



FGW-Studie

Digitalisierung von Arbeit 18

Hartmut Hirsch-Kreinsen, Anemari Karačić (Hrsg.)



Swetlana Franken, Lotte Prädikow, Miriam Vandieken

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes „Fit für Industrie 4.0“



Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (e.V.)
Kronenstraße 62
40217 Düsseldorf

Telefon: 0211 99450080
E-Mail: info@fgw-nrw.de
www.fgw-nrw.de

Geschäftsführender Vorstand

Prof. Dr. Dirk Messner, Prof. Dr. Ute Klammer (stellv.)

Themenbereich

Digitalisierung von Arbeit - Industrie 4.0
Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen, Vorstandsmitglied
Anemari Karačić, wissenschaftliche Referentin

Layout

Olivia Pahl, Referentin für Öffentlichkeitsarbeit

Förderung

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen

ISSN

2510-4101

Erscheinungsdatum

Düsseldorf, April 2019

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Auf einen Blick

- Die Digitalisierung gewinnt in den untersuchten Unternehmen aller Größen und Branchen in NRW zunehmend an Bedeutung, wobei die meisten Unternehmen ihren Fokus auf die Digitalisierung der bestehenden Produkte und Prozesse legen.
- Die Digitalisierung wird in den kommenden fünf Jahren voraussichtlich keine massive Arbeitsplatzvernichtung auslösen.
- Die Aufgaben aller Beschäftigtengruppen werden sich im Zuge der Digitalisierung verändern, besonders starke Veränderungen zeichnen sich für die qualifizierten Arbeitskräfte ab.
- Die wichtigsten Voraussetzungen für die Digitalisierung sind nach Einschätzung der Studienteilnehmer_innen für alle Beschäftigtengruppen die Offenheit für Veränderungen und lebenslanges Lernen.
- Die befragten Unternehmen sehen für alle Beschäftigtengruppen einen Qualifizierungsbedarf. Assistenzsysteme führen nicht zwangsläufig zu einer Dequalifizierung der An- und Ungelernten.
- Laut Studienteilnehmer_innen werden neben klassischen Formaten der Weiterbildung in der Zukunft das Lernen mit Datenbrillen, Lerninseln im Betrieb oder *Gamification* an Bedeutung gewinnen.
- Für eine erfolgreiche Digitalisierung spielen den Ergebnissen der Studie zufolge die Unternehmenskultur und die Führungskräfte als Vorbilder eine entscheidende Rolle.

Abstracts

Fit für Industrie 4.0? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Im Projekt *Fit für Industrie 4.0* wurden die Auswirkungen der Digitalisierung in NRW-Unternehmen auf die Beschäftigung und Kompetenzanforderungen differenziert nach Beschäftigtengruppen untersucht. Dargestellt werden die Ergebnisse aus explorativen Experteninterviews (n=8) und einer Onlinebefragung (n=150). Die Digitalisierung gewinnt in Unternehmen aller Größen und Branchen an Bedeutung, vor allem mit dem Fokus auf die Verbesserungen von internen Prozessen. Abgesehen von einem prognostizierten leichten Arbeitsplatzrückgang in der Gruppe ‚An- und Ungelernte‘, wurden in der Studie keine gravierenden Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung identifiziert. Die Aufgaben aller Beschäftigtengruppen werden sich verändern, wodurch neue Kompetenzanforderungen entstehen. Neben dem Aufbau von IT- und Medienkompetenzen gilt es, persönliche und soziale Fähigkeiten auszubauen und zu stärken. Die Beschäftigten brauchen laut Einschätzung der Unternehmen für die Arbeitswelt 4.0 vor allen Dingen Offenheit und Lernfähigkeit. Unternehmen sind gut beraten, sich mit der Weiterbildung für die Zukunft rechtzeitig zu beschäftigen, da diese Investition in die Menschen auf Dauer erfolversprechend ist.

Fit for Industry 4.0 Results of an empirical study of the research project *Fit for Industry 4.0*

In the project *Fit for Industry 4.0*, the effects of digitalisation in North Rhine-Westphalia companies on employment and competence requirements were examined, differentiated according to employee groups. The results of explorative expert interviews (n=8) and an online survey (n=150) are presented. Digitalisation is gaining in importance in companies of all sizes and sectors, especially with a focus on optimising internal processes. Apart from a predicted slight decline in the number of jobs in the ‘semi-skilled and unskilled’ group, the study did not identify any serious effects of digitalisation on employment. The tasks of all employee groups will change, resulting in new competence requirements. In addition to developing IT and media skills, personal and social skills need to be developed and strengthened. The surveyed companies estimate that, above all employees need openness and the ability to learn for the working environment. Enterprises are well advised to deal with further training for the future at an early stage, as this investment in people is promising on a long-term basis.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis	vi
Abkürzungsverzeichnis	vii
1 Theoretische Grundlagen	1
1.1 Kurze Analyse zum Verständnis der Industrie 4.0.....	1
1.2 Industrie 4.0 als soziotechnisches System	3
1.3 Aktueller Stand der Industrie 4.0 in Unternehmen.....	4
1.4 Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Beschäftigung	7
1.5 Veränderungen in der Unternehmensorganisation.....	11
1.6 Veränderte Aufgaben der Beschäftigten durch die Industrie 4.0	14
1.7 Neue Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten.....	16
1.8 Auswirkungen der Digitalisierung auf das Führungsverständnis	22
1.9 Ziele und Forschungsfragen der Studie <i>Fit für Industrie 4.0</i>	24
2 Qualitative Untersuchung.....	28
2.1 Untersuchungsdesign	28
2.2 Ergebnisse der Interviewreihe	29
2.2.1 Stand und Strategie der Digitalisierung in Unternehmen.....	29
2.2.2 Instrumente und <i>Tools</i> der internen Digitalisierung	29
2.2.3 Instrumente und <i>Tools</i> der externen Digitalisierung	30
2.2.4 Neue Arbeit und Organisation in Unternehmen.....	30
2.2.5 Auswirkungen auf die Beschäftigtenzahlen	31
2.2.6 Veränderte Aufgaben und Anforderungen der Beschäftigten.....	31
2.2.7 Digitale Transformation und Unternehmenskultur	32
3 Quantitative Untersuchung	33
3.1 Methodik und Fragebogen.....	33
3.2 Stichprobe	34
4 Ausgewählte Ergebnisse	37
4.1 Analyse der Digitalisierung in Unternehmen	37
4.1.1 Strategische Bedeutung der Digitalisierung.....	37

