliver Herkommer
Vorsitzender des Vorstands
Ingenics AG



Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Bauer
Leiter Fraunhofer IAO und IAT
der Universität Stuttgart

2 Kurzzusammenfassung

Die Digitalisierung der Wertschöpfung ist in deutschen Industrieunternehmen angekommen. In Deutschland firmiert sie aktuell unter dem Titel »Industrie 4.0« und setzt auf selbstorganisierende und echtzeitfähige Systeme. Sichtbar wird sie in Form vernetzter Produktionsanlagen, höherer Durchgängigkeit der IT-Systeme, intelligenter Werkstücke, Werkzeuge und Transporthilfsmittel sowie in der Nutzung mobiler Kommunikationstechnik.

Zusammen mit einer neuen Stufe der Automatisierung werden Produktivitätsverbesserungen erwartet, die das Format einer vierten industriellen Revolution besitzen. Möglich machen dies der Preisverfall im Bereich der industrienahen Hard- und Software. Leichtbauroboter, Tablet-PC, RFID-Tags und Transponder, aber auch bezahlbare Sensorik und problemlos verfügbarer Speicherplatz, beispielsweise durch Cloud-Technologien.

Doch so attraktiv die Technologie erscheint – wirklich relevante Produktivitätssteigerungen werden erst gelingen, wenn sich die Technologienutzung in effektiveren und effizienteren Produktionsprozessen niederschlägt.

Auf der Grundlage einer Befragung von 518 Produktionsverantwortlichen zeichnet die vorliegende Studie ein Bild des Umsetzungsstands von »Industrie 4.0« in deutschen Industrieunternehmen. Ein klarer Schwerpunkt liegt dabei auf den erwarteten Auswirkungen für die Arbeitsgestaltung und -organisation.

Die Hauptaussagen der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Erwartungen und Voraussetzungen:

- › Für die Produktion in Deutschland wird in den kommenden Jahren ein **Automatisierungsschub** erwartet. Vor allem für die innerbetriebliche Logistik, die Fertigung und die indirekten Bereiche rechnen die Befragten mit einer starken Zunahme des Automatisierungsgrads über die nächsten 5 Jahre.
- › Mit dem Thema »Industrie 4.0« gehen hohe Erwartungen einher. Hoher Mehrwert wird von den Befragten in einer **Effizienzsteigerung der Supply Chain** (78 Prozent), **der Auftragsabwicklung** (77 Prozent), **der Maschinenvernetzung** (72 Prozent) und der **Digitalisierung des Shopfloor Managements** (72 Prozent) gesehen.

- › Zahlreiche Unternehmen bauen bereits heute die für eine durchgängige Digitalisierung der Produktion nötige Infrastruktur auf. In 45 Prozent der Unternehmen steht bereits eine **zuverlässige WLAN-Abdeckung im Produktionsumfeld** zur Verfügung; in 41 Prozent eine **Breitbandanbindung**.

Umsetzungsstand in den Unternehmen:

- › In der Umsetzung ist »Industrie 4.0« **noch nicht flächendeckend angekommen**. Lediglich 6 Prozent der Befragten schätzen die Industrie 4.0-Fähigkeit ihres Unternehmens als bereits stark ausgeprägt ein; demgegenüber geben 55 Prozent der Befragten an, ihre Industrie 4.0-Fähigkeit erst erarbeiten zu müssen.
- › In lediglich 29 Prozent der befragten Unternehmen existiert eine Industrie 4.0-Strategie. Wenn vorhanden, wird diese mehrheitlich (53 Prozent) von der Geschäftsführung verantwortet.
- › Als Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion werden die **fehlende Veränderungsfähigkeit innerhalb der Organisation** sowie **fehlende technische Voraussetzungen** angesehen. Fast ebenso bedeutend für eine erfolgreiche Umsetzung sind der Umgang mit der Arbeitnehmervertretung, der Schutz mitarbeiterbezogener Daten sowie die Berücksichtigung der Altersstruktur innerhalb des Unternehmens.
- › Bevor Industrie 4.0-Potenziale gehoben werden können, müssen massive Investitionen in die heute zur Verfügung stehende Datenqualität getätigt werden. Fast drei Viertel der Befragten (72 Prozent) stimmen dieser Aussage zu.

Arbeitsgestaltung und Qualifizierung:

- › **Industrie 4.0 wird Produktionsarbeit verändern**. Mehr als die Hälfte der Befragten (51 Prozent) erwartet, dass die Einführung von Industrie 4.0 zu einer Reduzierung einfacher, manueller Tätigkeit führt. Ein Anstieg des Anteils indirekter Mitarbeiter in planenden und steuernden Tätigkeiten wird von 54 Prozent der Befragten vorausgesagt.
- › Die Bedeutung von Qualifizierung und Kompetenzentwicklung für die Einführung von Industrie 4.0 wird als durchgängig sehr hoch eingeschätzt. Insbesondere die **Bereitschaft zum lebenslangen Lernen** (86 Prozent), **stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln** (77 Prozent) und höhere IT-Kompetenz (76 Prozent) werden als notwendig angesehen.

- › Die Unternehmen bauen bereits heute massiv **IT-Kompetenz in den Produktionsbereichen** auf – vor allem in den indirekten Bereichen (80 Prozent), der (Intra-)Logistik (75 Prozent) und der Fertigung (67 Prozent).
- › Hinsichtlich der Vergütung veränderter Kompetenzprofile erwarten 55 Prozent der Befragten zukünftig eine andere (individuellere) Form von Kompensation.

Arbeitsorganisation und Mitbestimmung:

- › **Betriebliche Mitbestimmung wird dynamischer.** 50 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass betriebliche Mitbestimmung durch neue Freiheitsgrade einerseits schwieriger, jedoch gleichzeitig durch den Einsatz neuer Technologien vereinfacht wird.
- › Die zunehmende **Digitalisierung der Arbeitsprozesse macht Arbeitsergebnisse transparenter.** Die Hälfte der Befragten erwartet, dass die Mitarbeiter diese Entwicklung trotzdem aktiv mitgestalten, Teilaspekte der individualisierten Leistungsmessung aber ablehnen.
- › Als eine Konsequenz der Einführung von Industrie 4.0 in den Unternehmen erwarten 63 Prozent der Befragten eine **Flexibilisierung der Arbeitszeitsysteme.**

Wenngleich heute noch nicht eindeutig absehbar ist, welche dominierenden Industrie 4.0-Konzepte und Lösungen sich in der betrieblichen Praxis durchsetzen werden, deuten alle Anzeichen darauf hin, dass die Digitalisierung nach der Wissensarbeit auch die industrielle Wertschöpfung tiefgreifend verändern wird.

Die technischen Voraussetzungen sind vielfach bereits vorhanden oder werden gerade in den Unternehmen implementiert. Die Notwendigkeit des Aufbaus von – nicht nur fachlichen – Qualifikationen ist in den Unternehmen angekommen.

Neben der Umsetzung neuer und wirtschaftlicher Lösungen existieren große Herausforderungen im Bereich der Arbeitsorganisation. Industrie 4.0 wird Arbeitsprozesse verändern. Die Gestaltung der Auswirkungen auf Flexibilität, Entgelt, betriebliche Mitbestimmung und die Arbeitstätigkeiten selbst werden über Umsetzungstiefe und -geschwindigkeit entscheiden – und somit über Erfolg und Misserfolg der vierten industriellen Revolution.

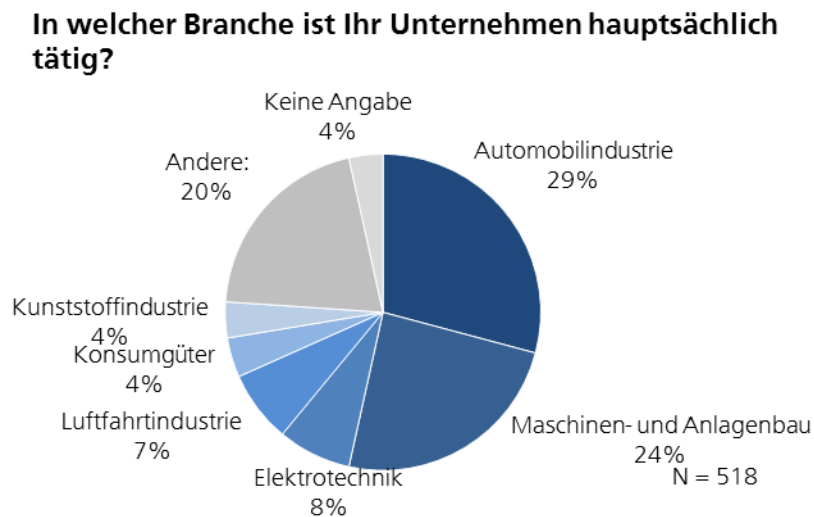
3 Ausgangssituation und Motivation der Studie

Industrie 4.0 – mit diesem Begriff werden Erwartungen tiefgreifender Veränderungen der industriellen Wertschöpfung im Ausmaß einer industriellen Revolution verbunden. Für viele ist die mit dem Begriff verknüpfte intelligente Vernetzung der Produktion der logische nächste Schritt einer (wenn auch sehr dynamischen) evolutionären Digitalisierung unserer Wirtschaft, unseres Wissens und unseres Miteinanders.

