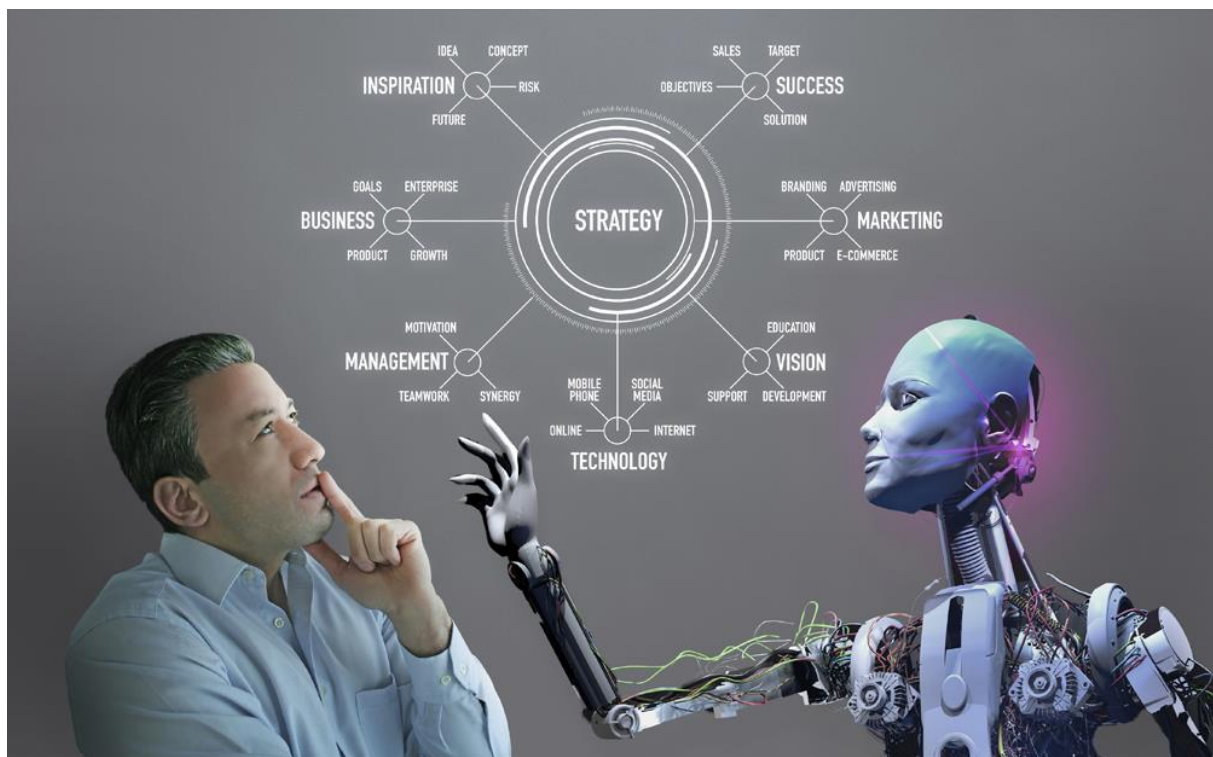


Industrie 4.0 – Wo steht die Revolution der Arbeitsgestaltung?

Ergebnisse einer Befragung von Produktionsver-
antwortlichen deutscher Unternehmen



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. Prof. e. h. Wilhelm Bauer
Autoren:	Dr.-Ing. Sebastian Schlund, Bastian Pokorni
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 2016
Titelbild:	© Devrimb - iStockphoto.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
Vorwort	4
1 Kurzzusammenfassung	5
2 Ausgangssituation der Studie	8
3 Umsetzung von Industrie 4.0: Stand in der Praxis	11
3.1 Industrie 4.0 in der Hälfte der Unternehmen strategisch verankert.....	11
3.2 Die technischen Grundvoraussetzungen in den Unternehmen werden zügig ausgebaut.....	12
3.3 Die Umsetzung erster Anwendungsfälle intelligenter Vernetzung ist in vollem Gange	13
3.4 Industrie 4.0-Projekte stiften konkreten Nutzen.....	15
3.5 Interesse und Beteiligung an der Umsetzung von Industrie 4.0 auf dem betrieblichen Hallenboden wachsen	17
3.6 Arbeitsinhalte in den indirekten Bereichen werden tendenziell anspruchsvoller	19
4 Konkrete nächste Schritte	21
4.1 Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten geplant.....	21
4.2 Management, Mitarbeiter und Forschung treiben Ideen voran	23
4.3 Unklarheit über wirtschaftlichen Nutzen Haupthemmnis für die Umsetzung.....	25
5 Auswirkungen auf Qualifikation und Kompetenzentwicklung.....	26
5.1 Aufbau von IT-Kompetenz in der Produktion geplant	26
5.2 Industrie 4.0 erfordert von den Produktionsmitarbeitern Prozessverständnis und Denken über den Tellerrand hinaus .	27
6 Fazit und Ausblick	30
7 Industrie 4.0 – Hintergrund und Zielsetzung	32
8 Literaturnachweis	34

Vorwort

Als wir im November 2014 unsere erste gemeinsame Studie zum Thema ‚Industrie 4.0‘ starteten, war der Begriff bereits in aller Munde. Nicht weniger als eine Revolution der Arbeitsgestaltung in der Produktion wurde durch die Digitalisierung industrieller Wertschöpfung erwartet. Mittlerweile ist die öffentliche Diskussion über die erwartete Revolution ein wenig abgeebbt und hat sich viel stärker auf die konkrete Umsetzung und Ausgestaltung der Digitalisierung industrieller Wertschöpfungsprozesse verlagert.

Gut so!

Zeit genug, nach nunmehr zwei Jahren einen umfänglichen Blick auf den aktuellen Umsetzungsstand auf dem betrieblichen Hallenboden zu werfen. Und der ist erstaunlich. Mehr als 800 befragte Unternehmensvertreter gaben in Summe an, über 2.700 Industrie 4.0-Anwendungsfälle umgesetzt zu haben. Wenngleich die absolute Zahl aufgrund eventueller Doppelnennungen von Unternehmen wahrscheinlich darunter liegt, hat uns diese Größenordnung doch überrascht. Zeigt sie doch, dass die oftmals angeprangerte Verhaltensstarre unserer Unternehmen bei der Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion tatsächlich einer Aufbruchsstimmung gewichen ist. Und diese zeigt bereits nachweisbare Ergebnisse. Durchlaufzeitreduzierungen und Kostensenkungen liegen im Durchschnitt der umgesetzten Projekte im zweistelligen Bereich, genauso wie die durchschnittliche Steigerung der Prozessqualität. Grund genug, auf dem Erreichten aufzubauen und die digitale Vernetzung in den Unternehmen weiter voranzutreiben!

Damit dies flächendeckend gelingt, bleiben uns neben den Erfolgen allerdings auch noch einige Herausforderungen erhalten. Eine klare Darstellung des wirtschaftlichen Nutzens von Industrie 4.0-Projekten wird weiterhin ebenso benötigt wie die gezielte fachliche und überfachliche Qualifizierung der Mitarbeiter. Denn nur mit ihnen wird eine nachhaltig erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 auf dem betrieblichen Hallenboden gelingen.



Prof. Oliver Herkommer
Vorsitzender des Vorstands
Ingenics AG



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

1 Kurzzusammenfassung

Industrie 4.0 kommt immer weiter auf dem betrieblichen Hallenboden an. Die Diskussion um Paradigmen, Erwartungen und Theorien verlagert sich immer mehr zugunsten tatsächlicher Umsetzungsprojekte in den Unternehmen.

Für den Bereich der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten der betrieblichen Wertschöpfung sind zahlreiche Unternehmen auf dem Weg, in ihren Prozessen IT- und Produktions-Know-How miteinander zu verbinden. Zusammen mit einer neuen Stufe der Automatisierung werden Produktivitätsverbesserungen erwartet, die das Format einer vierten industriellen Revolution besitzen. Möglich machen dies der andauernde Preisverfall im Bereich der industrienahen Hard- und Software: Leichtbauroboter, Tablet-PCs, RFID-Tags und Transponder, aber auch bezahlbare Sensorik und problemlos verfügbarer Speicherplatz, beispielsweise durch Cloud-Technologien.

Bereits unsere Befragung aus dem Jahr 2014 [16] ging der Frage nach, wie sich die Technologienutzung in effektiveren und effizienteren Produktionsprozessen niederschlägt. Verglichen zu damals haben wir die Befragung der aktuellen Reife des Themas angepasst und stark auf den Prozess der betrieblichen Umsetzung und den Weg dahin fokussiert. Aus den Antworten der Befragung von 844 Entscheidern zeigt sich deutlich, dass:

- › Industrie 4.0 in der betrieblichen Realität angekommen ist,
- › Unternehmen durchzahlreiche Umsetzungsprojekte mittlerweile bereits konkreten Nutzen erzielen und
- › der Qualifizierung der Mitarbeiter – insbesondere der Bereitschaft zum lebenslangen Lernen – eine Schlüsselstellung bei der weiteren erfolgreichen Implementierung beigemessen wird.

Die zentralen Ergebnisse der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Umsetzung von Industrie 4.0: Stand in der Praxis

- › Mittlerweile besitzt die Mehrzahl der befragten Unternehmen (51 Prozent) eine **Industrie 4.0-Strategie**.
- › Heute schätzen bereits 65 Prozent der Befragten die **Industrie 4.0-Fähigkeit ihres Unternehmens als bereits stark ausgeprägt** bzw. als bereits im Unternehmen vorhanden ein.
- › Die Verbreitung der technischen Grundvoraussetzungen für Industrie 4.0 in Form durchgängiger Breitbandvernetzung und verfügbarer Datennetze in der

Produktion wächst zügig. Bereits heute weisen 59 Prozent der Unternehmen ein **Breitbandnetz** bzw. eine **zuverlässige WLAN-Verfügbarkeit in der Fabrik** auf.

- › Industrie 4.0 ist bereits in zahlreichen Unternehmen angekommen. 39 Prozent der Befragten gaben an, dass das eigene Unternehmen bereits Industrie 4.0-Anwendungsfälle umgesetzt hat; die meisten davon in Fertigung, Produktionsplanung und -steuerung, Montage und (Intra-)Logistik. In Summe sind **in den Unternehmen bereits 2.711 Anwendungen umgesetzt**. Für die Umsetzung benötigte die Mehrzahl der Unternehmen sechs bis zwölf Monate.
- › Im Rahmen der durchgeführten Projekte konnte eine **durchschnittliche Durchlaufzeitreduzierung von 14,5 Prozent** nachgewiesen werden. Im Bereich der **Prozessqualität** (Gesamtanlagenverfügbarkeit bzw. OEE) konnte im Durchschnitt eine **Steigerung um 13 Prozent** erzielt werden. Weiterhin wurden **Kostensenkungen in den Pilotbereichen um zehn Prozent** sowie durchschnittliche Umsatzsteigerungen von 7,9 Prozent angegeben.
- › Jeweils 49 Prozent der Befragten gaben an, dass die Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen zu einer Erhöhung der **Transparenz von Zustandsdaten** sowie einer **besseren Informationsbereitstellung** beigetragen hat. Die Erhöhung der Prozesseffizienz bejahten 46 Prozent. Immerhin noch 23 Prozent konnten bereits Verbesserungen in den Bereichen Ergonomie, Dokumentation und Rechtssicherheit nachweisen.
- › Die Wahrnehmung des Themas Industrie 4.0 in den Unternehmen tendiert im Spannungsfeld zwischen Angst und Ablehnung auf der einen und Interesse bzw. Beteiligung auf der anderen Seite momentan leicht positiv. So äußert die Mehrzahl der Befragten, dass das **Thema in ihrem Unternehmen mit Interesse und Beteiligung diskutiert** wird.