4.1.2	Treiber der Digitalisierung.....	38
4.1.3	Umsetzungsstand der Digitalisierung in verschiedenen Funktionsbereichen 38	
4.1.4	Interner Fokus der Digitalisierung.....	39
4.1.5	Hemmnisse und Erfolgsfaktoren für die Digitalisierung	40
4.1.6	Externer Fokus der Digitalisierung	41
4.1.7	Relevanz der Geschäftsmodelle	42
4.1.8	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wettbewerbsfähigkeit	43
4.2	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung.....	45
4.2.1	Beschäftigungseffekte der Digitalisierung und Industrie 4.0	46
4.2.2	Qualifizierungsbedarf aufgrund der Digitalisierung	47
4.2.3	Bedeutung des Lernens.....	49
4.3	Aufgaben und Kompetenzen im Zuge der Digitalisierung.....	50
4.3.1	Aufgabenveränderungen durch die Digitalisierung	50
4.3.2	Aufgaben und Kompetenzen der An- und Ungelernten	53
4.3.3	Aufgaben und Kompetenzen der Fachkräfte	54
4.3.4	Aufgaben und Kompetenzen der Akademiker_innen.....	57
4.3.5	Aufgaben und Kompetenzen der Führungskräfte.....	59
4.3.6	Führungsverständnis je nach Geschlecht und Alter	61
4.4	Weiterbildung im Kontext der Digitalisierung.....	63
4.4.1	Inhalte der Weiterbildung.....	63
4.4.2	Neue Weiterbildungsformate	63
5	Fazit und Handlungsempfehlungen	67
5.1	Zusammenfassung: Ergebnisse im Überblick.....	67
5.2	Ausblick und Handlungsempfehlungen.....	69
	Literatur	71
	Über die Autor_innen	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell zur differenzierten Analyse von Auswirkungen der Digitalisierung auf die Qualifikationen und Kompetenzen von Beschäftigten.....	27
Abbildung 2: Zusammensetzung der Studienteilnehmer_innen nach Alter, Geschlecht, Position und Funktionsbereich im Unternehmen	35
Abbildung 3: Unternehmensgröße, Netzwerkzugehörigkeit und Branche der Befragten.....	36
Abbildung 4: Strategische Bedeutung der Digitalisierung aktuell und zukünftig	37
Abbildung 5: Verankerung der Digitalisierung in der Unternehmensstrategie	37
Abbildung 6: Digitalisierungsgrad nach Funktionsbereichen.....	39
Abbildung 7: Interner Fokus der Digitalisierung – Unser Unternehmen.....	40
Abbildung 8: Externer Fokus der Digitalisierung – Unser Unternehmen.....	42
Abbildung 9: Relevanz von neuen Geschäftsmodellen in Unternehmen	43
Abbildung 10: Vergleich mit Wettbewerbern.....	44
Abbildung 11: Vergleich mit den Wettbewerbern nach Größe	44
Abbildung 12: Vergleich mit Wettbewerbern nach Netzwerkzugehörigkeit.....	45
Abbildung 13: Beschäftigtengruppen.....	46
Abbildung 14: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Beschäftigungseffekte für einzelne Beschäftigtengruppen in den kommenden 5 Jahren	46
Abbildung 15: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierter Qualifizierungsbedarf für einzelne Beschäftigtengruppen	48
Abbildung 16: Qualifizierungsbedarf und Konsequenzen von Assistenzsystemen bei An- und Ungelernten.....	49
Abbildung 17: Das Lernen gewinnt an Bedeutung.....	50
Abbildung 18: Von den Studienteilnehmer_innen eingeschätzte Aufgabenveränderung bei verschiedenen Beschäftigtengruppen in den kommenden 5 Jahren.....	51
Abbildung 19: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der An- und Ungelernten.....	53
Abbildung 20: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der An- und Ungelernten in den nächsten 5 Jahren	54
Abbildung 21: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Fachkräfte	55

Abbildung 22: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Fachkräfte in den nächsten 5 Jahren	56
Abbildung 23: Von den Studienteilnehmer_innen prognostiziertes zukünftiges Kompetenzniveau bei Fachkräften	57
Abbildung 24: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Akademiker_innen.....	57
Abbildung 25: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Akademiker_innen in den nächsten 5 Jahren.....	58
Abbildung 26: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Führungskräfte	59
Abbildung 27: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Führungskräfte in den nächsten 5 Jahren	60
Abbildung 28: Einschätzung der Studienteilnehmer_innen hinsichtlich der Aufgabenveränderung bei Führungskräften durch die Digitalisierung nach Alter	62
Abbildung 29: Einschätzung der Studienteilnehmer_innen hinsichtlich der Weiterbildungsangebote in Bezug auf die Digitalisierung	63
Abbildung 30: Weiterbildungsformate aktuell und zukünftig	64
Abbildung 31: Lernen mit Datenbrillen.....	64
Abbildung 32: Altersgemischte Teams sind für die Vermittlung von digitalen Kompetenzen besonders gut geeignet	65
Abbildung 33: Die Weiterbildungsinhalte werden im Unternehmen intern erstellt	66

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Kompetenzanforderungen für Industrie 4.0 aufgrund ausgewählter Studien.....	18
--	----

Abkürzungsverzeichnis

AR	<i>Augmented Reality</i>
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
CPS	cyberphysische Systeme
CNC	<i>Computerized Numerical Control</i>
CDO	<i>Chief Digital Officer</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IoT	<i>Internet of things</i>
IT	Informationstechnik
It's OWL	intelligente technische Systeme Ostwestfalen-Lippe
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
NRW	Nordrhein-Westfalen
OWL	Ostwestfalen-Lippe
PwC	PricewaterhouseCoopers
VR	<i>Virtual Reality</i>
3D-Druck	dreidimensionaler Druck

1 Theoretische Grundlagen

Um die Ausgangssituation und den Kontext der Studie zu verdeutlichen, werden zunächst eine kurze Analyse der Industrie 4.0 aus der technischen Perspektive und im Rahmen des soziotechnischen Systems (Technik-Mensch-Organisation), eine Bestandaufnahme des aktuellen Status quo sowie die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Beschäftigung, die Arbeitsaufgaben und die Kompetenzanforderungen von Beschäftigten auf Basis von Sekundärquellen dargestellt.

1.1 Kurze Analyse zum Verständnis der Industrie 4.0

Die rasante Entwicklung der (digitalen) Technologie hat einen großen Einfluss auf die Gesellschaft, Ökonomie und Politik (vgl. BMWI 2019). Auch der *Hype Cycle for Emerging Technologies 2016* (vgl. Panetta 2016) lässt vermuten, dass dies erst der Anfang war. *Smart Robots, Smart Workplace, Augmented Reality (AR)* und *Virtual Reality (VR)*, *Machine Learning*, *Virtual Personal Assistants* oder *Internet of Things (IoT)* sind dabei nur Auszüge aus einer langen Liste an technologischen Innovationen, die bereits eingesetzt werden oder in den nächsten fünf bis zehn Jahren und darüber hinaus entwickelt werden sollen. Die Bedeutung der Digitalisierung und damit eng verknüpft die strategische Relevanz von Industrie 4.0 für die Bundesrepublik Deutschland zeigen sich in der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 verfolgt dabei das Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandortes Deutschland zu sichern und deutsche Unternehmen als Industrieausrüster auf dem Weltmarkt zu positionieren (vgl. BMWI 2012, S.5). Die Ausgangslage ist ein immenser Wettbewerbsdruck durch offene Märkte und die Globalisierung, dem ein Hochlohnland, wie es Deutschland ist, durch eine digitale Transformation der gesamten Wertschöpfungskette und neue Geschäftsmodelle im Industrie- und Dienstleistungsgewerbe entgegenwirken will.