Für die Studie »Industrie 4.0 – eine Revolution der Arbeitsgestaltung« befragte das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) Stuttgart im Auftrag der Unternehmensberatung Ingenics insgesamt **518 Industrieunternehmen** in Deutschland.

Die Befragung erfolgte in Form eines per Post und per E-Mail versandten Fragebogens an **Produktionsverantwortliche und Geschäftsführer** im Zeitraum vom 15. Juli bis zum 30. September 2014.

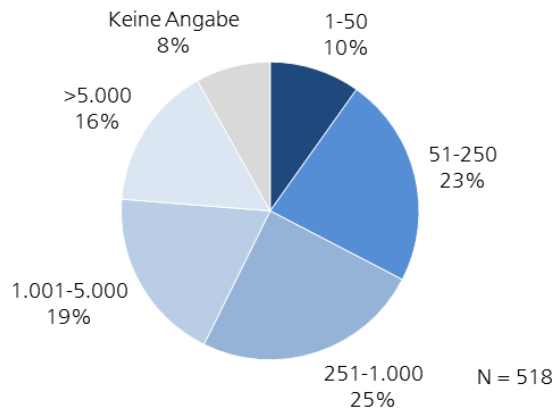
Ein Schwerpunkt lag auf Unternehmen der Automobilindustrie sowie des Maschinen-



und Anlagenbaus mit insgesamt knapp über der Hälfte der Teilnehmer.

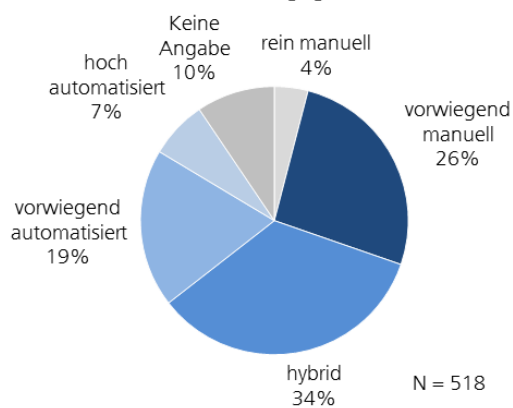
Ein Drittel der Befragten (33 Prozent) arbeitet in Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeiter (KMU); 60 Prozent in Großunternehmen.

Wie viele Produktionsmitarbeiter waren 2013 an Ihrem Standort beschäftigt?

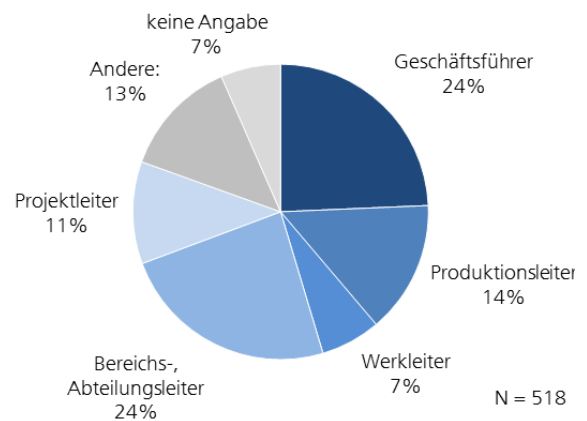


An der Umfrage nahmen Unternehmen aller Unternehmensgrößen und Automatisierungsgrade – von manueller bis hoch automatisierter Produktion – teil. Die Teilnehmer teilen sich ungefähr gleichmäßig auf Unternehmen manueller und vorwiegend manueller Produktion (30 Prozent), hybrider Produktion (34 Prozent) und automatisierter bzw. hoch automatisierter Produktion (26 Prozent) auf.

Wie würden Sie Ihre Produktion in Bezug auf den Automatisierungsgrad beschreiben?



Welche Funktion üben Sie im Unternehmen aus?

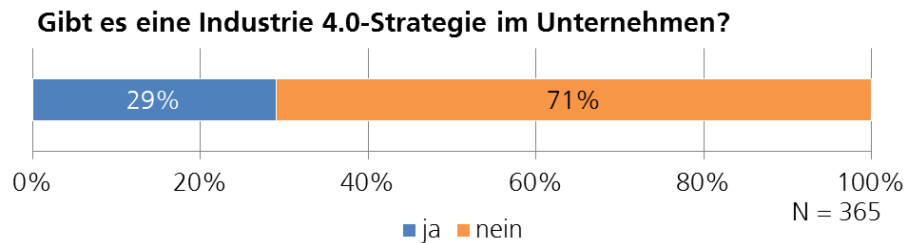
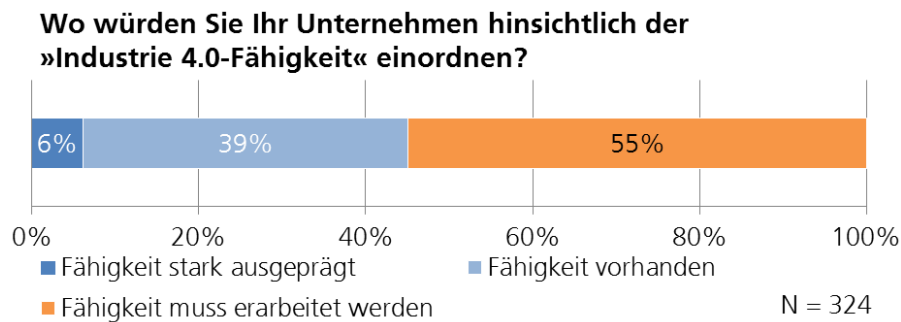


4 Umsetzung von Industrie 4.0: eine Herausforderung für Unternehmen, Datenqualität und Mitarbeiter

Die erwarteten Produktivitätspotenziale werden nicht ohne Veränderungen und Investitionen realisiert werden können. Um die mit Industrie 4.0 verknüpften Erwartungen zu erfüllen, wird es notwendig, Unternehmen auf die anstehende Entwicklung vorzubereiten, die Beteiligten einzubinden und Projekte zur Automatisierung und Digitalisierung der direkten und indirekten Geschäftsprozesse aufzusetzen.

4.1 Industrie 4.0-Fähigkeit deutscher Unternehmen muss erst erarbeitet werden

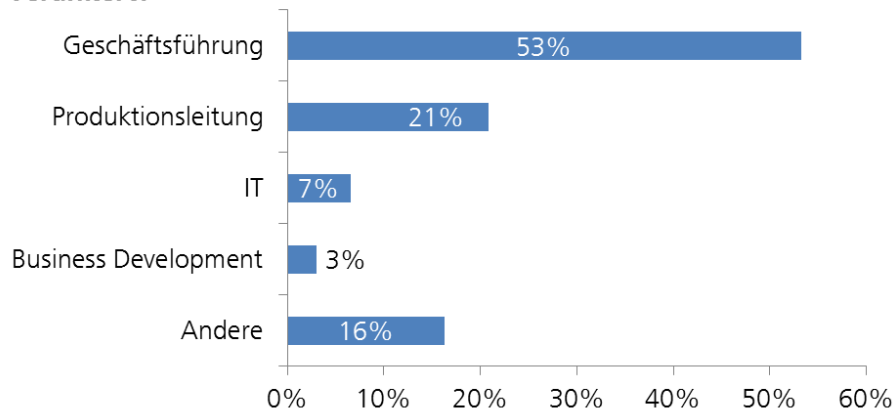
Heute schätzen lediglich 6 Prozent der Befragten die Industrie 4.0-Fähigkeit ihres Unternehmens als bereits stark ausgeprägt ein. Demgegenüber steht eine Mehrheit von 55 Prozent der Unternehmen, deren Industrie 4.0-Fähigkeit erst erarbeitet werden muss.



In lediglich 29 Prozent der befragten Unternehmen existiert bereits eine explizit ausgewiesene Industrie 4.0-Strategie. Wenn vorhanden, wird diese mehrheitlich (53 Prozent) von der Geschäftsführung verantwortet. Lediglich 22 Prozent der Unternehmen haben ein eigenes Budget für das Thema Industrie 4.0 ausgewiesen (von 0,01 – 20 Prozent des Jahresumsatzes).

Wenn es eine Strategie gibt, wo ist diese in Ihrem Unternehmen verankert?