Konkrete nächste Schritte

- › Für die Zukunft plant die Mehrzahl der befragten Unternehmen eine **Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten**. Auch hier steht die Fertigung an erster Stelle (57 Prozent), gefolgt von Produktionsplanung und -steuerung (45 Prozent), (Intra-)Logistik (43 Prozent) und Montage (42 Prozent).
- › Knapp die Hälfte der Unternehmen plant **Maßnahmen der Informationsbeschaffung**. 47 Prozent planen Informationen zum Thema und 41 Prozent gezielte Marktbeobachtung im Themenfeld ‚Industrie 4.0‘. Immerhin 35 Prozent sehen die schnelle Realisierung weiterer Pilotanwendungen und 21 Prozent den Roll-Out bereits bestehender Best Practices vor.

- › Bei den Auslösern für Industrie 4.0-Projekte stehen hier **Ideen des Managements an oberster Stelle** (59 Prozent). Gleich dahinter folgen **Ideen von Mitarbeitern**, die im Rahmen kontinuierlicher Verbesserungsprojekte entstanden sind (50 Prozent). **Ideen und Impulse von Forschungseinrichtungen, Universitäten und aus studentischen Arbeiten** folgen direkt dahinter (40 Prozent).
- › Bei 35 Prozent der Befragten wird die IT-Landschaft aktuell neu geordnet bzw. im Zuge der Projekte umstrukturiert. 31 Prozent gaben an, dass neue Lösungen zu den Restriktionen der bestehenden IT-Landschaft passen müssen.
- › Als Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion werden die **Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen** (63 Prozent) sowie **fehlendes Fachwissen bzw. Fachkräfte** (58 Prozent) angesehen.

Auswirkungen auf Qualifikation und Kompetenzentwicklung

- › Die **Bereitschaft zum lebenslangen Lernen wird nach wie vor als wichtigste Eigenschaft** gesehen (85 Prozent). Auf den Plätzen folgen die aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen (71 Prozent) sowie stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln (77 Prozent).
- › Der **Aufbau von IT-Kompetenz** bleibt bei den Unternehmen weiter ganz oben auf der Tagesordnung. Bei den aktuellen und geplanten Maßnahmen liegt die **Fertigung an der Spitze** (53 Prozent); dicht gefolgt von den indirekten Bereichen, wie Planung, Steuerung, Instandhaltung mit 52 Prozent und der Logistik mit 46 Prozent.

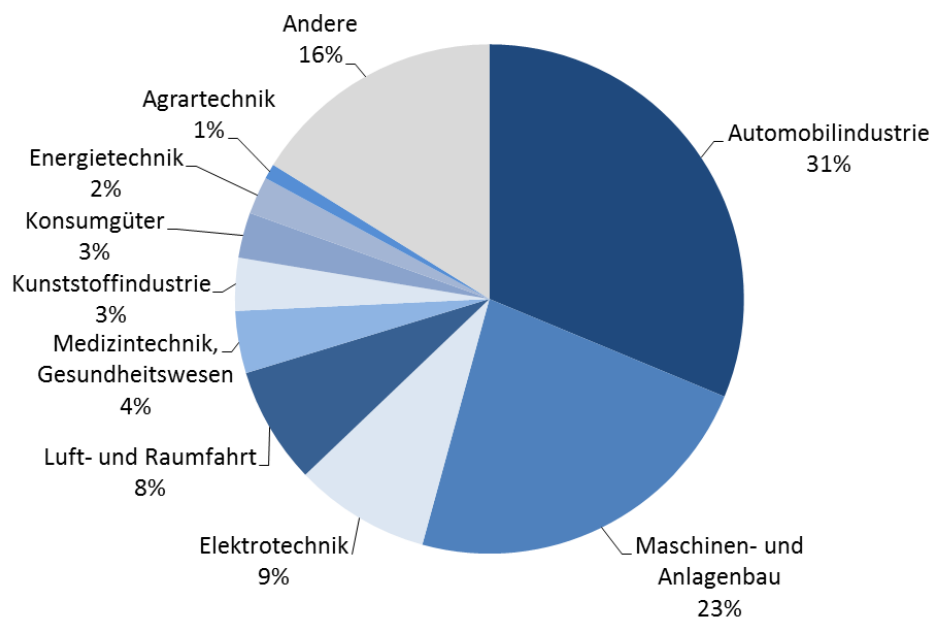
2 Ausgangssituation der Studie

Für die Studie »Industrie 4.0 – wo steht die Revolution der Arbeitsgestaltung« befragte das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) Stuttgart im Auftrag der Unternehmensberatung Ingenics AG insgesamt **844 Industrieunternehmen** in Deutschland. Im Vergleich zur Vorgängerstudie »Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung« aus dem Jahr 2014 wurde die Teilnehmerzahl damit um 63 Prozent übertroffen.

Die Erhebung erfolgte als Online-Befragung von **Entscheidern und Verantwortlichen für das Thema ,Industrie 4.0‘** im Zeitraum vom 6. April bis zum 30. Juni 2016.

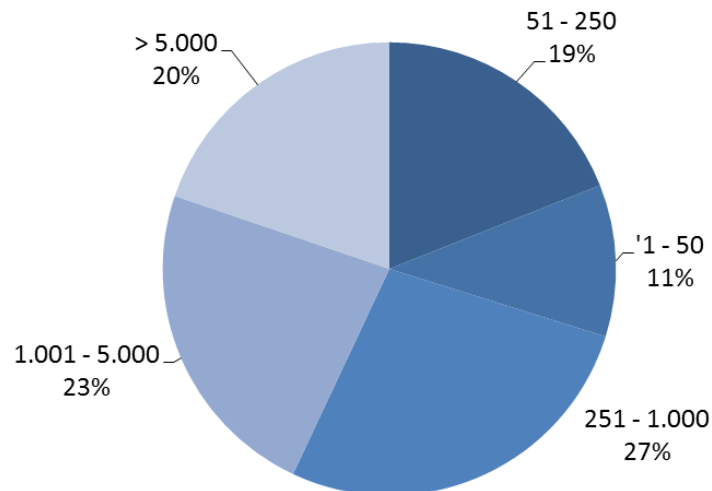
Ein Schwerpunkt lag auf Unternehmen der Automobilindustrie sowie des Maschinen- und Anlagenbaus mit insgesamt mehr als der Hälfte der Teilnehmer.

Abbildung 1: In welcher Branche ist Ihr Unternehmen hauptsächlich tätig? (N=835)



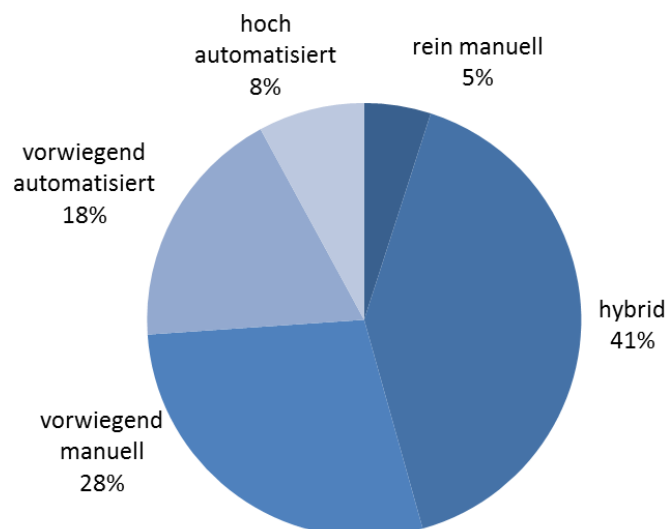
Knapp ein Drittel der Befragten (30 Prozent) arbeiten in Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeiter (KMU); 60 Prozent in Großunternehmen mit mehr als 1.000 Mitarbeitern.

Abbildung 2: Wie viele Produktionsmitarbeiter waren 2015 an Ihrem Standort beschäftigt? (N=637)



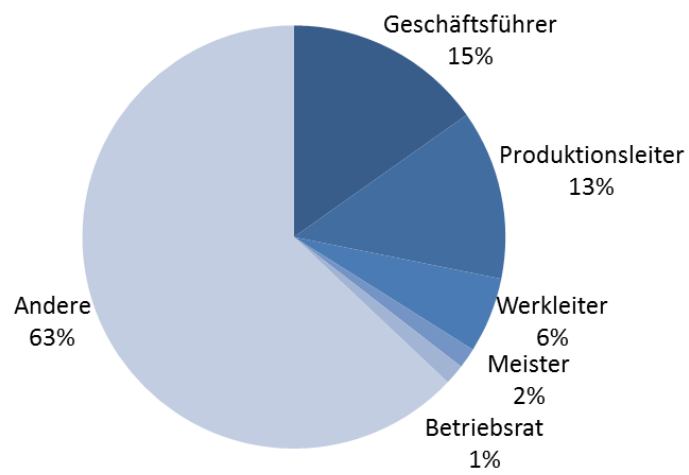
An der Umfrage nahmen Unternehmen aller Unternehmensgrößen und Automatisierungsgrade – von manueller bis hoch automatisierter Produktion – teil. Die Teilnehmer teilen sich ungefähr gleichmäßig auf Unternehmen manueller und vorwiegend manueller Produktion (33 Prozent), hybrider Produktion (41 Prozent) und automatisierter bzw. hoch automatisierter Produktion (26 Prozent) auf.

Abbildung 3: Wie würden Sie Ihre Produktion in Bezug auf den Automatisierungsgrad beschreiben? (N=644)



Hinsichtlich der betrieblichen Funktion sind 15 Prozent der Befragten als Geschäftsführer tätig, 13 Prozent als Produktionsleiter und sechs Prozent als Werkleiter. Die überwiegende Mehrheit der Befragten (63 Prozent) ist in anderen als den abgefragten Entscheidungsfunktionen (bspw. Abteilungs-, Teamleitung, Projektleitung Industrie 4.0) oder Fachverantwortung tätig.