Digitalisierung steht für eine übergreifende Vernetzung aller Sektoren von Wirtschaft und Gesellschaft und die Befähigung, „relevante Informationen zu sammeln, zu analysieren und in Handlungen umzusetzen“ (BMWI 2015, S. 3). Auf den Industriesektor bezogen erfasst die Digitalisierung sämtliche Branchen und durchdringt alle Bereiche eines Unternehmens, von der Produktentwicklung und Produktion über den Vertrieb bis hin zum *Kundenservice*. Jeder zweite Betrieb nutzt dabei schon heute die Technologie der Industrie 4.0 (vgl. Arntz et al. 2016a, S. 3). Der Begriff der Industrie 4.0 ist allerdings nicht einheitlich definiert, wird mittlerweile häufig inflationär verwendet und scheint an der einen oder anderen Stelle ein Deckmantel für Innovation zu sein (vgl. Plass 2018, S. 2). Für die einen ist Industrie 4.0 nur ein Modewort oder eine Marketingerscheinung, um den Absatz längst vorhandener Produkte zu steigern (vgl. Sendler 2013, S. 6), für die anderen verbirgt sich hinter dem Begriff eine neue Stufe des technologischen Fortschritts, die vierte industrielle Revolution (vgl. Plattform Industrie 4.0 2019).

Technisch gesehen wird unter der Industrie 4.0 die Vernetzung industrieller Infrastruktur (Menschen, Maschinen, Anlagen, Produkte, Logistik etc.) zu sogenannten *cyberphysischen Systemen* (CPS) verstanden, was erst auf Basis modernster Informations- und Kommunikationstechnik

(IKT), dem Internet, möglich wird (vgl. Roth 2016, S. 5). Wertschöpfungsketten werden optimiert, intelligenter und über Unternehmensgrenzen hinweg miteinander verzahnt, sodass Effizienz und Flexibilität zum Standard werden. So können individuelle Kundenwünsche bis hin zur Losgröße eins berücksichtigt werden (vgl. Plattform Industrie 4.0 2019). Eine wichtige Rolle spielen dabei Daten, die durch die Systeme in Echtzeit verfügbar sind und ausgewertet werden können. Durch die Analyse der Daten entstehen neue Kunden- und Nutzendimensionen und somit Geschäftsmodellinnovationen mit Fokus auf bislang nicht gekannten Dienstleistungen und Services. So eröffnen sich neue Perspektiven: Automobilhersteller erweitern ihre Leistungsportfolios, sie verkaufen beispielsweise keine einfachen Fahrzeuge mehr, sondern bieten ihren Kund_innen künftig Mobilität (vgl. Zingrebe et al. 2016, S. 53).

Industrie 4.0 lässt sich allgemein in drei große Technologiefelder – *Cloud Computing*, *CPS* und *Smart Factory* – unterteilen (vgl. Jäger et al. 2015, S. 6). „Cloud Computing erlaubt die bedarfsgerechte und dezentrale Bereitstellung von Daten, Dienstleistungen und digitalen Geschäftsmodellen über das Internet“ (Jäger et al. 2015, S. 7). Zentral gespeicherte Daten können so unabhängig vom Ort in Echtzeit eingesehen, analysiert und bearbeitet werden (vgl. BMWI 2015, S. 8). Durch die Vernetzung und Kommunikation von Menschen, Maschinen, Anlagen und Werkstücken mithilfe von Informations- und Kommunikationssystemen werden reale und virtuelle Welten miteinander zu *cyberphysischen Systemen* verbunden. Bislang passive Gegenstände werden mit Sensoren, individueller Kennung, Mikrosteuerungselemente und Aktoren ausgestattet und erlangen somit eine neue Form der Intelligenz (vgl. Jäger et al. 2015, S. 8). *Cyberphysische Systeme* informieren fortwährend über aktuelle Zustände, Fortschritte im Prozess, Nutzungsverhalten oder beispielsweise Standorte, die zur Automatisierung und Autonomisierung von Anlagen und Systemen genutzt werden können (vgl. BMWI 2015, S. 8). So entstehen große Mengen an Daten (*Big Data*), die erst durch die Cloudtechnologie optimal bewältigt werden können (vgl. BMAS 2017, S. 21). *Big Data* bezeichnet dabei die Sammlung, Analyse und Aufbereitung von vielfältigen und zunächst unstrukturierten Informationen, die als Entscheidungsgrundlage benutzt werden können, und vereint so unterschiedliche Aspekte der Administration zur Nutzung großer Datenmengen (vgl. Jäger et al. 2015, S. 7). Diese Informationen können neben der Optimierung von Wertschöpfungsprozessen auch für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, Dienstleistungen und Services genutzt werden (vgl. BMAS 2017, S. 21). Die Analyse und Entscheidungsfindung auf Basis der Daten bilden die Grundlage für ein „optimales und ganzheitliches *Management* des Produktlebenszyklus von der Entwicklung und Produktion über den Betrieb bis hin zur Demontage und dem Recycling“ (BMWI 2015, S. 8). Immer bedeutender wird dabei die Berücksichtigung individueller Kundenwünsche, was in der Anwendung durch Serviceplattformen oder additive Fertigungsverfahren möglich wird. Produkte können so virtuell über die Plattform konfiguriert und beispielsweise individuell durch dreidimensionalen Druck (3D-Druck) umgesetzt werden (vgl. BMWI 2015, S. 9). Neue Technologien, wie zuvor erläutert beispielsweise das *Cloud Computing*, bilden so die Voraussetzung einer unternehmensweiten und übergreifenden Vernetzung *cyberphysischer Systeme*, hin zu einer ganzheitlich intelligenten Fabrik, der *Smart Factory* (vgl. Jäger et al. 2015, S. 10).

Industrie 4.0 bedeutet

„eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee über den Auftrag, die Entwicklung, Fertigung und Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.“ (Kagermann et al. 2016, S. 5).