N = 197

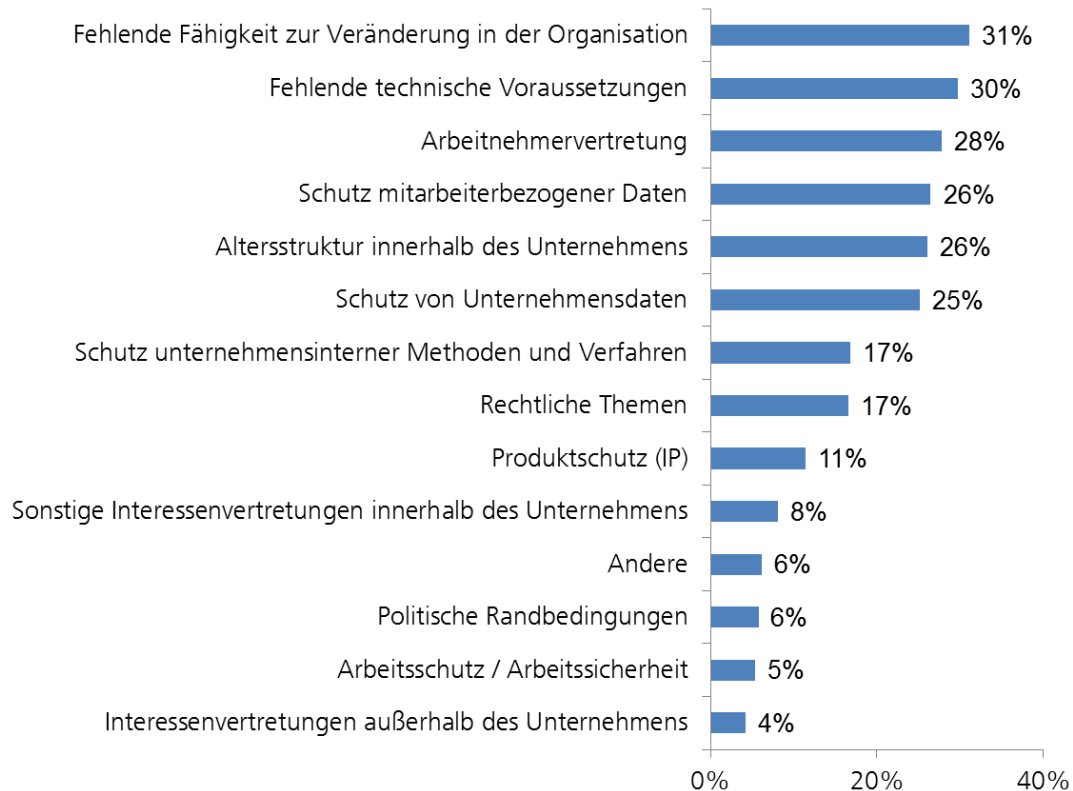


- › Verglichen mit der medialen Präsenz des Themas und der Erwartungshaltung hinsichtlich der Auswirkungen auf Effizienzsteigerungen in Auftragsabwicklung und Supply Chain überrascht der geringe Durchdringungsgrad von Industrie 4.0. Vor dem Hintergrund der Unschärfe des Begriffs »Industrie 4.0« steht zu vermuten, dass Themen und Projekte im Bereich echtzeitfähiger, intelligenter Vernetzung von Menschen, Maschinen und Objekten in den Unternehmen unter anderen Initiativen und »Überschriften« verfolgt werden.

4.2 Veränderungsfähigkeit der Unternehmen als Haupthemmnis für die Umsetzung

Als Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion werden die fehlende Veränderungsfähigkeit innerhalb der Organisation sowie fehlende technische Voraussetzungen angesehen. Fast ein Drittel der Unternehmen stimmt diesen Aussagen zu. Ebenso bedeutend für eine erfolgreiche Umsetzung ist der Umgang mit der Arbeitnehmervertretung (28 Prozent), der Schutz mitarbeiterbezogener Daten (26 Prozent) sowie die Berücksichtigung der Altersstruktur innerhalb des Unternehmens (26 Prozent).

Hemmnisse für die Implementierung von IT-Innovationen in der Produktion N = 326

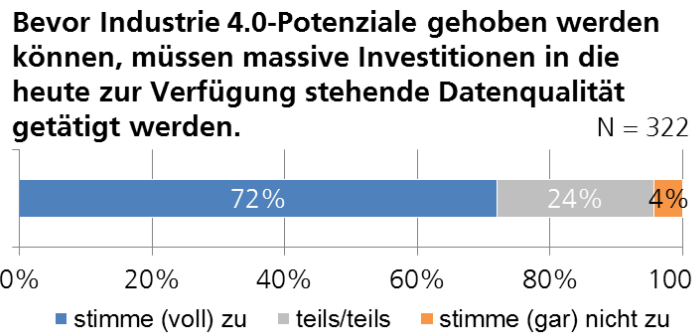


- › Entgegen der Erwartungshaltung werden von den Befragten organisatorische Hemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion gleich kritisch oder gar kritischer gesehen als technische Restriktionen.

4.3 Massive Investitionen in Datenqualität notwendig

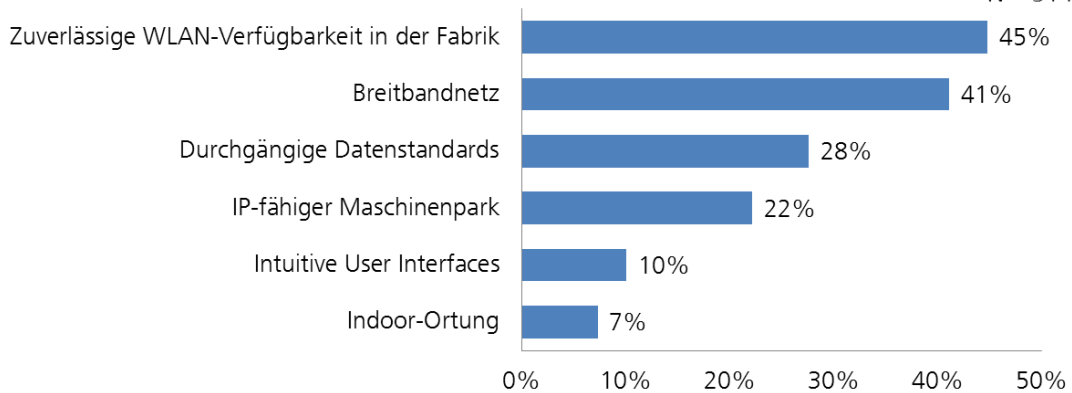
Industrie 4.0-Anwendungsfälle benötigen eine aktuelle, für die jeweilige Nutzung genaue und verlässliche, Datengrundlage. Diese steht jedoch heute in den meisten Fällen noch nicht zur Verfügung. 72 Prozent der Befragten stimmen der Aussage zu, dass bevor Industrie 4.0-Potenziale gehoben werden können, massive Investitionen in die heute zur Verfügung stehende Datenqualität getätigt werden müssen. Herausforderungen im Bereich der Datenqualität betreffen derzeit beispielsweise die Genauigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der zur Verfügung stehenden Stammdaten der eingesetzten ERP- und MES-Systeme. Heute werden diese vor allem „offline“ genutzt, um Planungs- und Optimierungsprozesse anzustoßen, zu verfolgen und zu bewerten. Für die eigentliche Steuerung der Produktion sind vielfach bewährte selbst-

regelnde Systeme wie bspw. Kanban-Regelkreise im Einsatz. Zukünftig ist zu erwarten, dass durch die stärkere Vernetzung echtzeitnahe Planung und Steuerung viel stärker direkt über die IT-Systeme laufen wird. Zudem sind notwendige Daten auch noch nicht in den Systemen hinterlegt, die eine bessere Steuerung der Unternehmensprozesse erlauben würden; beispielsweise exakte Positionsdaten von mobilen Objekten, wie Werkzeugen, Werkstücken oder Behältern.



Hinsichtlich der technischen Voraussetzungen steht eine zuverlässige Breitband- und WLAN-Verfügbarkeit (45 bzw. 41 Prozent) bereits bei fast der Hälfte der Unternehmen zur Verfügung. Diese Quote deckt sich mit den hohen Erwartungen politischer Initiativen im Bereich des Internet-Ausbaus, gerade für Industrieunternehmen (Digitale Agenda und Breitbandstrategie der Bundesregierung). Weitere sinnvolle Infrastruktur-Voraussetzungen, wie ein IP-fähiger Maschinenpark (22 Prozent), intuitive User Interfaces (10 Prozent) oder Systeme zur Indoor-Ortung (7 Prozent) sind in den Unternehmen erst in Grundzügen erkennbar.