Abbildung 4: Welche Funktion üben Sie im Unternehmen aus? (N=710)



3 Umsetzung von Industrie 4.0: Stand in der Praxis

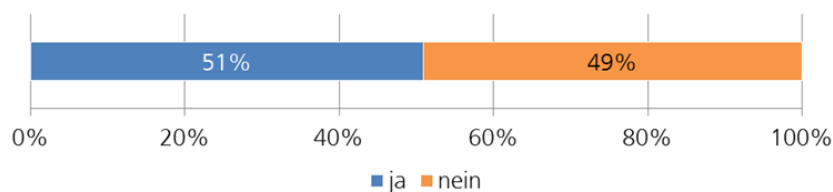
Seit unserer ersten Studie im Jahr 2014 wurden in zahlreichen Unternehmen Projekte umgesetzt, welche die intelligente Vernetzung von Menschen, Maschinen und Betriebsmitteln im Rahmen der Optimierung der Unternehmensprozesse zum Ziel hatten. Vor diesem Hintergrund war für die Befragung von großem Interesse,

- › inwieweit sich die strategische Verankerung des Themas ‚Industrie 4.0‘ entwickelt hat,
- › wie hoch Anzahl und Umfang der umgesetzten Projekte waren und
- › welcher konkreter Nutzen der umgesetzten Projekte bereits nachgewiesen werden konnte.

3.1 Industrie 4.0 in der Hälfte der Unternehmen strategisch verankert

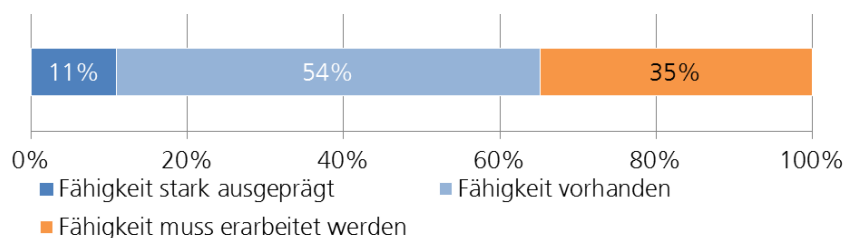
Zur Ausrichtung geplanter und laufender Projekte im Themenfeld ‚Industrie 4.0‘ existiert mittlerweile in 51 Prozent der befragten Unternehmen eine Industrie 4.0-Strategie. Im Vergleich zu 2014 ist hiermit ein Anstieg von 22 Prozentpunkten zu verzeichnen.

Abbildung 5: Gibt es eine Industrie 4.0-Strategie im Unternehmen? (N=601)



Heute schätzen elf Prozent der Befragten die Industrie 4.0-Fähigkeit ihres Unternehmens als bereits stark ausgeprägt ein (+5 Prozentpunkte gegenüber 2014). Die Mehrheit (54 Prozent) der Unternehmen (+15 Prozentpunkte gegenüber 2014) gab an, dass die Fähigkeit im Unternehmen bereits vorhanden sei.

Abbildung 6: Wo würden Sie Ihr Unternehmen hinsichtlich der »Industrie 4.0-Fähigkeit« einordnen? (N=605)



Der Anteil der Teilnehmer, die antworteten, dass in ihrem Unternehmen die Industrie 4.0-Fähigkeit erst erarbeitet werden muss, sank um 20 Prozentpunkte auf 35 Prozent. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Selbsteinschätzung der vorhandenen organisatorischen Reife der Unternehmen wesentlich besser ausfällt als noch bei der Erstbefragung im Jahr 2014.

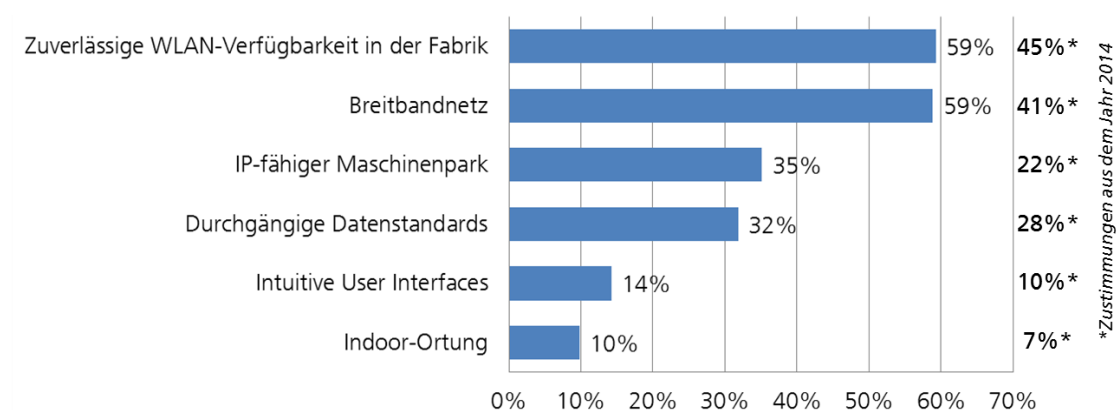
Wesentliche Ergebnisse:

- › Mittlerweile besitzt die Mehrzahl der befragten Unternehmen (51 Prozent) eine Industrie 4.0-Strategie.
- › Heute schätzen bereits 65 Prozent der Befragten die Industrie 4.0-Fähigkeit ihres Unternehmens als bereits stark ausgeprägt bzw. als bereits im Unternehmen vorhanden ein.

3.2 Die technischen Grundvoraussetzungen in den Unternehmen werden zügig ausgebaut

Hinsichtlich der technischen Voraussetzungen ist der Ausbau im Vergleich zu 2014 in jedem der abgefragten Bereiche angestiegen. So steht heute eine zuverlässige Breitband- und WLAN-Verfügbarkeit bei jeweils 59 Prozent der Befragten zur Verfügung. (Breitband: +18 Prozentpunkte, WLAN: +14 Prozentpunkte im Vergleich zu 2014). Über einen IP-fähigen Maschinenpark verfügen heute 35 Prozent der Unternehmen (+13 Prozentpunkte). Durchgängige Datenstandards (+4 Prozentpunkte), Intuitive User Interfaces (+4 Prozentpunkte) sowie Indoor-Ortung (+3 Prozentpunkte) werden in den Unternehmen von einem niedrigen Niveau ausgehend langsam ausgebaut.

Abbildung 7: Welche Grundvoraussetzungen bezüglich der technischen Infrastruktur sind in Ihrem Bereich heute bereits vorhanden? (N=704)



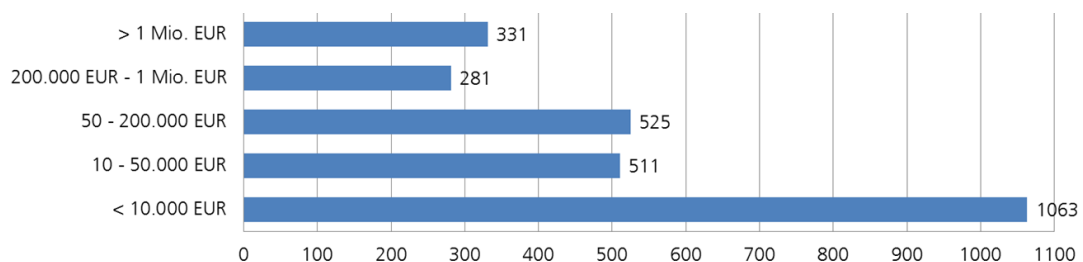
Wesentliche Ergebnisse:

- › Die Verbreitung der technischen Grundvoraussetzungen für Industrie 4.0 in Form durchgängiger Breitbandvernetzung und verfügbarer Datennetze in der Produktion wächst zügig. Bereits heute weisen 59 Prozent der Unternehmen ein Breitbandnetz bzw. eine zuverlässige WLAN-Verfügbarkeit in der Fabrik auf.

3.3 Die Umsetzung erster Anwendungsfälle intelligenter Vernetzung ist in vollem Gange

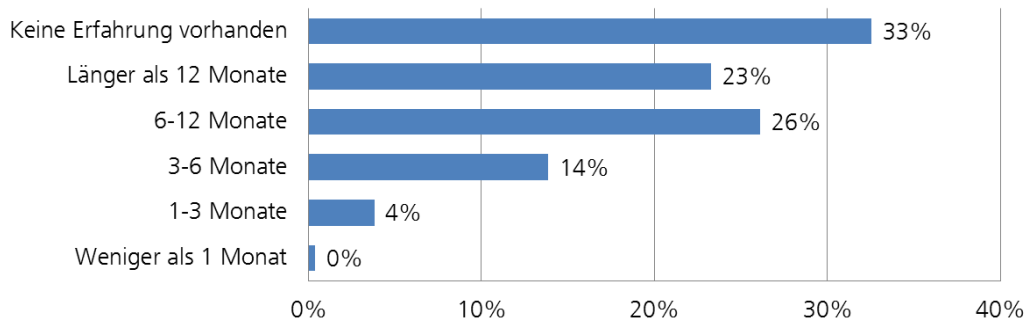
Von den befragten Teilnehmern gaben 239 an, bereits erste Anwendungsfälle im Unternehmen umgesetzt zu haben. Dies entspricht einem Anteil von 39 Prozent. Hinsichtlich des Umfangs des benötigten Aufwands wurden in den meisten Unternehmen Projekte im Bereich zwischen 50.000 und 200.000 EUR umgesetzt. 41 Unternehmen sammelten bereits Erfahrungen mit Großprojekten über 1 Million Euro Umfang. Insgesamt wurde von den Befragten angegeben, dass in ihren Unternehmen 2.711 Industrie 4.0-Anwendungsfälle umgesetzt wurden*. Der überwiegende Teil der Umsetzungen fand im Bereich kleiner 50.000 EUR statt. Allerdings wurden auch insgesamt 331 Projekte mit einem Umfang größer einer Million EUR durchgeführt.

Abbildung 8: Haben Sie bereits Industrie 4.0-Anwendungsfälle in Ihrem Unternehmen umgesetzt? In welchem Umfang wurden diese realisiert? Anzahl der Projekte (N=615)



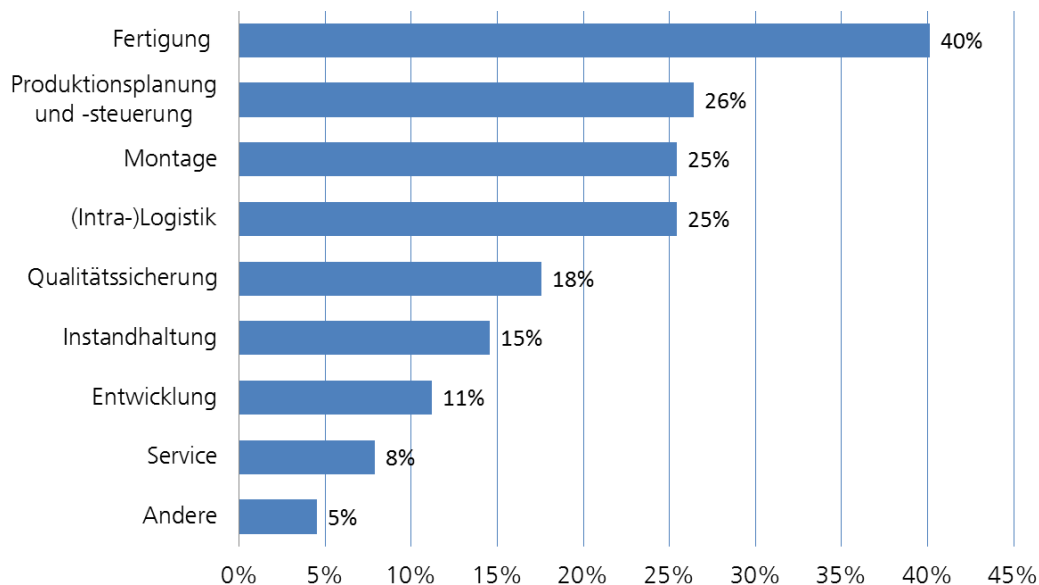
Die Umsetzung der Industrie 4.0-Anwendungen von der Idee bis zum laufenden Betrieb nahm in den meisten Fällen mehr als sechs (26 Prozent) bzw. 12 Monate (23 Prozent) in Anspruch. Lediglich 21 Anwendungsfälle (vier Prozent) konnten in weniger als drei Monaten umgesetzt werden.