1.2 Industrie 4.0 als soziotechnisches System

Eine aussichtsreiche Implementierung von innovativen Technologien im industriellen Sektor setzt „die komplexe Verknüpfung neuer Technologien mit sozialen und betrieblichen Anforderungen voraus“ (Ittermann et al. 2016, S. 9). Die Interaktion unterschiedlicher Faktoren definiert dabei das Grundgerüst einer modernen und digitalisierten Arbeitswelt. Dabei muss ganzheitlich in einer Interdependenz, also in einer abgestimmten Gestaltung gleichwertiger Parameter zwischen Mensch, Maschine und dem System gedacht werden (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 10). Während der soziotechnische Ansatz in der Vergangenheit immer wieder in zahlreichen Debatten zur Automatisierung und Humanisierung industrieller Produktion diskutiert wurde (vgl. z. B. Trist/Bamforth 1951; Walker et al. 2008), gewinnt er heute noch mehr an Bedeutung. Im Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0 sprechen die Autoren von einer neuen „Intensität soziotechnischer Interaktion aller an der Produktion beteiligter Akteure und Ressourcen“ als Folge der Digitalisierung (Kagermann et al. 2013, S. 24). Dabei sind nach Hirsch-Kreinsen keineswegs nur einzelne Arbeitsplätze, Arbeitsaufgaben und Qualifikationsniveaus einzelner Beschäftigter betroffen, sondern es ergeben sich auch „Konsequenzen für das gesamte organisatorisch-soziale Gefüge eines Produktionssystems.“ (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 12). Wenn Maschinen jedoch immer autonomer, intelligenter und proaktiver handeln, stellt sich die Frage, ob menschliche Kontrolle über technische Systeme und Anlagen künftig aufrechterhalten werden kann. Vor dem Hintergrund dieser Debatte spricht Grote (vgl. 2015, S. 219-220) von einer Reduzierung des soziotechnischen Ansatzes hin zu einer neuen Form der Mensch-Technik-Kollaboration, bei der einzelne Elemente im Gesamtsystem komplementär gestaltet werden sollen (vgl. Grote 2015, S. 219-220). Konkret bedeutet dies, in der Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine spezifische Stärken und Schwächen nach Situationserfordernissen zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund ergeben sich drei Teilsysteme, die dem soziotechnischen Ansatz Kontur verleihen. Das technologische Teilsystem umfasst im Zeitalter der Digitalisierung neue vernetzte Technologien, wie beispielsweise die *cyberphysischen Systeme*, intelligente Objekte oder intelligente Logistiksysteme, die wichtige Bestandteile einer automatisierten Wertschöpfungskette im Betrieb darstellen. Darüber hinaus gehören Roboter, neue Kommunikationsmedien und Assistenzsysteme (*Tablets, Smartphones, Wearables* oder z. B. digitale Brillen) ebenfalls zur Ausstattung neuer digitaler Infrastrukturen. Im Teilsystem Organisation sind ein Wandel von betrieblichen Strukturen, Managementsystemen und innovativen Geschäftsmodellen und eine Veränderung von Wertschöpfungsketten erforderlich. Darüber hinaus betrachtet das Teilsystem Mensch nicht nur neue Anforderungen an Tätigkeit und Qualifikation, sondern setzt auch neue Maß-

stärke für Beschäftigungsstrukturen und Partizipation bei der Gestaltung und Umsetzung der Industrie 4.0. Das Gesamtsystem ist dabei in sozioökonomische Kontextbedingungen und strategisch normative Rahmenparameter eingebettet (vgl. Hirsch-Kreinsen 2018, S. 24-25).

Dass es bei der Digitalisierung nicht nur (und nicht primär) um die Technik geht, zeigt die Studie *Digital Factories 2020 – Shaping the future of manufacturing* der Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers (PwC) (vgl. PwC 2017). Rund die Hälfte der Befragten räumt ein, dass ihre Mitarbeiter_innen dem digitalen Wandel nicht offen gegenüberstehen (49 %) und dass ihrem Unternehmen eine echte digitale Kultur fehlt (52 %) (vgl. PwC 2017).

1.3 Aktueller Stand der Industrie 4.0 in Unternehmen

Aktuell ist Industrie 4.0 zum Treiber eines weitreichenden Transformationsprozesses in Unternehmen in Deutschland geworden. Laut dem *Deutschen Industrie 4.0 Index 2018* der Unternehmensberatung Staufen haben im Jahr 2018 52 % aller Unternehmen in Deutschland Industrie 4.0 entweder in Einzelprojekten oder unternehmensübergreifend operativ umgesetzt (vgl. Staufen AG 2018, S. 10). Die meisten Unternehmen, die digitale Technologien eingeführt haben, konnten ihre Produkte und Services besser auf die Bedürfnisse ihrer Kund_innen abstimmen, die Erreichbarkeit von Mitarbeiter_innen im Service verbessern und Lieferzeiten verkürzen. So konnten Kosten gesenkt und die Produktivität gesteigert werden (vgl. Horváth & Partners 2016).

Innerhalb der Abteilungen sind Unternehmen bereits gut vernetzt, weisen jedoch oft Defizite bei der abteilungsübergreifenden Vernetzung auf, wobei größere Unternehmen heute besser aufgestellt sind als kleine (vgl. Icks et al. 2017, S. 17, 19). Unternehmen befassen sich nicht nur mit der Digitalisierung von internen Geschäftsprozessen, um Kosten zu senken und Effizienz und Produktivität zu steigern. Sie arbeiten nunmehr verstärkt an der externen Digitalisierung in Form von Geschäftsmodellen und wollen mithilfe innovativer Produkte Umsätze steigern und Marktanteile gewinnen (vgl. Dirks/Rohleder 2016). Knapp die Hälfte der Unternehmen arbeitet dabei schon über Unternehmensgrenzen hinweg vernetzt mit externen Partnerunternehmen zusammen (vgl. Icks et al. 2017, S. 26). Während innerhalb der Betriebe bereits 80 % der Beschäftigten im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit moderne IKT nutzen (vgl. BMAS, 2016, S. 6), rücken auch externe Digitalisierungsansätze durch übergreifende Partnerschaften und neue Geschäftsmodelle in den Vordergrund. Der Anteil der Unternehmen, der diesen weiteren Ansatz der Digitalisierung verfolgt und sich mit Geschäftsmodellen auseinandersetzt, erreichte 2016 65 % (vgl. Dirks/Rohleder 2016, S. 4). So investierte im Jahr 2016 etwa jedes fünfte Unternehmen in die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle (vgl. Dirks/Rohleder 2016, S. 5). Auch Produkte und Dienstleistungen werden dabei immer digitaler: 63 % der Unternehmen haben ihre Produkte und Dienstleistungen um digitale Zusatzdienste wie zum Beispiel interaktive Kommunikation, digitale Transaktionsdienste oder Services zur Fernwartung ergänzt (vgl. Dirks/Rohleder 2016, S. 7). Dabei ist bereits heute eine Vielzahl an internetfähigen Produkten (besonders in Großunternehmen) vorhanden oder für das nächste Jahr geplant (vgl. Icks et al. 2017, S. 33). Trotz dieser

Entwicklung wird aber auch deutlich, dass weiterhin Handlungsbedarf besteht, denn Unternehmen haben die Digitalisierungspotenziale noch lange nicht voll ausgeschöpft (vgl. Icks et al. 2017, S. 15).

Um der Veränderungsdynamik der Wirtschaftswelt gerecht zu werden, müssen Unternehmen ihre digitale Transformation strategisch angehen. Erst weniger als die Hälfte (44 %) (51 % nach Befragung von Schlund/Pokorni 2016, S. 11) der befragten Unternehmen verfügen über eine zentrale Digitalisierungsstrategie, 18 % haben eine organisatorische Einheit, die sich mit der Digitalisierung beschäftigt, und lediglich 8 % der Unternehmen haben eine für dieses Themenfeld zuständige Leitungsposition/-funktion (*CDO – Chief Digital Officer* o. ä.) etabliert (vgl. Dirks/Rohleder 2016, S. 11). Betrachtet man in Fragen der strategischen Ausrichtung jedoch den Mittelstand isoliert, so haben lediglich 22 % der Mittelständler eine geschäftsbereichsübergreifende Digitalisierungsstrategie implementiert (vgl. Saam et al. 2016, S. 20). Dabei lässt sich aus den Ergebnissen der Studie ableiten: Je größer ein Unternehmen ist, desto wahrscheinlicher ist das Vorhandensein einer Digitalisierungsstrategie. Die Verfügbarkeit digitaler Technologien (55 %), veränderte Kundenanforderungen (32 %) und ein verstärkter Wettbewerbsdruck (13 %) werden im Mittelstand darüber hinaus als die wichtigsten Treiber für eine strategische Verankerung der Digitalisierung genannt (vgl. Saam et al. 2016, S. 21).