Welche Grundvoraussetzungen bezüglich der technischen Infrastruktur sind in Ihrem Bereich heute bereits vorhanden? N = 314



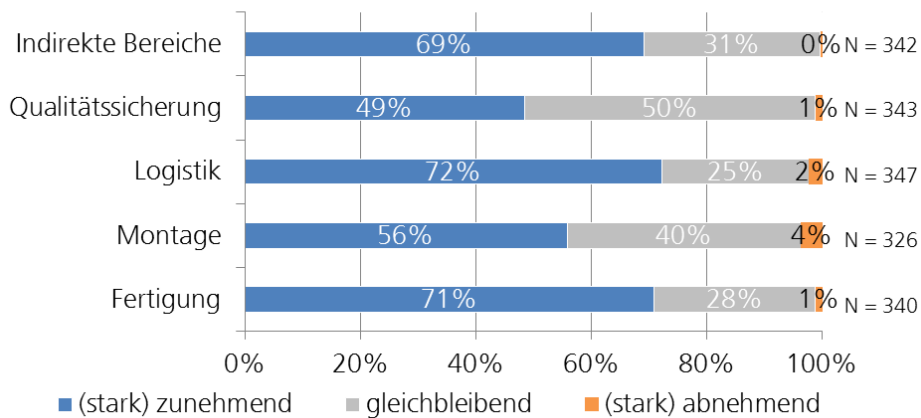
- › Die Grundlage für Industrie 4.0 in Form durchgängiger Breitbandvernetzung und verfügbarer Datennetze ist bereits vorhanden oder wird in Kürze geschaffen. Auch in der Produktion!

5 Hohe Erwartungen an Automatisierung und Digitalisierung der Auftragsabwicklung

5.1 Automatisierung der Produktion nimmt weiter Fahrt auf

Eng verknüpft mit der Zielsetzung einer intelligenten Vernetzung in einer Industrie 4.0 sind Automatisierung und Digitalisierung der industriellen Wertschöpfung.

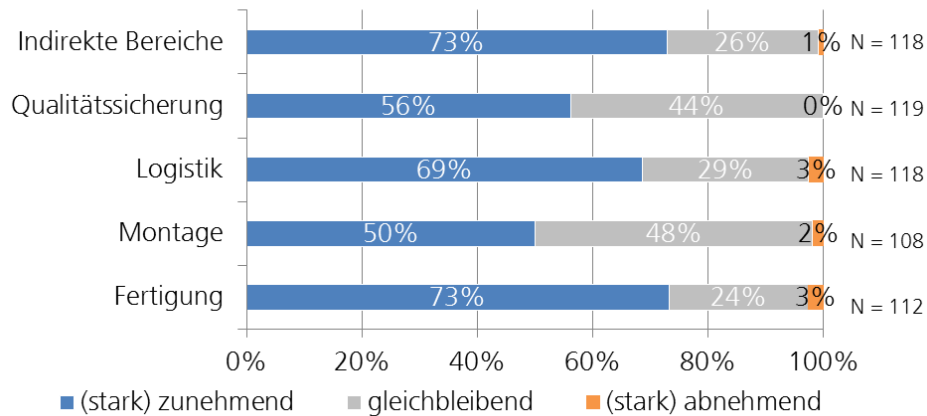
Erwartete Entwicklung des Automatisierungsgrads über die nächsten 5 Jahre



Bezogen auf die wesentlichen Produktionsprozesse erwarten mehr als 70 Prozent der Unternehmen eine zunehmende Automatisierung von (Intra-)logistik und Fertigung und immerhin 56 Prozent eine weiter steigende Automatisierung der Montage. Lediglich im Bereich der Qualitätssicherung erwartet weniger als die Hälfte der Befragten einen steigenden Automatisierungsgrad. Auffallend ist, dass im Bereich der indirekten Bereiche, insbesondere in der Planung und Steuerung der Produktion 69 Prozent von höherer Automatisierung ausgehen.

Diese Einschätzung wird quer über alle Branchen und Unternehmensgrößen geteilt. Kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeitern erwarten in Summe einen noch stärkeren Anstieg des Automatisierungsgrads in Fertigung, Qualitätssicherung sowie in den indirekten Bereichen. Demgegenüber wird das Automatisierungspotenzial in den Bereichen Montage und Logistik als leicht geringer eingestuft.

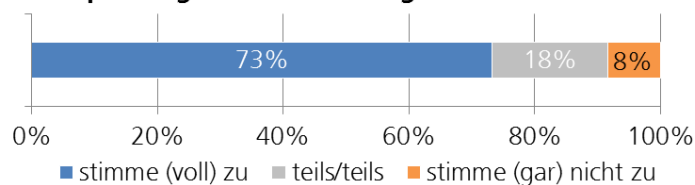
Erwartete Entwicklung des Automatisierungsgrads über die nächsten 5 Jahre in kmU



5.2 Qualität bleibt weiter fundamentale Zielgröße deutscher Unternehmen

Neben den mit zunehmender Automatisierung verknüpften Erwartungen auf erhöhte Produktivität, kommt auch weiterhin der Qualität als Zielgröße deutscher Unternehmen eine zentrale Rolle zu. 73 Prozent der Befragten gehen davon aus, dass die Bedeutung von Qualitätsthemen und -prüfungen weiter zunehmen wird.

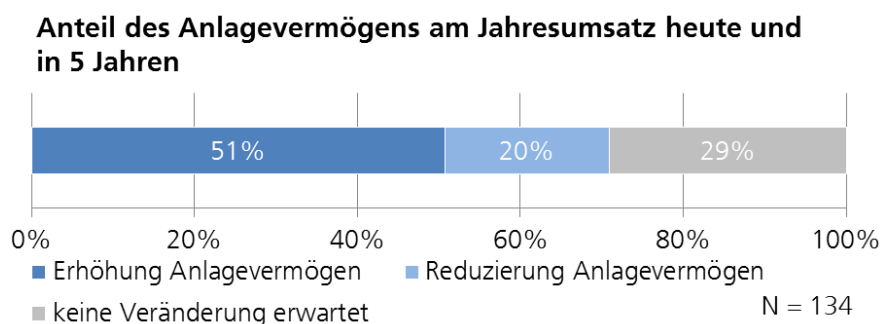
Zukünftig wird die Bedeutung von Qualitätsthemen und -prüfungen weiter ansteigen. N = 336



- › Verglichen mit der Erwartungshaltung einer höheren Automatisierung im Bereich der Qualitätssicherung liegt der Anteil der Zustimmung hier weit über der Erwartungshaltung zunehmender Automatisierung im Bereich der Qualitätssicherung (73 Prozent gegenüber 49 Prozent). Dies kann darin begründet liegen, dass die entsprechenden Prozesse entweder bereits automatisiert sind oder die relevanten Qualitätsparameter (bspw. Sichtprüfungen und Haptik) als momentan nicht weiter automatisierbar eingeschätzt werden.

5.3 Automatisierung erhöht den Anteil des Anlagevermögens

Der erwartete steigende Automatisierungsgrad spiegelt sich auch in einer Zunahme des Anteils des Anlagevermögens über die kommenden 5 Jahre wider. 51 Prozent der Unternehmen gehen von einer Erhöhung des Anlagevermögens aus. Demgegenüber erwarten 20 Prozent eine Reduzierung des Anteils des Anlagevermögens. Die Einschätzung ist nahezu identisch für die Untergruppe der KMU. Hier erwarten ebenso 51 Prozent der Unternehmen eine Erhöhung des Anlagevermögens.



- › In der Konsequenz des erwarteten Automatisierungsgrades werden voraussichtlich für die Ausrüster im Bereich Maschinen- und Anlagenbau die Chancen steigen, flexible Automatisierungskonzepte und neue Formen der Maschinennutzung (bspw. Betreibermodelle) zu etablieren.

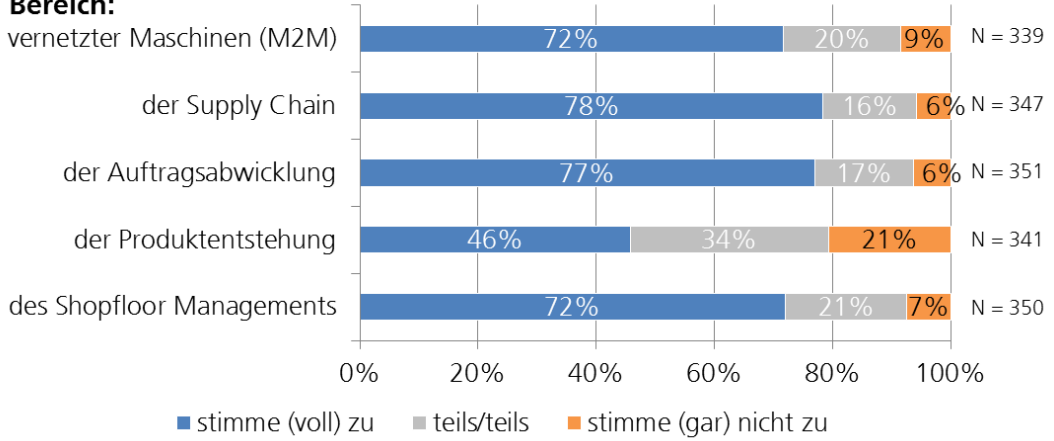
5.4 Vom Shopfloor bis zur Supply Chain – durchgängig hohe Effizienzsteigerungen erwartet

Die Erwartungshaltungen an Industrie 4.0 in den Unternehmen sind hoch. 78 Prozent der Befragten erwarten Effizienzsteigerungen der Supply Chain. Eine effizientere Auftragsabwicklung erwarten 77 Prozent.