Abbildung 9: Wie lange dauert die Umsetzung einer Industrie 4.0-Anwendung in ihrem Unternehmen (von der Idee bis zum laufenden Betrieb)? (N=498)



Wie erwartet waren zahlreiche Unternehmensbereiche von der Umsetzung der Industrie 4.0-Anwendungen betroffen.

Abbildung 10: In welchen Unternehmensbereichen haben Sie bereits Anwendungen umgesetzt? (N=598)



Hauptsächlich fanden die Umsetzungsanwendungen in der Fertigung (40 Prozent), der Produktionsplanung und -steuerung (26 Prozent), der Montage und der (Intra-)Logistik (je 25 Prozent) statt. Überraschend ist – wie auch bereits in der Studie 2014 – festzustellen, dass die Entwicklungsbereiche in den Unternehmen nicht sehr stark von Umsetzungsprojekten betroffen scheinen (elf Prozent).

Wesentliche Ergebnisse:

- › Industrie 4.0 ist bereits in zahlreichen Unternehmen angekommen. 39 Prozent der Befragten gaben an, dass das eigene Unternehmen bereits Industrie 4.0-

Anwendungsfälle umgesetzt hat; die meisten davon in Fertigung, Produktionsplanung und -steuerung, Montage und (Intra-)logistik. In Summe sind in den Unternehmen der Befragten bereits 2.711 Anwendungen umgesetzt.*

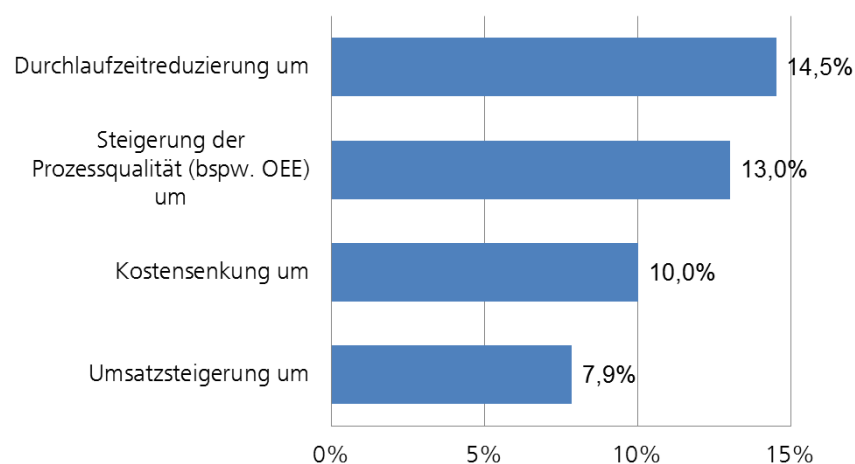
- › Für die Umsetzung benötigte die Mehrzahl der Unternehmen sechs bis zwölf Monate.

*Die absolute Anzahl beinhaltet gegebenenfalls auch Doppelnennungen, da es vorkommen kann, dass mehrere Teilnehmer im gleichen Unternehmen arbeiten.

3.4 Industrie 4.0-Projekte stiften konkreten Nutzen

Für die bereits umgesetzten Industrie 4.0-Projekte wurden die Studienteilnehmer hinsichtlich bereits nachgewiesener wirtschaftlicher Nutzenbestandteile in ihren Unternehmen befragt. Bei den Teilnehmern, die diese Frage beantworteten, konnte eine durchschnittliche Durchlaufzeitreduzierung von 14,5 Prozent nachgewiesen werden. Im Bereich der Prozessqualität (Gesamtanlagenverfügbarkeit bzw. OEE) gaben die Befragten eine durchschnittliche Steigerung um 13 Prozent an. Weiterhin wurden Kostensenkungen in den Pilotbereichen um zehn Prozent sowie durchschnittliche Umsatzsteigerungen von 7,9 Prozent angegeben. Lediglich acht der Teilnehmer gaben an, dass durch die durchgeführten Projekte keine Erfolge in den angegebenen Zielgrößen erreicht wurden.

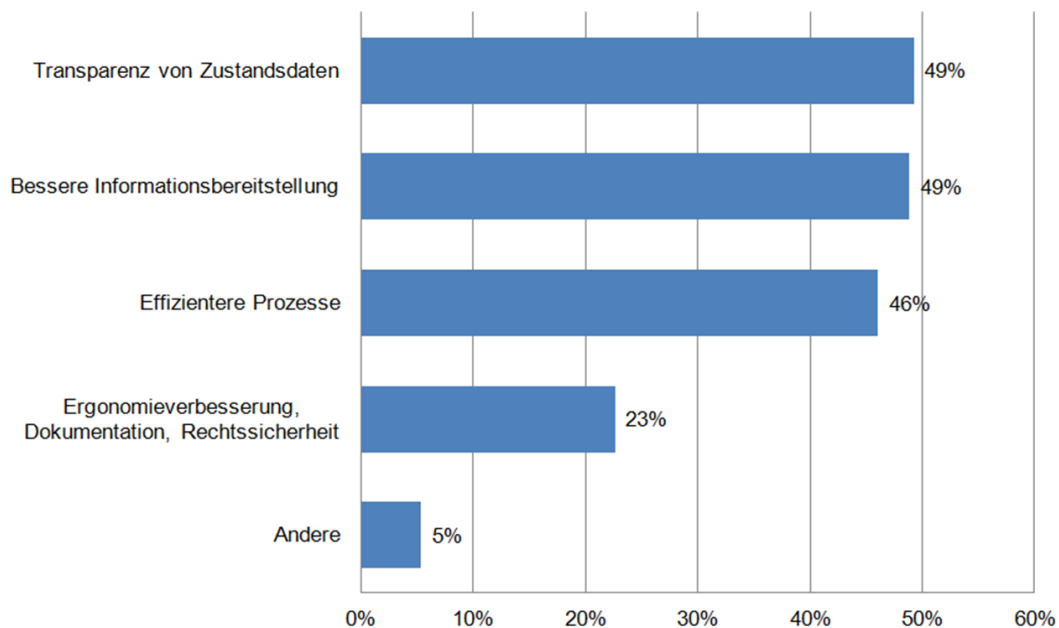
Abbildung 11: Welcher wirtschaftliche Nutzen konnte in Ihrem Unternehmen durch die Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen bereits nachgewiesen werden? (N=82-127)



Zusätzlich zu den monetär bewertbaren wurden im Rahmen der Studie weitere Nutzenaspekte abgefragt, die in der Regel nicht oder nur indirekt monetär darstellbar sind. Jeweils 49 Prozent der Befragten gaben an, dass die Umsetzung von Industrie

4.0-Lösungen zu einer Erhöhung der Transparenz von Zustandsdaten sowie einer besseren Informationsbereitstellung beigetragen hat.

Abbildung 12: welcher weitere Nutzen konnte in Ihrem Unternehmen durch die Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen bereits nachgewiesen werden? (N=469)



Die Erhöhung der Prozesseffizienz gaben 46 Prozent der Befragten an. Immerhin noch 23 Prozent konnten bereits Verbesserungen in den Bereichen Ergonomie, Dokumentation und Rechtssicherheit nachweisen.

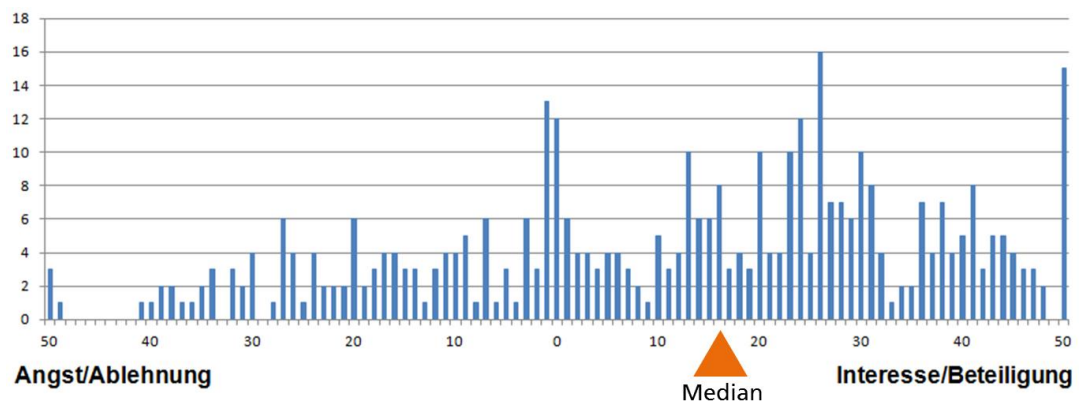
Wesentliche Ergebnisse:

- › Im Rahmen der bereits durchgeführten Projekte konnte eine durchschnittliche Durchlaufzeitreduzierung von 14,5 Prozent nachgewiesen werden; Im Bereich der Prozessqualität (Gesamtanlagenverfügbarkeit bzw. OEE) eine Steigerung um 13 Prozent an. Weiterhin wurden Kostensenkungen in den Pilotbereichen um zehn Prozent sowie durchschnittliche Umsatzsteigerungen von 7,9 Prozent angegeben.
- › Jeweils 49 Prozent der Befragten gaben an, dass die Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen zu einer Erhöhung der Transparenz von Zustandsdaten sowie einer besseren Informationsbereitstellung beigetragen hat. Die Erhöhung der Prozesseffizienz gaben 46 Prozent der Befragten an. Immerhin noch 23 Prozent konnten bereits Verbesserungen in den Bereichen Ergonomie, Dokumentation und Rechtssicherheit nachweisen.

3.5 Interesse und Beteiligung an der Umsetzung von Industrie 4.0 auf dem betrieblichen Hallenboden wachsen

Die Wahrnehmung des Themas ‚Industrie 4.0‘ in den Unternehmen bewegt sich im Spannungsfeld zwischen Angst und Ablehnung auf der einen Seite und Interesse bzw. Beteiligung auf der anderen.