Fokussiert man nun einzelne Branchen im Hinblick auf den Umsetzungsstand der Digitalisierung (sogenannter Digitalisierungsgrad), wird deutlich, dass die Informations- und Kommunikationsbranche auf einer Skala von 1 (wenig entwickelt) bis 6 (voll entwickelt) mit einem Durchschnitt von 4,9 am weitesten vorangeschritten ist. Gefolgt von der Finanzbranche (\bar{x} 3,9) und dem Gastgewerbe (\bar{x} 3,8) belegen Industrie und sonstige Dienstleistungen mit einem Durchschnitt von 3,7 nur den vierten Platz in diesem Ranking und liegen dabei im Durchschnitt aller Branchen. Den Abschluss bilden in dieser Verteilung Handels-, Bau-, und Verkehrsbranchen (\bar{x} 3,6-3,5) (vgl. DIHK 2016, S. 5).

Der digitale Wandel ist in großen Unternehmen bereits stärker vorangeschritten als in kleineren und mittleren Unternehmen (KMU). In Großunternehmen waren vor fünf Jahren etwa 33,1 % der eingesetzten Produktionsmittel indirekt oder selbst gesteuert. Heute beträgt ihr Anteil bereits 46,7 % und für die nächsten fünf Jahre wird ein Anstieg um weitere fünf Prozentpunkte prognostiziert. In KMU hat sich eine Entwicklung von 14 % auf heute 16,8 % und in den nächsten fünf Jahren geschätzten 21 % an indirekt oder selbst gesteuerten Produktionsmitteln (*Computerized-Numerical-Control-Maschinen* (CNC-Maschinen), Industrierobotern, verfahrenstechnische Anlagen und CPS) ergeben (vgl. acatech 2016a, S. 13). Auch in der Umsetzung externer Digitalisierungsansätze stehen KMU hinten an. Nur ein Fünftel der KMU hat mit digitaler Vernetzung von Produkten und Dienstleistungen begonnen. Dabei haben Unternehmen mit weniger als fünf Mitarbeiter_innen häufig Schwierigkeiten in der Umsetzung grundlegender digitaler Infrastruktur im Rahmen eigener Websites oder der Umsetzung eines *Enterprise Resource Planning* (ERP) Systems (vgl. Saam et al. 2016, S. 12). In 47 % der KMU werden Daten automatisiert erfasst und weitergegeben, um Mitarbeiter_innen mithilfe digitaler Assistenzsysteme zu unterstützen

(vgl. Saam et al. 2016, S. 14). Die grundlegenden Technologien, wie beispielsweise *Cloud Computing*, sind jedoch nur in 22 % der KMU vorhanden (vgl. Saam et al. 2016, S. 17). Auch *Social Media* haben noch keine hinreichende Beachtung in den KMU gefunden. Am häufigsten besitzen KMU ein eigenes Profil in sozialen Netzwerken (29 %), Kollaborationsplattformen (20 %) oder auch interne Wikis (9 %), die dabei noch deutlich ausbaufähig sind (vgl. Saam et al. 2016, S. 18). Unterlässt man eine Differenzierung zwischen KMU und Großunternehmen, verschiebt sich das Bild von bereits genutzten Technologien in den Unternehmen. 71 % der befragten Unternehmen nutzen *Social Media*, 68 % haben Cloudanwendungen implementiert und ebenfalls 68 % vertreiben ihre Produkte und Dienstleistungen über digitale Plattformen. 61 % haben bereits vernetzte Prozesse und Produkte, 56 % nutzen *Big-Data*-Analysen und Massendatenverarbeitung und bereits 30 % implementierten additive Fertigungsverfahren wie beispielsweise den 3D-Druck (vgl. DIHK 2016, S. 15). Betrachtet man die Umsetzung von Industrie-4.0-Maßnahmen differenziert nach Unternehmensbereichen, so bilden auch im Jahr 2016 die Produktion mit 87 % und Logistik und Lagerhaltung mit 58 % einen Schwerpunkt. Unternehmen erkennen jedoch zunehmend, dass die intelligente Fabrik auch bislang unbeachtete Bereiche einbeziehen muss, um das Gesamtkonzept Industrie 4.0 realisieren zu können. Deutlich an Bedeutung gewonnen haben so die Forschung und Entwicklung mit 44 %. Aber auch in Bereichen wie Vertrieb (25 %), Service (21 %), Einkauf (19 %) und Verwaltung und Personal (16 %) findet die Industrie 4.0 aktuell und künftig immer weitere Anwendungsbereiche (vgl. Brendle et al. 2016, S. 21).

Ein etwas anderes Bild ergibt sich aus der Analyse von Unternehmen des Spitzenclusters Intelligente technische Systeme Ostwestfalen-Lippe (it's OWL). Die KMU aus der vom Spitzencluster geprägten Region Ostwestfalen-Lippe (OWL) schätzen den Stand der Digitalisierung heute auf ein Level von 51 % ein, sie erwarten jedoch gemäß ihrer derzeitigen Planung einen Anstieg auf 70,2 % in den nächsten fünf Jahren. Großunternehmen schätzen entgegen bisheriger Analysen ihren Umsetzungsstand mit 46,9 % etwas geringer ein, erwarten aber einen vergleichsweise hohen Anstieg auf ein Level von 68,7 % (vgl. Mlekus/Maier 2016, S. 6). Insgesamt können Unternehmen der Region OWL im Vergleich mit anderen Unternehmen dieser Statistik zufolge gut mithalten. Wie sie sich in ganzheitlicher Betrachtungsweise der Umsetzung von Industrie 4.0 im Dreieck Technik-Mensch-Organisation positionieren, wird später anhand der Studienergebnisse *Fit für Industrie 4.0* erläutert.

Den Status quo der Industrie 4.0 ausschließlich auf Basis technologischer Aspekte zu beurteilen, ist nach dem Ansatz des zuvor dargestellten soziotechnischen Systems nicht ausreichend. Demnach sind organisatorische und menschenbezogene Aspekte von ebenso hoher Relevanz. Jedoch wird diesen Aspekten in vielen Unternehmen wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Qualifizierung und Weiterbildung für die Industrie 4.0 werden im Mittelstand oft vernachlässigt. Vorreiterunternehmen realisieren fast doppelt so häufig Qualifizierungs- und Kompetenzprojekte wie die Nachzügler_innen der Digitalisierung. Sie investieren häufiger in auf Informationstechnik (IT) bezogene Kompetenzen, Reorganisation und Vernetzung (vgl. Saam et al. 2016, S. 34). Um die

Handlungsbedarfe hinsichtlich der organisatorischen Veränderung und Qualifikations- und Kompetenzbedarfe zu identifizieren, werden in den nächsten Abschnitten die Szenarien der Arbeitsgestaltung und die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Arbeitswelt betrachtet.