Auch in den Bereichen der Maschinenvernetzung (72 Prozent) und der Digitalisierung des Shopfloor Managements (72 Prozent) werden hohe Effizienzpotenziale gesehen. Überraschenderweise wird im Bereich einer effizienteren Produktentstehung weniger Potenzial gesehen. Lediglich 46 Prozent der Befragten sehen hier einen eindeutigen Mehrwert von Industrie 4.0.

Der Mehrwert von Industrie 4.0 liegt in einer Effizienzsteigerung im

Bereich:

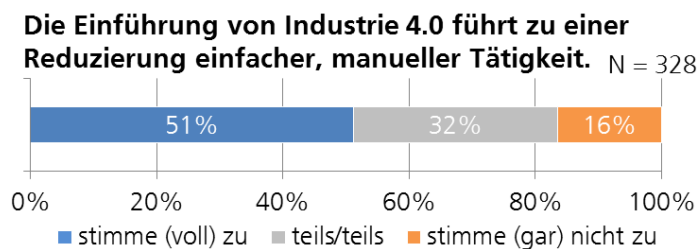


- › Die Erwartungshaltung an die Digitalisierung und Automatisierung der industriellen Wertschöpfung ist hoch. Gerade im Bereich der horizontalen Integration der Auftragsabwicklung und der gesamten Supply Chain werden signifikante Effizienzpotenziale gesehen.

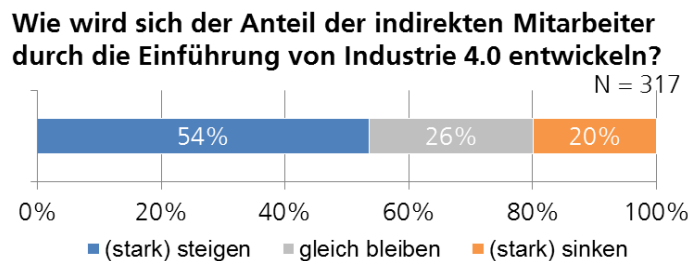
6 Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation

6.1 Einfache Arbeit wird weiter abnehmen

Industrie 4.0 führt zu einer Reduzierung einfacher, manueller Tätigkeit. Diese Erwartungshaltung teilen 51 Prozent der Befragten. Gleichzeitig erwarten 54 Prozent der Befragten, dass die Anzahl indirekter Mitarbeiter steigt. Dieses Ergebnis deckt sich tendenziell mit den Ergebnissen aktueller Studien zu den Auswirkungen von Technologiesprüngen auf Arbeit und Beschäftigung [9], [10], [11]. Die Ergebnisüberdeckung ist nicht überraschend, da erwartete Produktivitätserhöhungen gemeinhin durch den Ersatz manueller Tätigkeiten erzielt werden [12], [13]. Beispielsweise wird durch die intelligente Vernetzung in der Produktion eine signifikante Reduzierung der manuellen Abstimmungs- und Klärungsprozesse erwartet. [12]



Allerdings deuten die Ergebnisse auf einen Widerspruch hin, wird doch gleichzeitig eine starke Automatisierung der indirekten Bereiche (Abschnitt 4) erwartet. Bei einer ähnlich spürbaren Effizienzsteigerung in den direkten und indirekten Produktionsbereichen dürfte sich der Anteil der indirekten Mitarbeiter in der Gesamtbelegschaft durch die Einführung von Industrie 4.0 somit eigentlich nicht drastisch erhöhen.

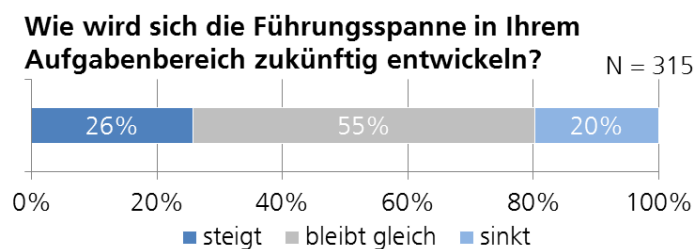


Hinsichtlich der Auswirkungen auf Arbeitsplätze und Beschäftigung ist weiterhin zu erwarten, dass neben einem negativen Beschäftigungssaldo einfacher Tätigkeiten in den (befragten) Produktionsunternehmen weitere positive Effekte zu erwarten sind.

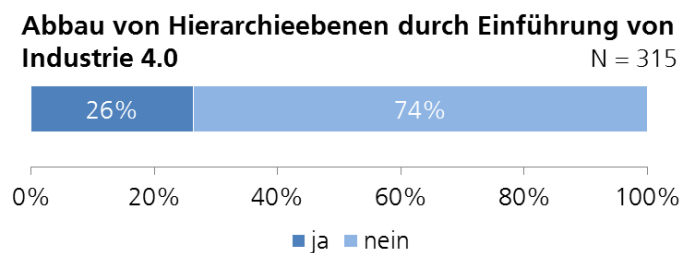
- › Lassen sich die erwarteten Produktivitätspotenziale von Industrie 4.0 verwirklichen, werden in den heute bestehenden Fabriken und Wertschöpfungsketten – bei gleicher Auslastung – zukünftig weniger Mitarbeiter benötigt. Dies kann sich sowohl im Bereich geringqualifizierter Arbeitsplätze auswirken, wo einfache Routineaufgaben, wie Einlege- oder Beladetätigkeiten durch Automatisierung ersetzt werden, als auch im planenden und steuernden Bereich, wo vernetzte intelligente Steuerungen Routineentscheidungen übernehmen. Andererseits werden durch die Erhöhung der Prozesseffizienz Produkte auch wettbewerbsfähiger herstellbar. Kann dadurch eine höhere Nachfrage befriedigt werden, ermöglicht dies den Erhalt der bestehenden oder gar die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze durch Wachstum. Die Gefährdung von Arbeitsplätzen durch die produktivitätssteigernden Technologien einer Industrie 4.0 ist durchaus ambivalent zu sehen. Ein »Verzicht« auf eine Industrie 4.0 in Deutschland kann in viel größerem Umfang Arbeitsplätze gefährden, falls sich Wettbewerber aus anderen Nationen hier einen Vorteil schaffen und die führende Position deutscher Produktionsunternehmen übernehmen.

6.2 Führung wird wichtiger – jedoch nicht unbedingt direkter

Die Bedeutung des Themas Führung wird durch Industrie 4.0 zunehmen. Darauf weisen die erwarteten Effekte von Digitalisierung und Automatisierung hin. Entscheidungen werden zukünftig schneller und dynamischer gefällt werden müssen. Ihre Konsequenzen werden gleichzeitig weitreichender sein, wenn die Vernetzung von Wertschöpfungsketten weiter zunimmt. Gleichzeitig werden Teile von Entscheidungen an intelligente Systeme abgegeben.



Selbstorganisation und dezentrale Entscheidungsfindung gewinnen an Bedeutung [14]. Einschlägige Studien verweisen darauf, dass die »Führungskräfte 4.0« ihre Komfortzone verlassen und wieder stärker an den Ort der Wertschöpfung rücken sollten [15]. Allerdings erwarten lediglich 20 Prozent, dass die Führungsspanne, d.h. die Anzahl der direkt von einer Führungskraft geführten Mitarbeiter sinken wird. Demgegenüber stehen 26 Prozent der Befragten, die gar von einer Erhöhung der Führungsspanne ausgehen.



Ein ähnliches Resultat ergibt die Frage nach einem Abbau von Hierarchieebenen. 74 Prozent der Befragten erwarten nicht, dass durch die Einführung von Industrie 4.0 Hierarchieebenen verschwinden.

- › Das Ergebnis überrascht; wird doch das Fehlen organisatorischer Veränderungsbereitschaft als Haupthemmnis für die Umsetzung von Industrie 4.0 genannt. Gleichzeitig gehen die Befragten aber weder von einer Reduzierung der Führungsspanne noch von einem Abbau von Hierarchieebenen aus. Die zukünftige Entwicklung dieses Themas lässt allerdings viel erwarten, zeichnet sich doch schon heute ab, dass die indirekte Führung verteilter Teams, Führung via Mobilgerät und Social Media rasant an Bedeutung gewinnen.