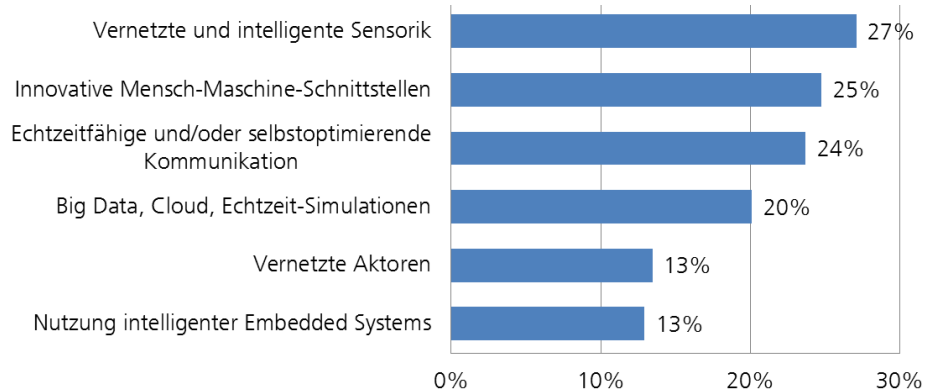
Abbildung 13: Wie wird das Thema Industrie 4.0 in Ihrem Unternehmen diskutiert? (N=401)



Auf einer geschlossenen Skala zwischen diesen beiden Extremen findet sich der Median der angegebenen Antworten momentan bei +16. Das angegebene Stimmungsbild über alle Befragten auf einer Skala von +50 bis -50 ist somit leicht positiv.

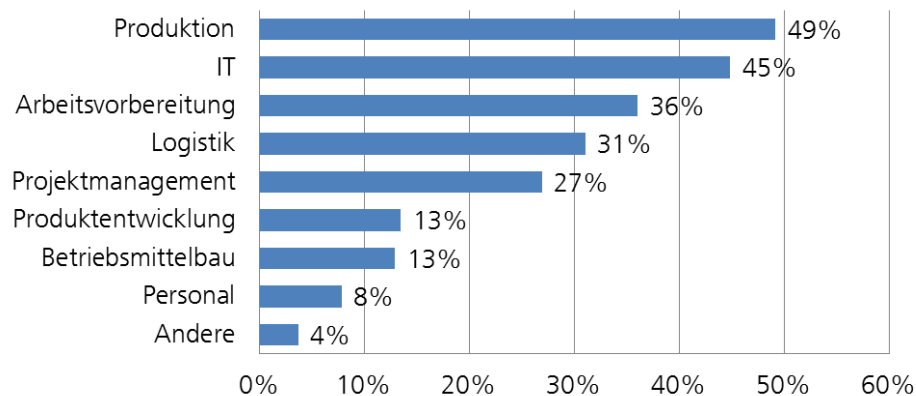
Die bisherigen Umsetzungen in den Unternehmen betreffen alle sechs relevanten Technologiefelder [1]. Bei 27 Prozent der Befragten betraf die Umsetzung den Bereich der vernetzten und intelligenten Sensorik. 25 Prozent gaben an, Projekte im Bereich innovative Mensch-Maschine-Schnittstelle umgesetzt zu haben sowie 24 Prozent im Bereich echtzeitfähige und/oder selbstoptimierende Kommunikation. Mit geringem Abstand dahinter folgen Big Data, Cloud und Echtzeitsimulationen (20 Prozent) sowie vernetzte Aktoren und die Nutzung intelligenter Embedded Systems mit je 13 Prozent.

Abbildung 14: In welchen Technologie-Bereichen haben Sie bereits Anwendungen umgesetzt? (N=557)



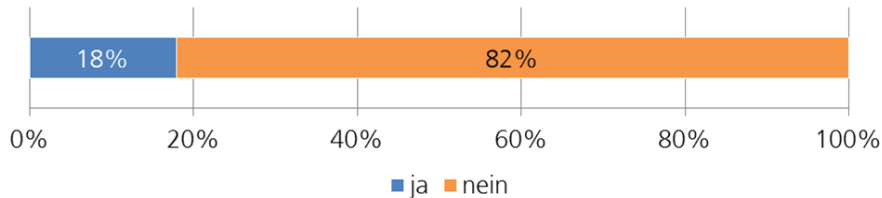
Am Umsetzungsprojektteam beteiligt waren häufig Vertreter der Produktion (49 Prozent), der IT (45 Prozent) sowie der Arbeitsvorbereitung (36 Prozent) und Logistik (31 Prozent). Zusätzlich wurde in 27 Prozent der Fälle das Projektmanagement miteinbezogen. Weitere Unternehmensfunktionen (bspw. Produktentwicklung, Betriebsmittelbau, Personal und Andere) nahmen mit 13 Prozent oder weniger am Projektteam teil.

Abbildung 15: Welche Unternehmensbereiche waren im Projektteam beteiligt? (N=557)



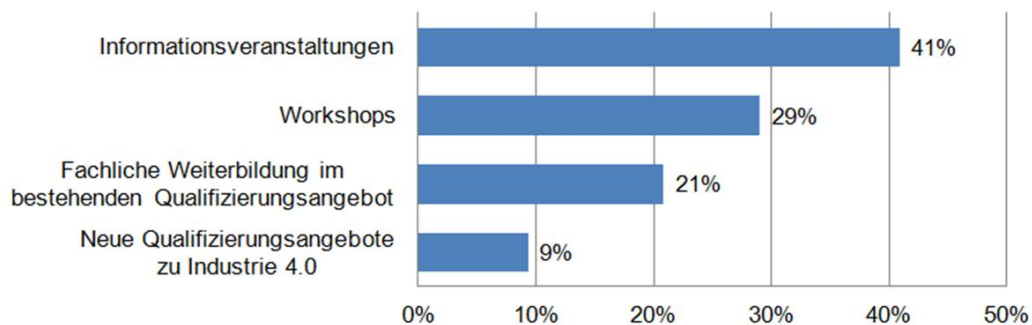
Oft diskutiert wird im Kontext der Einführung von Projekten im Themenfeld intelligente Vernetzung die Anpassung der Unternehmensstruktur an die neuen Gegebenheiten einer viel stärkeren Verzahnung der IT mit anderen Unternehmensbereichen. Im Kontext der Befragung ließ sich hier (noch) keine verstärkte Entwicklung beobachten. Lediglich 18 Prozent der Befragten gaben an, dass aufgrund der Industrie 4.0-Aktivitäten die Unternehmensstruktur angepasst wurde.

Abbildung 16: Haben Sie aufgrund der Industrie 4.0-Aktivitäten Ihre Unternehmensstruktur angepasst? (N=413)



Eng mit der Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten verbunden ist die Frage, inwiefern Unternehmen konkrete Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich Industrie 4.0 durchführen. Momentan bieten Unternehmen vor allem Informationsveranstaltungen an (41 Prozent) oder konkretisieren das Thema in Form von Workshops (29 Prozent). Neue Qualifizierungsangebote zu Industrie 4.0 werden bereits von neun Prozent der Unternehmen genutzt.

Abbildung 17: Führen Sie bereits konkrete Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich Industrie 4.0 durch? (N=514)



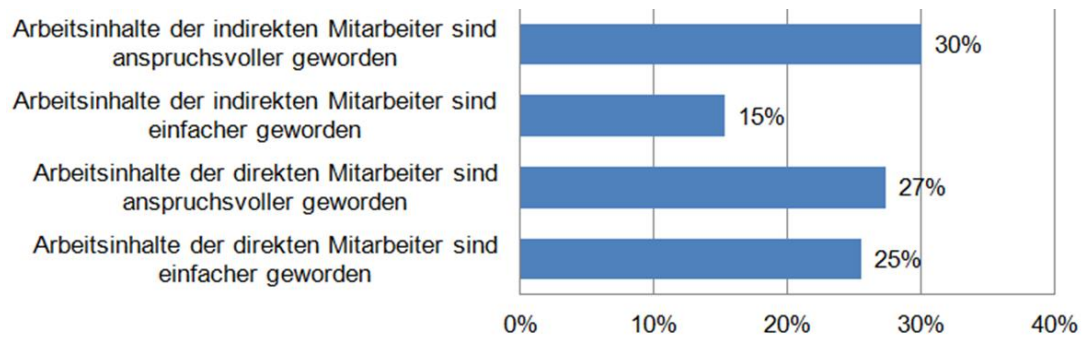
Wesentliche Ergebnisse:

- › Die Mehrzahl der Befragten gab an, dass das Thema in ihrem Unternehmen mit Interesse und Beteiligung diskutiert wird.

3.6 Arbeitsinhalte in den indirekten Bereichen werden tendenziell anspruchsvoller

Durch die Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten sind die Arbeitsinhalte der Mitarbeiter in den indirekten Bereichen anspruchsvoller geworden. 30 Prozent der Befragten gaben dies an. Im Vergleich dazu antworteten 15 Prozent, dass die Tätigkeiten einfacher geworden seien (und 55 Prozent enthielten sich einer eindeutigen Zuordnung). Für die direkten Bereiche halten sich die Antworten fast prozentgenau die Waage.

Abbildung 18: Haben Sich durch Industrie 4.0-Projekte die Arbeitsinhalte der Mitarbeiter verändert? Wie? (N=530)



4 Konkrete nächste Schritte

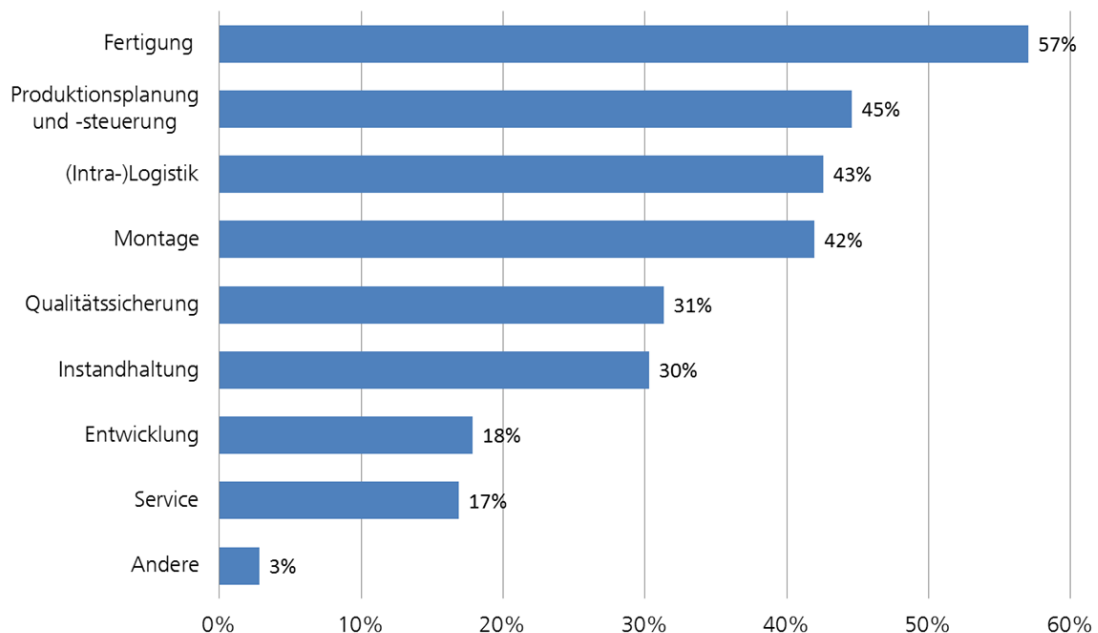
Neben dem aktuellen Umsetzungsstand wurden im Rahmen der Untersuchung geplante Projekte, deren Ausrichtung und die konkreten nächsten Schritte in Unternehmen abgefragt. Hierbei war vor allem von Interesse:

- › ob ein systematischer Prozess zur Identifizierung und Bewertung von Industrie 4.0-Anwendungsfällen existiert,
- › wie sich die Industrie 4.0-Aktivitäten auf die bestehende IT-Landschaft in den Unternehmen auswirken und
- › welche Hemmnisse für die Implementierung von IT-Innovationen in der Produktion bestehen.