1.4 Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Beschäftigung

Bei der Einführung und Umsetzung der Industrie 4.0 in Unternehmen eröffnen sich vielfältige Gestaltungsspielräume, die wiederum durch die zugrundeliegenden Gestaltungskonzepte determiniert werden. So existieren widersprüchliche Prognosen zur Zukunft von Arbeit, die in drei Szenarien der Arbeitsgestaltung dargestellt werden können.

„Während technologiezentrierte Ansätze die weitreichende Substituierung menschlicher Arbeitsformen durch technische Anlagen und Systeme betonen, stellen komplementäre Ansätze die sich ergänzende Verteilung der Aufgaben und die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in den Mittelpunkt.“ (acatech 2016a, S. 12).

In einer technikzentrierten Vision der Digitalisierung und Industrie 4.0 werden Arbeitsprozesse weitgehend automatisiert, sodass menschliche Tätigkeiten nur in Bereichen erhalten bleiben, in denen aufgrund technischer, sozioökonomischer oder ethischer Gründe eine Automatisierung nicht erfolgen kann oder nicht erfolgen sollte. Im Gegensatz dazu behält der Mensch in einer menschenzentrierten Vision von Industrie 4.0 gestaltende Autorität und Erfahrungshoheit und wird im Arbeitsprozess lediglich durch intelligente Werkzeuge und Assistenzsysteme unterstützt (vgl. BMAS 2017, S. 72).

Die praktische Gestaltung der Industrie 4.0 in einzelnen Unternehmen variiert von Betrieb zu Betrieb, in Abhängigkeit von Produkten, Größe, Branche, Traditionen, Unternehmenskultur etc.; zudem ist Digitalisierung in den meisten Betrieben ‚*work in progress*‘. Die Entwicklungen der Arbeit in der Industrie 4.0 werden in Form von verschiedenen Szenarien beschrieben, wobei noch unklar ist, welches Szenario dominieren wird (vgl. Ittermann/Niehaus 2018, S. 37-52).

In einem ersten Entwicklungsszenario, dem *Upgrading* von Industriearbeit, wird von einer beständigen Beschäftigung bei gleichzeitig steigenden Qualifikationserfordernissen ausgegangen. Die steigende Verfügbarkeit und Vielfalt von Informationen im Prozess stellen zunehmend neue Anforderungen an die Beschäftigten in der Organisation. Dabei sind tendenziell alle Beschäftigtengruppen gleichermaßen betroffen. Durch den Einsatz von Datenbrillen oder *Tablets* erhalten auch Geringqualifizierte eine qualifikatorische Aufwertung, indem sie Tätigkeiten in der industriellen Produktion schneller erlernen können und durch die Assistenzsysteme in ihrer Arbeit Unterstützung erhalten (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 14). Digitale Assistenzsysteme oder sogenannte Werkzeuge sollen in diesem Ansatz lediglich Unterstützungsarbeit leisten, da die Fachkraft die Kontrolle über digitalisierte Arbeits- und Produktionsabläufe behalten soll (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 15). Das setzt jedoch voraus, dass die Fachkraft über ausreichendes Erfahrungswissen zur Prozesssteuerung verfügt und so im Störfall, wenn das System Probleme nicht mehr eigenständig löst, rechtzeitig eingreifen kann. Es scheint dabei die „Ironie der Automatisierung“ (BMAS 2017, S. 71) zu sein, „dass der menschliche Überwacher gerade wegen der

Automatisierung zunehmend weniger in der Lage ist, die seltener werdenden, aber weiterhin auftauchenden Probleme des automatischen Systems zu lösen“ (BMAS 2017, S. 71), wenn seine Tätigkeit mit steigender Autonomisierung der Systeme auf überwachende Tätigkeiten reduziert wird.

In einem zweiten Szenario wird von einer Substitution von Tätigkeiten ausgegangen, bei der die menschenleere Fabrik aber eher unwahrscheinlich ist. Insgesamt wird mehr von einer teilweisen Substitution von Tätigkeiten durch automatisierte Prozesse gesprochen, die verschiedene Beschäftigtengruppen in unterschiedlicher Art und Weise trifft. Gerade bei Tätigkeiten, die leicht standardisierbar sind, einen routinierten, repetitiven Charakter aufweisen und daher leicht in Algorithmen überführbar und automatisierbar sind, ergibt sich ein hohes Substituierungspotential durch Technologien. Eben diese Tätigkeiten werden in der Industrie häufig von niedrig- und geringqualifizierten Beschäftigten ausgeführt, sodass diese häufig als Verlierer_innen der Digitalisierung bezeichnet werden (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 16-17). Es gibt aber auch Gegenstimmen zu diesem Ansatz, denn aktuell gehen unabhängig von der Unternehmensgröße nur knapp über 20 % der Unternehmen davon aus, dass neue Technologien überhaupt Mitarbeiter_innen ersetzen werden (vgl. Icks et al. 2017, S. 43).

Das dritte Entwicklungsszenario, die Polarisierung von Industriearbeit, vereint die beiden zuvor angeführten Gedankengänge und umfasst sowohl Kernelemente des *Upgradings* von Qualifikationen als auch die partielle Substitution von Beschäftigung. Diesem Szenario wird aus makroökonomischer und innerbetrieblicher Perspektive die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit zugesprochen. Metaphorisch geht man diesem Ansatz zufolge von einer Schere zwischen komplexen Tätigkeiten einerseits und einfachen Tätigkeiten andererseits aus, bei der Tätigkeiten des mittleren Qualifikationsniveaus zunehmend an Bedeutung verlieren. Durch Automatisierung und Assistenzsysteme können Aufgaben und Arbeitsschritte so stark vereinfacht werden, dass sie auch mit einem niedrigen Qualifikationsniveau zu bewältigen sind. Auf der anderen Seite muss es Expert_innen geben, die in der Lage sind, diese komplexen Anwendungen und Systeme zu entwickeln. Die eindeutigen Gewinner_innen des Strukturwandels hochqualifizierter Arbeit werden deshalb in Ingenieursberufen, Informatik- und IT-Fachkräften und der Kreativarbeit gesehen (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 19).

Es sind darüber hinaus auch zahlreiche Hybridformen zwischen *Upgrading*, Substitution und Polarisierung zu erwarten. Zudem lässt sich zum heutigen Zeitpunkt nicht ableiten, welches dieser Szenarien zur langfristigen Perspektive digitalisierter Arbeit wird (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 21).