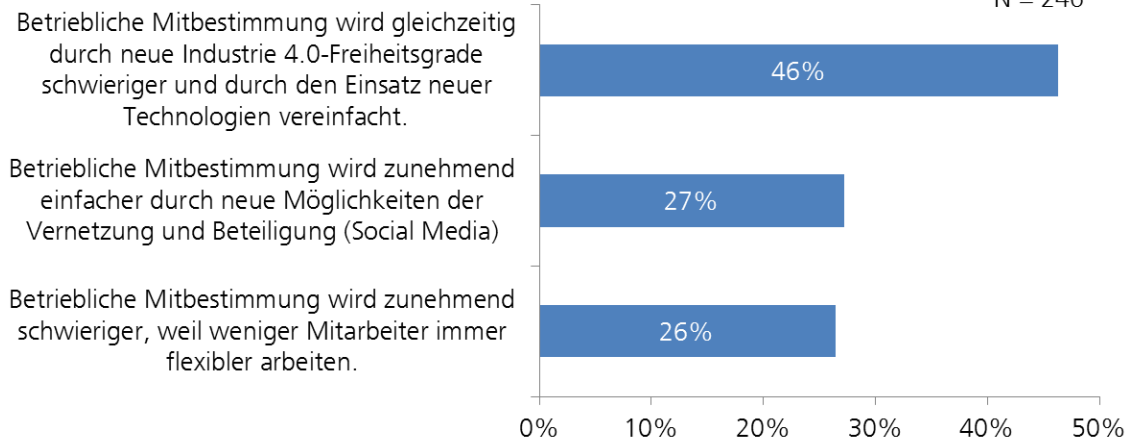
6.3 Betriebliche Mitbestimmung wird gleichzeitig einfacher und schwieriger

Gerade in der deutschen Industrie stellt eine stabil funktionierende Sozialpartnerschaft einen Erfolgsgarant dar. Vor dem Hintergrund einer Veränderung der Tätigkeiten durch Automatisierung und Digitalisierung und das Aufkommen neuer Möglichkeiten durch Industrie 4.0 steht zu erwarten, dass sich auch die betriebliche Mitbestimmung verändern wird. Die konkrete Ausprägungsrichtung bleibt jedoch heute noch offen. Die Mehrzahl von 50 Prozent der Befragten erwartet, dass sich betriebliche Mitbestimmung verändern wird. Erste Ansätze dafür existieren bereits heute und werden in Unternehmen erprobt [16]. Sie wird einfacher durch neue Möglichkeiten der Vernetzung und Beteiligung; gleichzeitig aber erschwert durch neue Freiheitsgrade

der durchgängigen Vernetzung. Betriebliche Mitbestimmung wird in Zukunft nicht einfacher oder schwieriger, sondern anders aussehen als heute.

Auswirkungen auf die betriebliche Mitbestimmung

N = 246

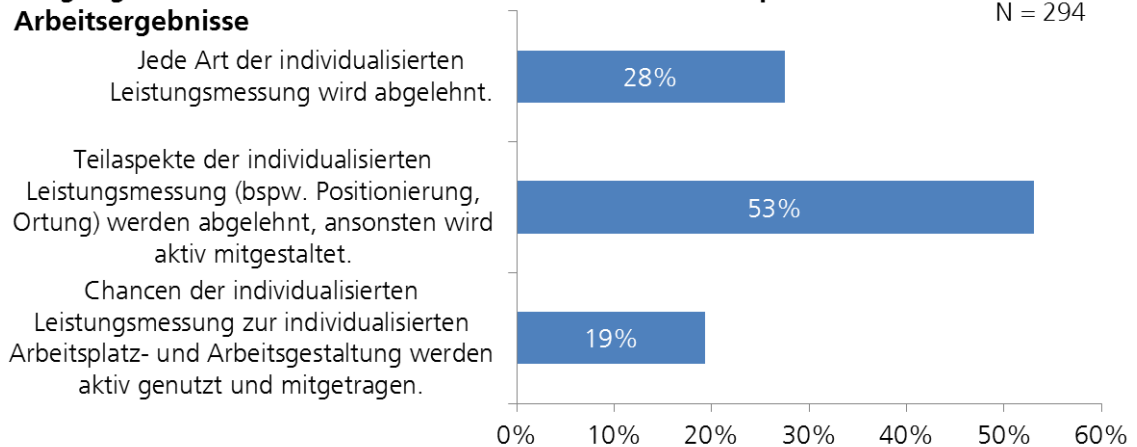


6.4 Die Grenzen individualisierter Leistungsmessung werden neu gezogen

Wenn Automatisierung und Digitalisierung sich in deutschen Unternehmen durchsetzen sollen, erfordert dies eine Einbeziehung der Mitarbeiter.

Umgang der Mitarbeiter mit der erwarteten höheren Transparenz der Arbeitsergebnisse

N = 294

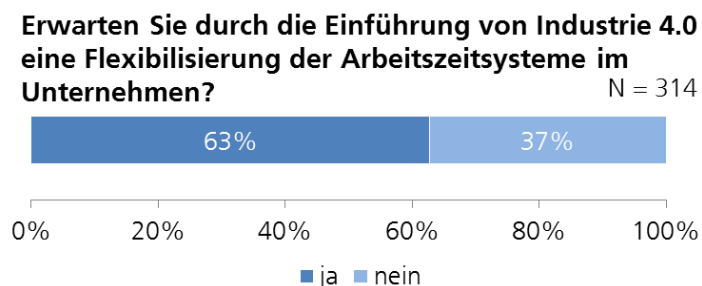


Echtzeitfähige Systeme und eine dynamischere Nutzung der Produktionsdaten eröffnen eine höhere Transparenz der Arbeitsergebnisse bis hin zum „gläsernen“ Mitarbeiter. Gleichzeitig erlauben die neuen Möglichkeiten Chancen der Individualisierung der Arbeitsumgebung. 53 Prozent der Unternehmen erwarten, dass in diesem Spannungsfeld Mitarbeiter die Umsetzung von Industrie 4.0 aktiv mitgestalten werden, aber Teilaspekte der individualisierten Leistungsmessung (wie die Bestimmung und Nutzung der Positionsdaten der Mitarbeiter) abgelehnt werden. Demgegenüber stehen 28 Prozent der Befragten, die erwarten, dass jede Art der individualisierten Leistungsmessung abgelehnt wird und 19 Prozent, die eine proaktive Gestaltung durch die Mitarbeiter erwarten.

- › Individuelle Leistungsmessung wird nicht per se durch die Mitarbeiter abgelehnt; Teilaspekte werden jedoch durchaus kritisch bewertet. Tendenziell wird von einer aktiven Mitgestaltung der zukünftigen Arbeitsumgebung durch die Mitarbeiter ausgegangen. Gleichwohl ist es erforderlich, dass der Umgang mit digitalen Hilfsmitteln eingeführt, geschult und gesteuert wird. Der Gestaltung der Einführung des Veränderungsprozesses im Unternehmen wird somit eine entscheidende Rolle zukommen. Gleiches lässt sich für partizipative Einbeziehung der Mitarbeiter erwarten.

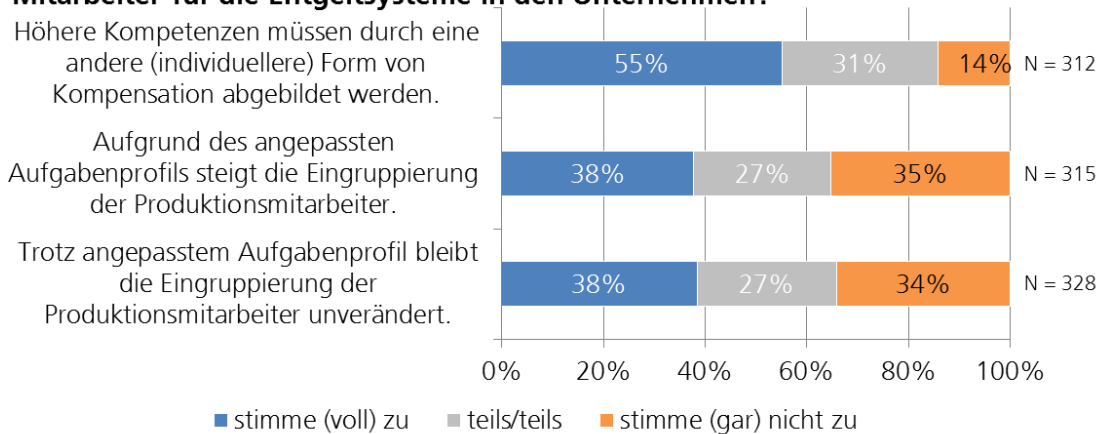
6.5 Arbeit wird zeitlich flexibler – und individueller vergütet

Durch die Einführung neuer Technologien, die Nutzung echtzeitnaher Entscheidungsprozesse und die Zunahme an Selbstorganisation wird eine Flexibilisierung der Arbeitszeitsysteme erwartet. Als eine Konsequenz der Einführung von Industrie 4.0 in den Unternehmen prognostizieren 63 Prozent der Befragten eine weitere Flexibilisierung der Arbeitszeitsysteme.