4.1 Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten geplant

Für die Zukunft plant die Mehrzahl der befragten Unternehmen eine Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten. Bei den adressierten Unternehmensbereichen gleicht die Reihenfolge der Bereiche grundsätzlich derer der momentanen Umsetzungen.

Abbildung 19: Für welche Unternehmensbereiche planen Sie Industrie 4.0-Projekte? (N=498)

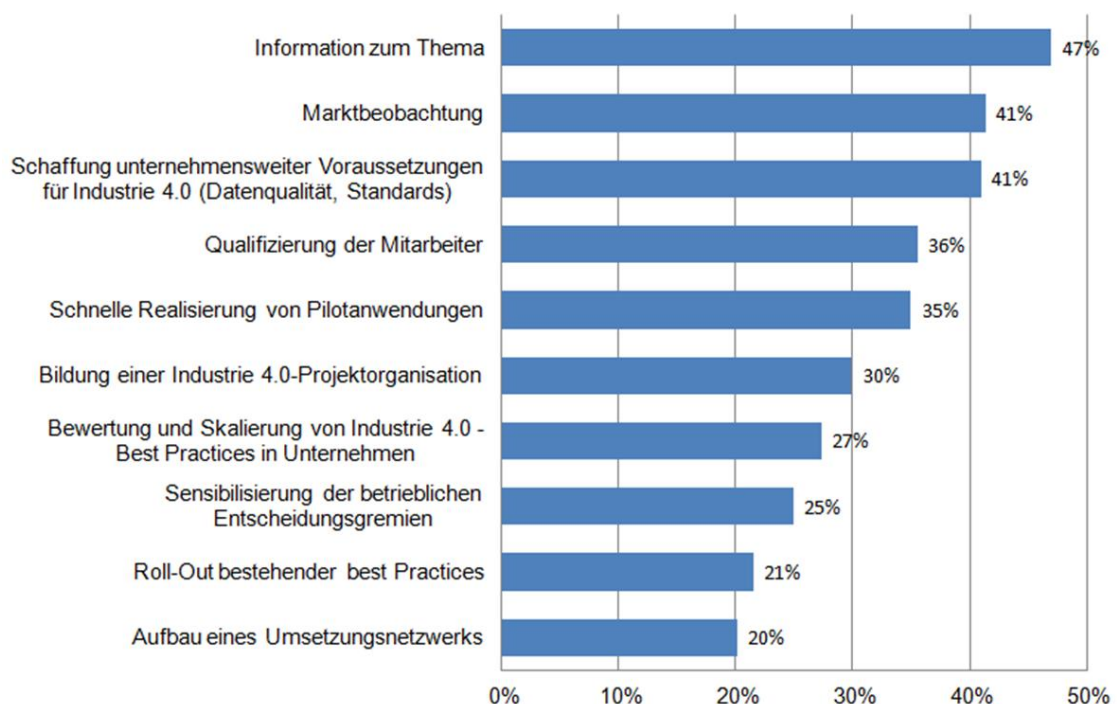


Auch hier steht die Fertigung an erster Stelle (57 Prozent), gefolgt von Produktionsplanung und -steuerung (45 Prozent), (Intra-)Logistik (43 Prozent) und

Montage (42 Prozent). Grundsätzlich sind sowohl die Prozentzahlen als auch die Anzahl der Nennungen höher als bei der Vergleichsfrage zum momentanen Umsetzungsstand (vgl. vorheriges Kapitel), so dass von einer geplanten Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten in den Unternehmen ausgegangen werden kann.

Hinsichtlich der konkret geplanten nächsten Schritte arbeitet knapp die Hälfte der Unternehmen an Maßnahmen der Informationsbeschaffung. 47 Prozent planen Informationen zum Thema und 41 Prozent gezielte Marktbeobachtung im Themenfeld. Mehr als ein Drittel der Befragten plant die Schaffung unternehmensweiter technischer Voraussetzungen (41 Prozent) bzw. gezielte Qualifizierungsmaßnahmen für die Mitarbeiter (36 Prozent). Immerhin 35 Prozent planen die schnelle Realisierung weiterer Pilotanwendungen und 21 Prozent den Roll-Out bereits bestehender guter Lösungen (Best Practices).

Abbildung 20: Welches sind die nächsten Schritte in Ihrem Unternehmen im Hinblick auf Industrie 4.0? (N=598)



Wesentliche Ergebnisse:

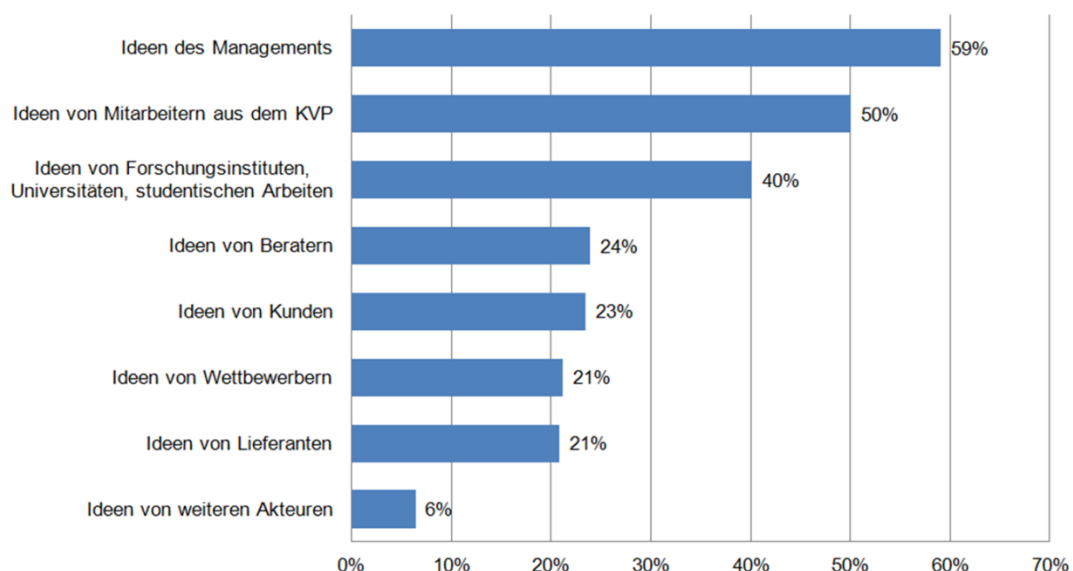
- › Für die Zukunft plant die Mehrzahl der befragten Unternehmen eine Ausweitung der Industrie 4.0-Aktivitäten. Auch hier steht die Fertigung an erster Stelle (57 Prozent), gefolgt von Produktionsplanung und -steuerung (45 Prozent), (Intra-)Logistik (43 Prozent) und Montage (42 Prozent).

- › Knapp die Hälfte der Unternehmen plant Maßnahmen der Informationsbeschaffung. 47 Prozent planen Informationen zum Thema und 41 Prozent gezielte Marktbeobachtung im Themenfeld. Immerhin 35 Prozent planen die schnelle Realisierung weiterer Pilotanwendungen und 21 Prozent den Roll-Out bereits bestehender Best Practices.

4.2 Management, Mitarbeiter und Forschung treiben Ideen voran

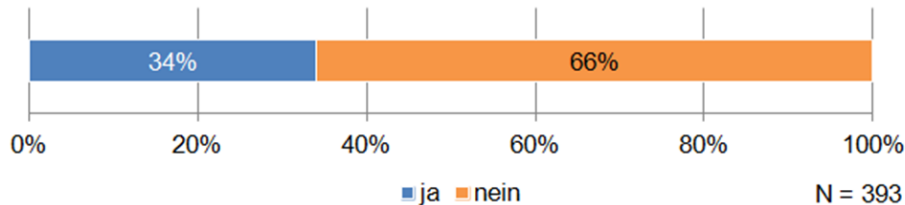
Für die zielorientierte Gestaltung und Umsetzung von Projekten ist die Fragestellung, wer im Unternehmen die Ideen für potenzielle Industrie 4.0-Projekte identifiziert, von besonderem Interesse. Wenig überraschend stehen hier Ideen des Managements an oberster Stelle (59 Prozent). Gleich dahinter folgen Ideen von Mitarbeitern, die im Rahmen kontinuierlicher Verbesserungsprojekte entstanden. Diese unterstützen die Hälfte der in den Unternehmen Befragten bei der Identifikation potenzieller Projekte. Ideen von Forschungseinrichtungen, Universitäten und aus studentischen Arbeiten folgen direkt dahinter mit immer noch 40 Prozent, noch vor Ideen von Beratern (24 Prozent), Kunden (23 Prozent) sowie Wettbewerbern und Lieferanten (je 21 Prozent). Ideen von weiteren Akteuren

Abbildung 21: Wie identifizieren Sie potenzielle Industrie 4.0-Projekte im Unternehmen? (N=486)



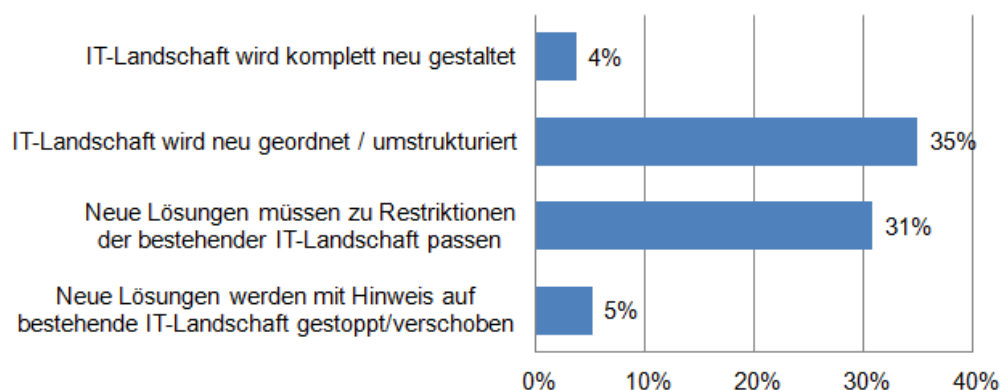
Bereits ein gutes Drittel (34 Prozent) der Befragten gab an, dass in ihren Unternehmen bereits ein systematischer Prozess zur Identifizierung und Bewertung potenzieller Industrie 4.0-Prozesse existiert.