Auch die Prognosen zu den Beschäftigungseffekten durch die Industrie 4.0 sind widersprüchlich. Positive Beschäftigungseffekte werden so unter anderem auch von der Boston Consulting Group attestiert. Die Unternehmensberatung prognostiziert einen Beschäftigungszuwachs von 6 % bis 2025, was einem absoluten Anteil von ca. 390.000 Arbeitsplätzen entspräche. Besonders der Bedarf an Fachkräften der Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT-

Fachkräfte) wird sich diesen Prognosen zufolge enorm entwickeln (vgl. Rüßmann et al. 2015, S. 9). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch eine Studie des IAB Nürnberg, die besonders einen Anstieg der Beschäftigung mit akademischen Abschlüssen vorhersieht. Gleichzeitig prognostiziert diese Studie auch starke Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt. Demnach gäbe es eine Verschiebung der Beschäftigung: Bis 2025 werden 490.000 bisher bestehende Arbeitsplätze durch Digitalisierung verloren gehen, an anderer Stelle jedoch auch 430.000 neue entstehen. Längerfristig werden so also kurzfristige, durch digitale Technologien substituierbare Tätigkeiten nahezu kompensiert (vgl. Wolter et al. 2015, S. 63). Eine vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) beauftragte Langzeitprognose soll Aufschluss über die Entwicklung des Arbeitsmarktes in Deutschland bis 2030 geben, indem differenzierte Szenarien miteinander verglichen werden. Unterschieden wird hier zwischen einem Basisszenario, bei dem die Digitalisierung langsam, aber stetig voranschreitet, und einem beschleunigten Szenario, bei dem das Thema Digitalisierung zentral in den Blickpunkt von Bildungs- und Infrastrukturpolitik rückt (vgl. Kriechel et al. 2016, S. 5). Im Basisszenario, das unter anderem auch eine Kompensation des Fachkräftemangels durch die Zuwanderung berücksichtigt, wird so für 2030 ein Beschäftigungsniveau vergleichbar mit dem aus 2014 erwartet. Unter den Bedingungen einer forcierten Digitalisierung wird dank Produktivitätssteigerungen und der Einführung innovativer Produkte mit einer deutlichen Steigerung von Wachstum und Beschäftigung gerechnet. Fokussiert man industriennahe Bereiche, wie zum Beispiel den Maschinenbau, so verändert sich die Erwerbstätigenzahl im Basisszenario um minus 285.000 Beschäftigte. Dem steht jedoch ein Zuwachs von 151.000 Erwerbstätigen in einem beschleunigten Szenario der Digitalisierung gegenüber (vgl. Kriechel et al. 2016, S. 15).

Die Erwartungen der Unternehmen in der Region OWL sehen wie folgt aus: 36,2 % der KMU gehen von einem Zuwachs an Arbeitsplätzen durch die Digitalisierung aus, wohingegen nur 12,8 % der Großunternehmen eine derartige Entwicklung vermuten. Etwas mehr als die Hälfte der Großunternehmen und KMU geht andererseits davon aus, dass die Anzahl der Arbeitsplätze gleichbleiben wird, und etwa ein Drittel der Großunternehmen geht davon aus, dass Arbeitsplätze substituiert werden. Bei den KMU teilen diese Aussage nur 2,1 % der Befragten (vgl. Mlekus/Maier 2016, S. 6).

Analog zum zweiten vorab erläuterten Szenario, dem der automatisierten Fabrik, sind besonders diese geringqualifizierten Tätigkeiten von einem erhöhten Substitutionspotenzial durch die Digitalisierung und Automatisierung betroffen. Erst seit wenigen Jahren gibt es weitreichende Einschätzungen, die davon ausgehen, dass es in Deutschland in wenigen Jahrzehnten keine Arbeit für geringqualifizierte Beschäftigte in der industriellen Produktion mehr geben wird (vgl. Bauernhansl, zit. nach Spath et al. 2013, S. 125). Besonders oft wird dabei die Studie von Frey und Osborne zitiert, die für die nahe Zukunft vor allem die Substitution von einfachen routinierten Tätigkeiten für den US-amerikanischen Arbeitsmarkt prognostizierte (vgl. Frey/Osborne 2013, S. 21). Demnach seien Roboter und intelligente Systeme in der Lage, Produkte mit höherer Qualität und Verlässlichkeit zu erzeugen, als es dem Menschen möglich wäre. Zu ähnlichen Ergebnissen

kommt auch Bowles (vgl. Bowles 2014), der die Studie von Frey und Osborne für den europäischen Arbeitsmarkt replizierte. Demnach seien vor allem die Tätigkeiten der Geringqualifizierten einfach zu digitalisieren, wohingegen die Digitalisierung im Sektorservice weitaus schwieriger und fehleranfälliger sei. Auch für Deutschland gibt es Studien, die ein besonderes Gefährdungspotenzial substituierbarer Tätigkeiten voraussagen. In Deutschland arbeiten demnach 42 % der Beschäftigten in Berufen mit einer hohen Automatisierungswahrscheinlichkeit von größer als 70 % (vgl. Bonin et al. 2015, S. 23). Jedoch ist in den meisten Fällen davon auszugehen, dass lediglich Tätigkeiten automatisiert werden können und nicht gleich ganze Berufe der Digitalisierung erliegen. Zieht man nach Aussagen der Autoren ganze Berufsprofile in Betracht, so sind in Deutschland ‚nur noch‘ 12 % der Arbeitsplätze gefährdet, durch die Digitalisierung abgelöst zu werden. Die Autoren fordern dabei eine vorsichtige und kritische Interpretation ihrer Ergebnisse, da diese lediglich auf Annahmen technologischer Potenziale und Experteneinschätzungen beruhen, ethische, gesellschaftliche oder rechtliche Hürden jedoch unberücksichtigt bleiben. Folglich kommt es so zu einer Überschätzung ermittelter Größen (vgl. Bonin et al. 2015, S. 23). Laut der Studie von Dengler und Matthes wird in Fertigungsberufen mit einem Substituierbarkeitspotenzial (gemessen am Anteil der Tätigkeiten die schon heute durch den Computer ersetzt werden können) von über 70 % die größte Veränderung erwartet (vgl. Dengler/Matthes 2015, S. 14). Gleichwohl sind derartige Potenziale je nach Anforderungsniveau (Helfer-, Fachkraft-, Spezialisten- und Expertenberufen) sehr unterschiedlich. So muss sehr genau zwischen verschiedenen Anforderungsniveaus unterschieden werden (vgl. Dengler/Matthes 2015, S. 23). Betrachtet man zum Beispiel industriennahe Fertigungsberufe und fertigungstechnische Berufe, weisen Helfer- und Fachkraftberufe das höchste Substituierbarkeitspotenzial auf, da hier den Berechnungen der Autorinnen zufolge 60 bis 80 % der Tätigkeiten durch den Computer ersetzt werden können. In den fertigungstechnischen Berufen ist das der Fachkräfte sogar höher als das der Helfer_innen, da die Helfer_innen häufig schwerer automatisierbare, einfache Tätigkeiten ausüben (vgl. Dengler/Matthes 2015, S. 16). So lässt sich in dieser Studie insgesamt zusammenfassen, dass das Gefährdungspotenzial substituierbarer routinierter Tätigkeiten mit steigendem Qualifikationsniveau abnimmt.