Höhere und individuellere Arbeitszeitflexibilität sowie veränderte Aufgabenprofile der Mitarbeiter werden zudem die heute bestehenden Entgeltsysteme vor neue Herausforderungen stellen. Wenngleich in Summe von einer Höherqualifizierung der Mitarbeiter ausgegangen wird, teilen nur 38 Prozent der Befragten die Ansicht, dass gleichzeitig die jeweilige Eingruppierung der Tätigkeit steigen wird. Genauso viele Befragte (38 Prozent) gehen von einer Beibehaltung der heutigen Eingruppierung aus. Weit mehr (55 Prozent) erwarten, dass höhere Kompetenzen zukünftig durch eine andere (individuellere) Form von Kompensation abgebildet werden.

Was bedeuteten veränderte und ggf. erhöhte Anforderungen an die Mitarbeiter für die Entgeltsysteme in den Unternehmen?

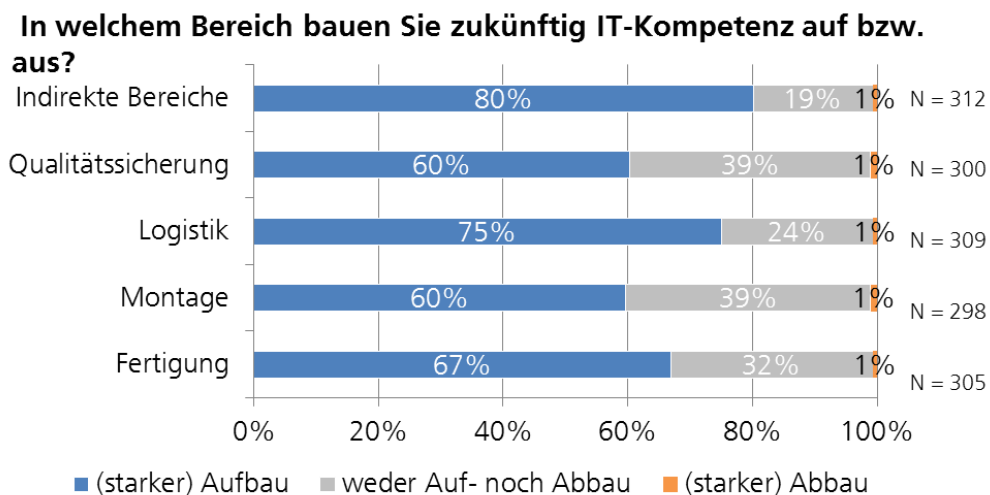


- › Eine Zunahme (mitarbeiter-) individuellerer Kompensationsformen verlangt die Einbeziehung beeinflussbarer Ziele. Kriterien wie Produktivität und Durchlaufzeit genauso wie individuelle Flexibilität der Mitarbeiter, erfordern Vergleichbarkeit und akzeptierte Strukturen. Zukünftige Arbeitssysteme müssen den individuellen Leistungsunterschieden der Mitarbeiter gerecht werden. Der an dieser Stelle durch die Digitalisierung entstehende Veränderungsdruck wird durch den demographischen Wandel verstärkt. Auch muss die Arbeitsgestaltung Lösungen zur Integration von Mitarbeitern mit unterschiedlichen Leistungsgraden finden Sowohl bei den der Produktionssystemen als auch bei der Arbeitszeitgestaltung und den Entgeltstrukturen.

7 Auswirkungen auf Qualifikation und Kompetenzentwicklung

7.1 Flächendeckender Aufbau von IT-Kompetenz in der Produktion geplant

Dem Thema Qualifizierung kommt voraussichtlich die Rolle eines kritischen Pfades bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu. Das Qualifikationsprofil der Mitarbeiter ist heute vielfach bereits spezialisiert und auf die betrachteten Technologiebereiche – Mechanik, Elektronik, IT - ausgerichtet. Umsetzungskompetenz im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik ist vielfach nicht in nötigem Maß in der Produktion vorhanden, funktional in anderen Unternehmensbereichen angesiedelt (Unternehmens-IT) oder nicht auf dem Stand heutiger technischer Möglichkeiten.



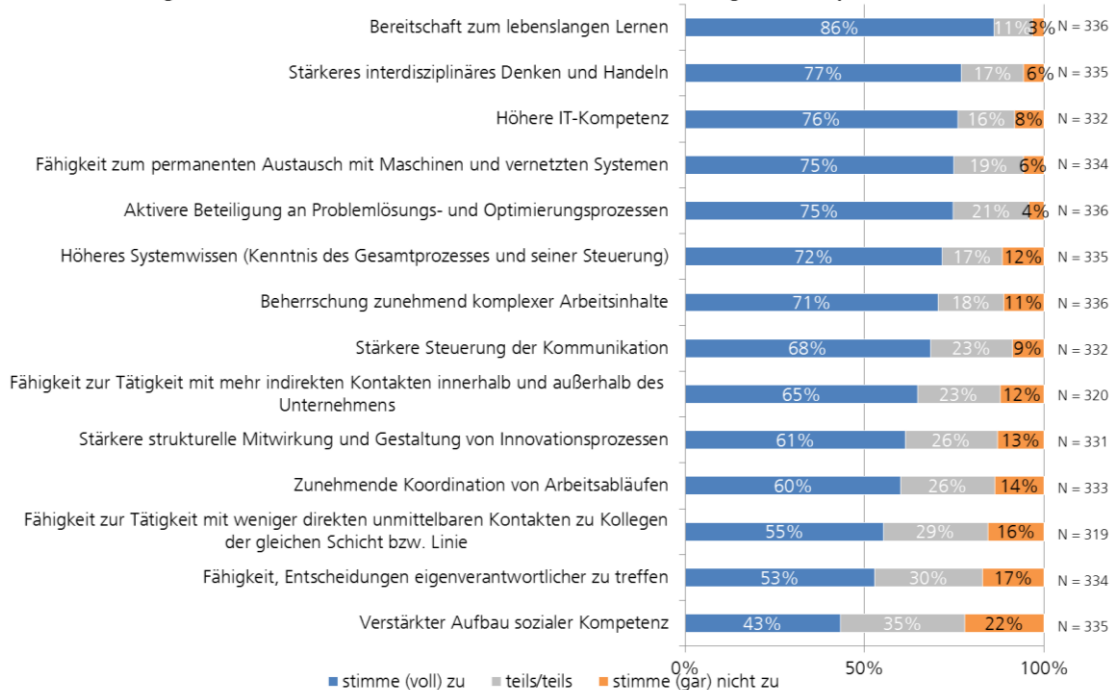
Laut den Umfrageergebnissen planen Unternehmen bereits heute massiv den Auf- und Ausbau von IT-Kompetenz. Dies betrifft in erster Linie die indirekten Bereiche wie Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung und -steuerung (80 Prozent). Auch im Bereich der (Intra-)Logistik (75 Prozent), der Fertigung (67 Prozent), Qualitätssicherung und Montage (je 60 Prozent) werden IT-Kompetenzen zukünftig weiter aufgebaut.

7.2 Handlungskompetenzen und Fachwissen gleichermaßen gefordert

Hinsichtlich der konkret benötigten Kompetenzen in der Produktion werden noch vor höherer IT-Kompetenz (76 Prozent) die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen (86 Prozent) sowie stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln (77 Prozent) von den Befragten aufgeführt. In Summe wird beim Betrachten der Ergebnisse deutlich, dass

gerade Kompetenzen, die auf eine Erhöhung der Handlungssicherheit und die aktive Prozessverbesserung ausgerichtet sind, von den Befragten als besonders wichtig eingeschätzt wurden.

Die Einführung von Industrie 4.0 erfordert vom Produktionsmitarbeiter folgende Kompetenzen:



- › Die Fähigkeit, Prozessverantwortung zu übernehmen, diese weiterzuentwickeln sowie in vernetzten und domänenübergreifende Prozessen zu denken und zu handeln, bildet neben der Erhöhung der IT-Kompetenz die wichtigsten qualifikationstechnischen Handlungsfelder ab. Der Aufbau dieser Kompetenzen über alle Bereiche der Produktion sowie die Umsetzung in anwendungsnahe Qualifizierung stellen eine Herausforderung dar, der sich alle Beteiligten bereits heute stellen müssen.