Abbildung 22: Verfolgen Sie einen systematischen Prozess zur Identifizierung und Bewertung potenzieller Industrie 4.0-Projekte im Unternehmen? (N=393)



Bei der Frage, inwieweit sich Industrie 4.0-Projekte auf die bestehende IT-Landschaft im Unternehmen auswirken zeigt sich ein gespaltenes Bild. Bei 35 Prozent der Befragten wird die IT-Landschaft neu geordnet bzw. im Zuge der Projekte umstrukturiert. Fast die gleiche Prozentzahl (31 Prozent) gab an, dass neue Lösungen zu den Restriktionen der bestehenden IT-Landschaft passen müssen. Es bleibt abzuwarten, welche dieser beiden grundsätzlichen Strategien sich im Rahmen der weiteren Implementierungen durchsetzen wird.

Abbildung 23: Wie wirken sich Industrie 4.0-Projekte in Ihrem Unternehmen auf die bestehende IT-Landschaft aus? (N=486)



Wesentliche Ergebnisse:

- › Bei den Auslösern für Industrie 4.0-Projekte stehen hier Ideen des Managements an oberster Stelle (59 Prozent). Gleich dahinter folgen Ideen von Mitarbeitern, die im Rahmen kontinuierlicher Verbesserungsprojekte entstanden (50 Prozent). Ideen von Forschungseinrichtungen, Universitäten und aus studentischen Arbeiten folgen direkt dahinter (40 Prozent).
- › Bei 35 Prozent der Befragten wird die IT-Landschaft neu geordnet bzw. im Zuge der Projekte umstrukturiert. Fast die gleiche Prozentzahl (31 Prozent) gabe an, dass neue Lösungen zu den Restriktionen der bestehenden IT-Landschaft passen müssen.

4.3 Unklarheit über wirtschaftlichen Nutzen Haupthemmnis für die Umsetzung

Als Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion werden die Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen (63 Prozent) sowie fehlendes Fachwissen bzw. Fachkräfte (58 Prozent) angesehen. Im Vergleich zur Studie von 2014 lösen diese Kriterien die fehlende Fähigkeit zur Veränderung in der Organisation ab, welche mit nunmehr 39 Prozent der Nennungen noch hinter den fehlenden technischen Voraussetzungen (41 Prozent) auf Rang vier liegt.

Abbildung 24: Welche Hemmnisse für die Implementierung von IT-Innovationen in der Produktion existieren in Ihrem Unternehmen? (N=441)



Wesentliche Ergebnisse:

- › Als Haupthemmnisse für die Umsetzung von IT-Innovationen in der Produktion werden die Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen (63 Prozent) sowie fehlendes Fachwissen bzw. Fachkräfte (58 Prozent) angesehen.

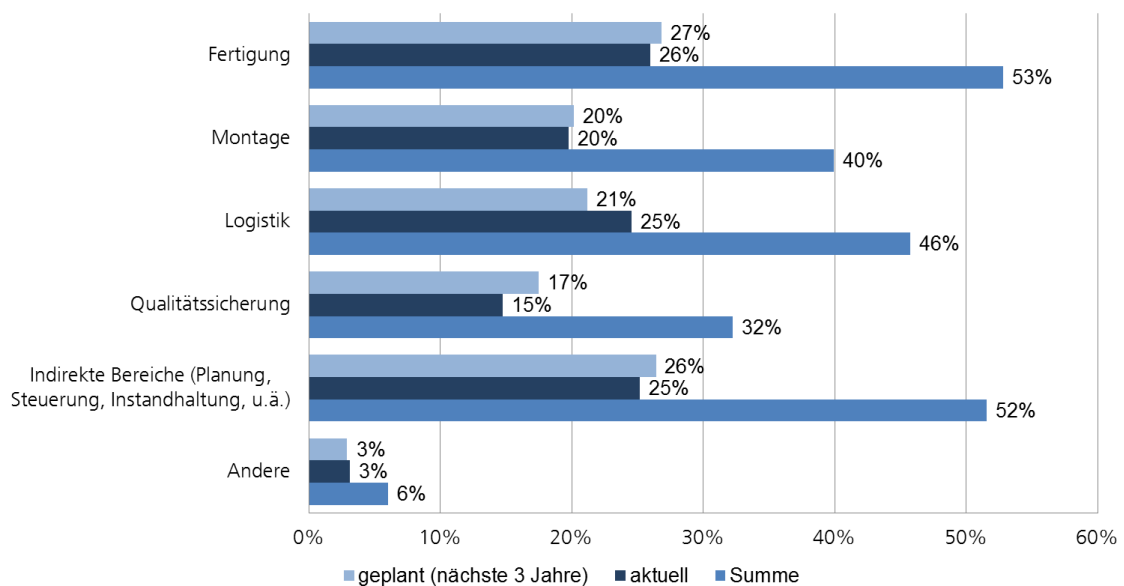
5 Auswirkungen auf Qualifikation und Kompetenzentwicklung

Ausgehend von den Ergebnissen der Befragung von 2014 [16] wurden die Auswirkungen der aktuellen Umsetzung von Industrie 4.0 in den Unternehmen auf die Kompetenzentwicklung befragt.

5.1 Aufbau von IT-Kompetenz in der Produktion geplant

Aufbauend auf den Umfrageergebnissen unserer Studie aus dem Jahre 2014, anhand derer von einem starken Aufbau von IT-Kompetenz vor allem in den indirekten Bereichen, der Logistik und der Fertigung gerechnet werden konnte, fragten wir dieses Mal konkret nach aktuell laufenden bzw. für den Zeitraum der nächsten drei Jahre geplanten Qualifizierungsbestrebungen.

Abbildung 25: In welchen Bereichen bauen Sie IT-Kompetenz auf bzw. aus? (N=481)



Die Ergebnisse bestätigten das Bild von vor zwei Jahren, wobei dieses Mal die Fertigung mit 53 Prozent der aktuellen und über die nächsten drei Jahre geplanten Aktivitäten den Spitzenplatz einnimmt; dicht gefolgt von den indirekten Bereichen, wie Planung, Steuerung, Instandhaltung) mit 52 Prozent und der Logistik mit 46 Prozent. Hinsichtlich der zeitlichen Aufteilung verteilen sich die Antworten in etwa gleich auf aktuelle und geplante Aktivitäten.

Wesentliche Ergebnisse:

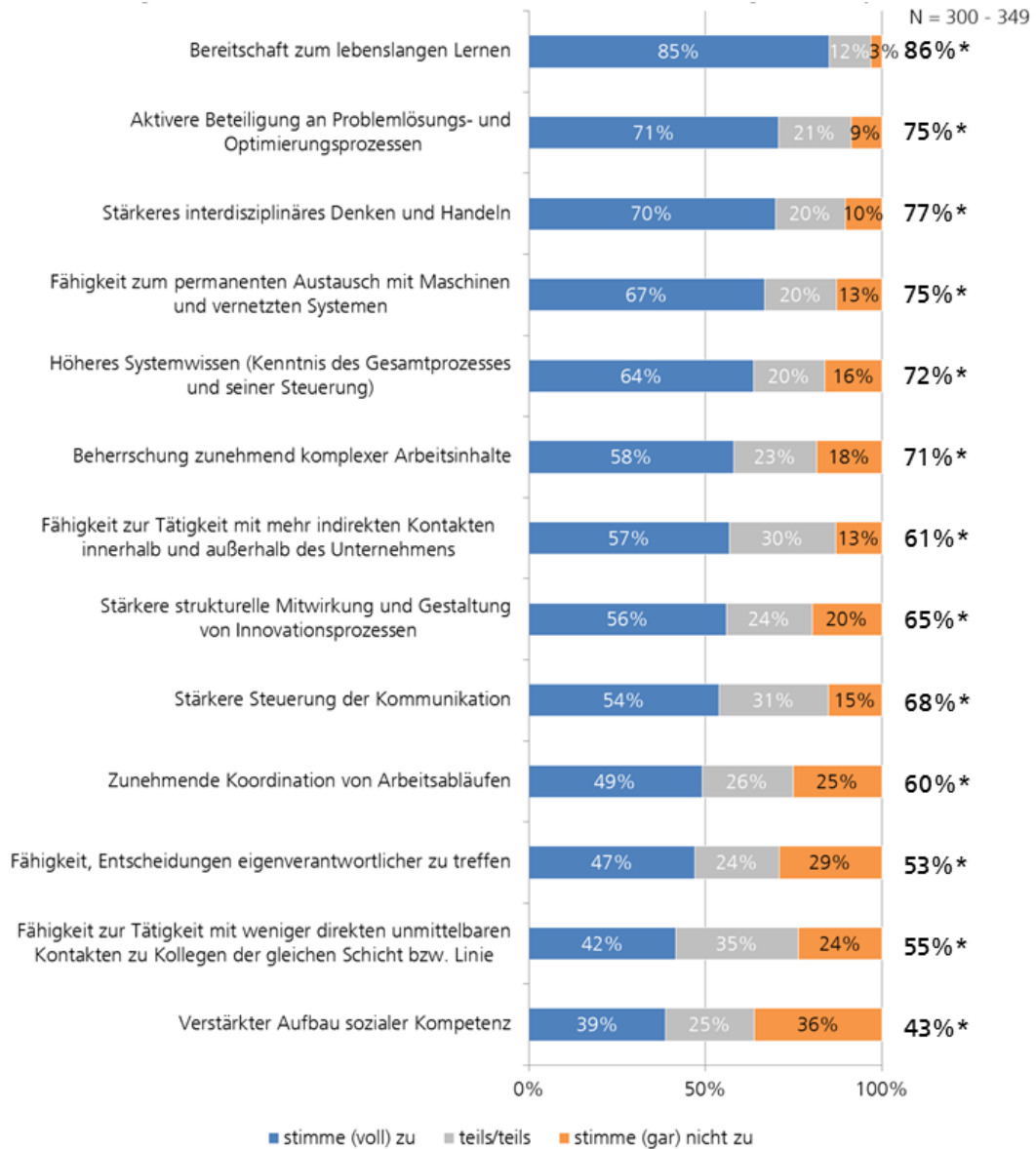
- › Der Aufbau von IT-Kompetenz bleibt bei den Unternehmen weiter ganz oben auf der Tagesordnung. Bei den aktuellen und geplanten Maßnahmen liegt die Fertigung an der Spitze (53 Prozent); dicht gefolgt von den indirekten Bereichen, wie Planung, Steuerung, Instandhaltung) mit 52 Prozent und der Logistik mit 46 Prozent.

5.2 Industrie 4.0 erfordert von den Produktionsmitarbeitern Prozessverständnis und Denken über den Tellerrand hinaus

Hinsichtlich der erforderlichen Eigenschaften und Kompetenzen der Produktionsmitarbeiter zeigt die Befragung ein ähnliches Bild wie beim letzten Durchlauf 2014. Die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen wird nach wie vor als wichtigste Eigenschaft gesehen (85 Prozent). Auf den Plätzen folgen die aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen (71 Prozent) sowie stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln (77 Prozent).

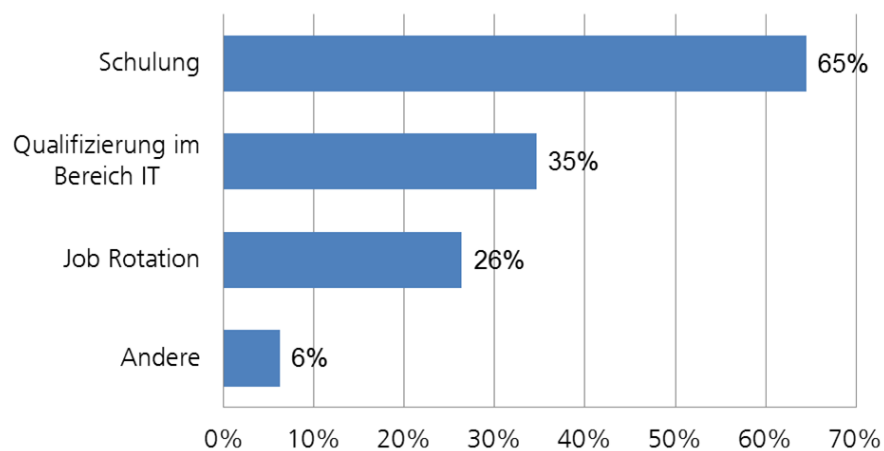
Im Vergleich zur Befragung von 2014 sind die Zustimmungswerte bei allen abgefragten Items zurückgegangen. Besonders stark war der Rückgang bei der stärkeren Steuerung der Kommunikation (-14 Prozentpunkte), der Beherrschung zunehmend komplexer Arbeitsinhalte sowie der Fähigkeit zur Tätigkeit mit weniger direkten unmittelbaren Kontakten zu Kollegen der gleichen Schicht bzw. Linie (jeweils -13 Prozentpunkte).

Abbildung 26: Die Einführung von Industrie 4.0 erfordert vom Produktionsmitarbeiter folgende Kompetenzen: (N=300-349)



Um die erforderlichen Kompetenzen zu entwickeln, bereiten fast zwei Drittel der Befragten (65 Prozent) die Mitarbeiter mit Schulungen auf die veränderten Anforderungen vor. 35 Prozent bieten spezifische IT-Qualifizierungsmaßnahmen an. Arbeitsplatznahe Qualifizierungsmaßnahmen im Zuge einer Job Rotation nutzen immerhin 26 Prozent der Befragten.

Abbildung 27: Mit welchen Maßnahmen werden die Mitarbeiter auf die neue Situation vorbereitet?
(N=448)



Wesentliche Ergebnisse:

- › Die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen wird nach wie vor als wichtigste Eigenschaft gesehen (85 Prozent). Auf den Plätzen folgen die aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen (71 Prozent) sowie stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln (77 Prozent).

6 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Befragung von mehr als 800 Entscheidern aus dem Produktionsumfeld zeigt: Industrie 4.0 ist in der betrieblichen Realität angekommen.

Verglichen mit unserer Studie aus dem Jahr 2014 [16] zeigen die Ergebnisse, dass sich der Fokus der Unternehmen von Zielfindung und Begriffsklärung viel stärker auf die eigentliche Umsetzung verlagert hat.

Heute existieren zahlreiche erfolgreiche Lösungen. In Summe wurden mehr als 2.700 Industrie 4.0-Projekte in den Unternehmen der von uns befragten Entscheidungsträger umgesetzt. Diese konzentrieren sich momentan stark auf die Kernbereiche betrieblicher Wertschöpfung – Fertigung, Montage, Logistik sowie Produktionsplanung und -steuerung. Neben besserer Informationsbereitstellung und Transparenz von Zustandsdaten konnten bei den umgesetzten Projekten signifikante Verbesserungen der Prozesskennzahlen nachgewiesen werden. So lag die durchschnittliche Reduzierung der Durchlaufzeit ebenso im zweistelligen Prozentbereich wie die Steigerung der Prozessqualität und die Kostensenkung.

Es wundert deshalb kaum, dass die Mehrzahl der Befragten von einer Ausweitung der Umsetzungsaktivitäten ausgeht und intensiv am Ausbau ihrer Infrastruktur im Bereich Vernetzung arbeitet. Diese Schritte werden in der nächsten Zeit für all diejenigen Unternehmen von zentraler Bedeutung sein, die bereits erste Pilotanwendungen realisiert haben.

Für alle anderen gilt es, aus den gemachten Erfahrungen der ‚Pilotunternehmen‘ zu lernen, damit bestehende Unklarheiten über den wirtschaftlichen Nutzen einer realistischen Einschätzung möglicher Potenziale weichen. Neben den aufgeführten Nutzeneffekten der Studienteilnehmer zeigt beispielsweise die ‚Landkarte Industrie 4.0‘ Praxisbeispiele, wo Industrie 4.0 schon heute in der Praxis in Deutschland gelebt wird [17]. Ergänzt wird diese Vorstellung durch regionale Initiativen wie den Wettbewerb ‚100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg‘ [18].

Das Verständnis bereits realisierter Lösungen kann jedoch nur ein erster Schritt auf dem Weg zur ‚Industrie 4.0‘ sein. Wichtig bleibt für Unternehmen, den jeweils passenden Ansatzpunkt für den betrieblichen Transformationsprozess zu finden, der schnelle und nachhaltige Erfolge verspricht und gleichzeitig die Organisation nicht überfordert. Beste Chancen eröffnen sich in einem ersten Schritt aus Projekten zur Verbesserung der Transparenz und Informationsbereitstellung.

Dazu bedarf es neben der Schaffung technischer Voraussetzungen vor allem der Aktivierung und Einbindung der Mitarbeiter. Dem Auf- und Ausbau von Fachwissen und Fachkräften an der Schnittstelle zwischen Produktion und IT kommt dabei eine entscheidende Rolle zu. Im überfachlichen Bereich werden darüber hinaus weiterhin die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen sowie die aktive Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen als wichtigste Grundanforderungen genannt.

Zusammenfassend hat sich in der Breite der Unternehmen seit unserer letzten Befragung 2014 eine Menge bewegt. Gerade die gemachten Erfahrungen aus einer Vielzahl von Umsetzungsprojekten machen Mut für die Zukunft des Themas ‚Industrie 4.0‘. Für die nächste Zeit blicken wir gespannt darauf, wie sich die Ausweitung bisheriger Lösungen auf Unternehmens- und Branchenebene, die Integration in eine durchgehende IT-Landschaft und die Anpassung von Arbeitsinhalten und -organisation weiter entwickeln werden.

Doch unabhängig davon, wie sich diese Veränderung ausgestaltet; eines scheint bereits jetzt sicher. Die digitale Vernetzung ist auf dem besten Wege, tatsächlich tiefgreifend die Industrie zu verändern.

7 Industrie 4.0 – Hintergrund und Zielsetzung

Obwohl der Begriff seit nunmehr fünf Jahren existiert und immer noch 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 [2] bis hin zur Umsetzung von Teilaspekten der Digitalisierung und Automatisierung industrieller Wertschöpfung [3]. Eine abgestimmte definitorische Abgrenzung existiert momentan nicht. Am weitesten verbreitet ist die Arbeitsdefinition der Plattform Industrie 4.0 (vgl. [4]):

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 wie schon bei der Vorgängerstudie [16] 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 [5]).

Mit Industrie 4.0 werden zahlreiche unterschiedliche Zielrichtungen eng verknüpft. Im Rahmen der formulierten »Dualen Strategie« [6] 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 angestrebt, die das Format einer vierten industriellen Revolution haben. Möglich gemacht wird dies durch einen Preisverfall im Bereich der industrienahen Hard- und Software – Leichtbauroboter, Tablet-PCs, RFID-Tags und Transponder, aber auch Sensorik und Speicherplatz. Diese sind heute bezahlbar und problemlos verfügbar. Zudem kommt die hohe Verbreitung des Internets als Datenaustauschplattform im B2C- 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 Kompetenzerfordernisse verändern und erweitern. Erste Studien gehen von drastischen Verschiebungen der Beschäftigung durch die Automatisierung von Wissensarbeit und mobile Robotik aus [7], [8], [9].

Der Begriff »Industrie 4.0« selbst wurde erstmals im Jahre 2011 einer breiteren Öffentlichkeit präsentiert [10]. In der Folge ist viel passiert. Spätestens seit die Hannover Messe das Thema seit 2013 alljährlich 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 [6] und dem anschließenden Aufbau der Plattform Industrie 4.0 [4], erhielten die Aktivitäten einen weiteren Schub. Dieser wurde durch erste Umsetzungsbeispiele, die Aktivitäten seitens der Forschungsförderung auf nationaler und internationaler Ebene sowie die wesentliche Rolle, die das Thema innerhalb der digitalen Agenda [11] einnimmt, weiter verstärkt.

8 Literaturnachweis

- [1] agiplan et al.: Erschließen der Potenziale der Anwendungen von Industrie 4.0 im Mittelstand. Berlin, 2015.
- [2] Roland Berger: Think Act: Industry 4.0 – The new industrial revolution – How Europe will succeed; März 2014
- [3] 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/>
- [4] Plattform Industrie 4.0: www.plattform-i40.de
- [5] Heng, S.: Industrie 4.0 – Chance für den Industriestandort Deutschland; Infografik DB Research; 2014
- [6] Forschungsunion: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Berlin, April 2013
- [7] 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
- [8] Brynjolfsson, E.; McAfee, A.: Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, W. W. Norton & Company; New York, 2014
- [9] Frey, C. B., Osborne, M. A.: The Future of Employment: How Susceptable are Jobs to Computerisation?, Oxford University Press, 2013
- [10] 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>
- [11] Bundesregierung: Digitale Agenda 2014 – 2017; BMWi, August 2014
- [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] 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
- [16] Schlund, S., Hämmerle, M., Strölin, T.: Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung, Stuttgart/Ulm, 2014, Ingenics AG, 2014, 31 S.
- [17] Plattform Industrie 4.0: Landkarte Industrie 4.0. <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Karte/karte.html> (aufgerufen am 25.09.2016)
- [18] Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg: 100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg. http://www.i40-bw.de/100_places/100-Orte.html (aufgerufen am 25.09.2016)