8 Industrie 4.0 – Hintergrund und Zielsetzung

Eine allgemeingültige und verbindliche Definition des Begriffs »Industrie 4.0« liegt bis heute noch nicht vor.

Obwohl der Begriff momentan in aller Munde ist, erstreckt sich das Begriffsverständnis sehr weit und bezeichnet, je nach Blickwinkel und Interessenlage, eine volkswirtschaftliche Programmatik zur Stärkung des Industriestandorts Deutschlands oder wahlweise Europas [5] bis hin zur Umsetzung von Teilaspekten der Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfung [6]. Eine abgestimmte definitorische Abgrenzung existiert momentan nicht. Am weitesten verbreitet ist die Arbeitsdefinition der Plattform Industrie 4.0 (vgl. [3]):

Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten.

Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.

Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten.

Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.

Für die vorliegende Studie wird von einem Verständnis des Begriffskerns von **Industrie 4.0 als »echtzeitfähige, intelligente Vernetzung von Menschen, Maschinen und Objekten zu einem Management von Systemen in der industriellen Wertschöpfung«** ausgegangen (in Anlehnung an [8]).

Mit Industrie 4.0 werden zahlreiche unterschiedliche Zielrichtungen eng verknüpft. Im Rahmen der formulierten »Dualen Strategie« [2] sollen einerseits Produkte und produktnahe Services entwickelt und somit die heimische Industrie als Leitanbieter vernetzter intelligenter Produkte positioniert werden. Gleichzeitig sieht die zweite Seite der Strategie vor, dass deutsche Unternehmen innovative Industrie 4.0-Technologien in ihre Wertschöpfungsprozesse integrieren und somit einen Leitmarkt für den industrietauglichen Einsatz der neuen Lösungen schaffen. Die Handlungsempfehlungen der Forschungsunion unterscheiden drei wesentliche Stoßrichtungen:

- › Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke
- › Durchgängigkeit des Engineering über die gesamte Wertschöpfungskette
- › Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme.

Sichtbar wird sie in Form von vernetzten Produktionsanlagen, einer höheren Durchgängigkeit der IT-Systeme, intelligenten Werkstücken, Werkzeugen und Transporthilfsmitteln sowie der Nutzung mobiler Kommunikationstechnik. In der Konsequenz der Entwicklung werden gänzlich neue Geschäftsmodelle auf Produkt- und Produktionsseite erwartet. Zusammen mit einer neuen Stufe der Automatisierung werden Produktivitätsverbesserungen erwartet, die das Format einer vierten industriellen Revolution haben. Möglich gemacht wird dies durch einen Preisverfall im Bereich der industrienahen Hard- und Software – Leichtbauroboter, Tablet-PC, RFID-Tags und Transponder, aber auch Sensorik und Speicherplatz. Diese sind heute bezahlbar und problemlos verfügbar. Zudem kommt die hohe Verbreitung des Internets als die Datenaustauschplattform im Consumer- und B2B-Bereich. Doch die wirklich relevanten Produktivitätssteigerungen werden nur gelingen, wenn sich die Technologienutzung in effektiveren und effizienteren Produktionsprozessen niederschlägt.

Neben der Umsetzung der technischen Konzepte in den einzelnen Anwendungsbereichen ist zu erwarten, dass die Umsetzung von Industrie 4.0 die industrielle Arbeitswelt tiefgreifend verändern wird. Eine Zunahme von Selbstorganisation und das Vorhandensein von echtzeitnahen Zustandsinformationen erfordern Veränderungen der Arbeitsgestaltung und der Arbeitsorganisation. Zudem werden sich durch den erwarteten Automatisierungsschub in direkten und indirekten Bereichen Aufgaben, Tätigkeitsfelder und notwendige Kompetenzanforderungen erweitern und verschieben. Erste Studien gehen von drastischen Verschiebungen der Beschäftigung durch die Automatisierung von Wissensarbeit und mobile Robotik aus [9], [10], [11].

Der Begriff »Industrie 4.0« selbst wurde erstmals im Jahre 2011 einer breiteren Öffentlichkeit präsentiert [1]. In der Folge ist viel passiert. Spätestens seit die Hannover Messe 2013 und 2014 das Thema als Leitmotto ausgerufen hat, wird die intelligente Vernetzung der Produktion als zentrales Zukunftsthema in Wissenschaft, Industrie und Politik wahrgenommen. Mit den 2013 vorgestellten Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 [2] und dem anschließenden Aufbau der Plattform Industrie 4.0 [3], die von den Branchenverbänden VDMA, ZVEI und BITKOM gemeinsam getragen wird, erhielten die Aktivitäten einen weiteren Schub. Dieser wurde weiter verstärkt durch erste Umsetzungsbeispiele, die Aktivitäten seitens der Forschungsförderung auf nationaler und internationaler Ebene sowie die wesentliche Rolle, die das Thema innerhalb der digitalen Agenda [4] einnimmt.

9 Fazit und Ausblick

Industrie 4.0 wird (an)kommen. Selbst wenn dem Begriff und dem damit verbundenen, aktuellen Medienhype die Luft ausgehen sollte, werden Automatisierung und Digitalisierung die industrielle Wertschöpfung noch länger als Innovationstreiber beschäftigen. Nicht weniger als fundamentale Veränderungen der Produktion und der Arbeitsprozesse werden dadurch erwartet.

Wenngleich heute noch nicht eindeutig absehbar ist, welche dominierenden Industrie 4.0-Konzepte und Lösungen sich in der betrieblichen Praxis durchsetzen werden, sind die technischen Voraussetzungen vielfach bereits vorhanden oder werden gerade in den ersten Unternehmen implementiert. Auch ist die Notwendigkeit des Aufbaus von – nicht nur fachlichen – Qualifikationen in den Unternehmen angekommen. Neben der Umsetzung neuer und wirtschaftlicher Lösungen existieren große Herausforderungen im Bereich der Arbeitsorganisation. Industrie 4.0 wird Arbeitsprozesse verändern. Die Gestaltung der Auswirkungen auf Flexibilität, Entgelt, betriebliche Mitbestimmung und die Arbeitstätigkeiten selbst werden über Umsetzungstiefe und -geschwindigkeit entscheiden – und somit über Erfolg und Misserfolg der vierten industriellen Revolution.

Industrie 4.0 wird dann zum Erfolg, wenn es mehr umfasst als reine Technologienutzung. Es wird darauf ankommen, bessere Arbeitsprozesse mit neuen Technologien zu gestalten. Der Mensch bzw. der Mitarbeiter wird bei dieser Entwicklung im Mittelpunkt stehen – als kompetenter Prozessverbesserer, qualifizierter Entscheider und flexibler Akteur, der Industrie 4.0 mitgestaltet. Der Aufbau der notwendigen Qualifikationen und die Entwicklung zukünftiger Kompetenzen müssen schon heute angegangen werden.

10 Literaturnachweis

- [1] Kagermann, H., Lukas, W.-D.: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution; VDI-Nachrichten, 01. April 2011 <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>
- [2] Forschungsunion: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin, April 2013
- [3] Plattform Industrie 4.0: www.plattform-i40.de
- [4] Bundesregierung: Digitale Agenda 2014 – 2017; BMWi, August 2014
- [5] Roland Berger: Think Act: Industry 4.0 – The new industrial revolution – How Europe will succeed; März 2014
- [6] Produktion: Industrie 4.0-Award: Herzlichen Glückwunsch nach Regensburg!; Produktion vom 05. Dezember 2013; <http://www.produktion.de/top-story/industrie-4-0-award-herzlichen-glueckwunsch-nach-regensburg/>
- [7] Brendel, O.: Gabler Wirtschaftslexikon – Definition Industrie 4.0; <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/industrie-4-0.html>; Stand 04. November 2014
- [8] Heng, S.: Industrie 4.0 – Chance für den Industriestandort Deutschland; Infografik DB Research; 2014
- [9] Brynjolfsson, E.; McAfee, A.: Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy, 2011
- [10] Brynjolfsson, E.; McAfee, A.: Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W. W. Norton & Company; New York, 2014
- [11] Frey, C. B., Osborne, M. A.: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, Oxford University Press, 2013
- [12] Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration; Springer, 2014
- [13] BITKOM / Fraunhofer IAO: Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, 2014

- [14] Spath, Dieter (Hrsg.); Ganschar, Oliver; Gerlach, Stefan; Hämmerle, Moritz; Krause, Tobias; Schlund, Sebastian: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer-Verlag, Stuttgart, 2013
- [15] Staufen AG: Deutscher „Industrie 4.0“ Index – Auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft. Next stop Roboterfabrik?; 2014
- [16] Spath, D., Gerlach, S., Hämmerle, M., Schlund, S., Strölin, T.: Cyber-physical system for self-organised and flexible labour utilisation; 22nd International Conference on Production Research (ICPR), Iguazu Falls; 2013