„Vor diesem Hintergrund wird es eine der größten Herausforderungen sein, das Wissen und Können auf dem aktuellen technologischen Stand zu halten. Deswegen kommt gerade der (Weiter-)Bildung zukünftig eine ganz besondere Bedeutung zu – nicht nur für Geringqualifizierte, sondern auch für Fachkräfte“ (Dengler/Matthes 2015, S. 22).

Von der digitalisierungsbedingten Substituierung könnte insbesondere die mittlere Beschäftigungsschicht betroffen werden. Deswegen wird gleichzeitig diskutiert, ob es aufgrund breiter Automatisierungsprozesse zu einer Beschäftigungspolarisierung in Deutschland kommen kann. Während die mittlere Beschäftigungsschicht abnimmt, würde in diesem Szenario die Beschäftigung von Gering- und Hochqualifizierten zunehmen (vgl. BMAS 2017, S. 53). Während geringqualifizierte Arbeiter_innen durch Assistenzsysteme neue Beschäftigungsperspektiven erhalten, müssen diese intelligenten Technologien auf der anderen Seite durch Spezialist_innen und Expert_innen auf ihrem Gebiet entwickelt werden.

Auch in Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen (NRW) weisen im Vergleich zum Rest des Landes besonders Tätigkeiten auf dem unteren und mittleren Anforderungsniveau (Helfer_innen, Fachkräfte, aber auch Spezialist_innen) ein erhöhtes Substituierbarkeitspotenzial durch die Digitalisierung auf (vgl. Sieglen et al. 2017, S. 23). Im Gegenteil dazu schafft Digitalisierung Jobs für Hochqualifizierte. So wird die Digitalisierung nach den Ergebnissen einer Studie von Bitkom in den nächsten zehn Jahren, gerade in Ebenen des mittleren und des Topmanagements, zu positiven Beschäftigungseffekten führen (vgl. Dirks 2016b, S. 7). Insgesamt kann man allerdings davon ausgehen, dass derzeit noch kein Einbruch der Erwerbstätigkeit festgestellt werden kann – und das weder im Bereich der Geringqualifizierten noch im mittleren Beschäftigungssegment (vgl. Eichhorst et al. 2016, S. 8).

1.5 Veränderungen in der Unternehmensorganisation

Auch innerhalb der Unternehmen führt die Digitalisierung zu einem organisatorischen und strukturellen Umbruch (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 58). Neben technologischen Innovationen stellen beschleunigte Innovations- und Produktzyklen ganze Geschäftsmodellinnovationen und digitale Services sowie ein verändertes Kundenverständnis neue Anforderungen an die Arbeitswelt und sorgen für enorme Veränderungen und Beschleunigungen entlang der Wertschöpfungskette (vgl. BMAS 2017, S. 82). Organisationen öffnen sich über die Unternehmensgrenzen hinaus, so dass sich insbesondere auch die Organisation und Zusammenarbeit mit beispielsweise Zulieferern ändert (vgl. Brendle et al. 2016, S. 28).

Als zentrale Herausforderungen für die Organisationsgestaltung können flexible Strukturen und die Interaktion zwischen Menschen und Maschinen genannt werden. Heute ist jedoch noch weitgehend unklar, wie sich die Arbeitsteilung künftig gestalten lässt (vgl. BMAS 2017, S. 82). Tradierte Strukturen eines „vertikal integrierten, hierarchisch organisierten Großkonzerns, der Standardprodukte in hoher Stückzahl herstellt und Fertigungsschritte möglichst unternehmensintern organisiert“ (BMAS 2017, S. 82), verblassen dabei in modernen Zeiten mehr und mehr (vgl. BMAS 2017, S. 82). Unternehmen organisieren sich künftig in Netzwerken, mit flacheren Hierarchien und gesteigerter Autonomie und Entscheidungsfreiheit der Beschäftigten (vgl. Shareground/Universität St. Gallen 2015, S. 11). Aktuell erwarten jedoch nur 26 % der Unternehmen einen Abbau von Hierarchieebenen (vgl. Schlund et al. 2014, S. 21). Der Mangel an Initiative verwundert hier nicht, denn das Fehlen an organisatorischer Veränderungsbereitschaft wird gleichzeitig als Haupthemmnis für die Umsetzung der Industrie 4.0 genannt. Die größten Herausforderungen der digitalen, organisatorischen Transformation werden im Management zunehmender Komplexität der Zusammenarbeit (58 %), in der Anpassung der Führungskultur an flexible Arbeitszeitmodelle (53 %) sowie in der Entwicklung neuer Formen der Kommunikation und Vernetzung (50 %) gesehen. Auch die Organisation von zeitlich und räumlich unabhängigen Arbeitszeitmodellen (42 %) und der damit in Verbindung stehende Umgang mit Entgrenzung und Verschmelzung von Arbeit und Freizeit stellen eine organisatorische Herausforderung dar. So scheint gerade auch der Umgang mit zunehmender Variabilität der Beschäftigungsverhältnisse

(*Freelancer, Crowdfunding* etc.) für 28 % der Personalabteilungen in Unternehmen eine zunehmende Herausforderung zu sein (vgl. Eilers et al. 2017, S. 15). Mit Blick auf Arbeitsorganisationen im Industrie-4.0-Betrieb muss dabei von divergierenden Entwicklungsperspektiven digitalisierter Arbeit ausgegangen werden, die zu unterschiedlichen Gestaltungsalternativen in der Unternehmensorganisation führen. Hierbei hat sich jedoch bislang noch kein einheitliches Bild im Rahmen eines *Best-Practice*-Ansatzes der Organisationsgestaltung herauskristallisiert (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2015, S. 13). In einer ersten Perspektive werden Organisationsmuster diskutiert, die sich durch ein hohes Maß an Flexibilität auszeichnen und dabei durch strukturelle Offenheit und limitierte Arbeitsteilung geprägt sind. Die metaphorisch auch als ‚Schwarmorganisation‘ bezeichnete Arbeitsorganisation handelt dabei selbstorganisiert und situationsbestimmt im digitalisierten Arbeits- und Produktionsprozess (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2015, S. 14). Ganz im Sinne des Upgradingszenarios ist diese Perspektive von unterschiedlich qualifizierten und gleichberechtigt agierenden Beschäftigten geprägt, die eine dezentral organisierte und ganzheitliche Arbeitsaufgabe erfüllen, sodass von einer „qualifikatorisch aufgewerteten flexibel integrierten Arbeitsform“ (Ittermann et al. 2016, S. 15) gesprochen werden kann. Anders ausgedrückt zielt diese Organisationsform auf die Nutzung informeller, sozialer Prozesse der Kommunikation und Kooperation ab, was wiederum ein Überblicks- und Prozesswissen der Beschäftigten unausweichlich macht (vgl. Ittermann et al. 2015, S. 54). Die hier beschriebenen Veränderungen lassen sich in einer Transformation von der klassischen Linienorganisation hin zu einer Projektorganisation beschreiben. Es entstehen ganze Arbeitsbereiche anstatt abgrenzbarer Stellen. Unternehmen haben sich dieser Transformation jedoch noch nicht ausreichend gewidmet. So haben nur 17 % der Unternehmen im Zuge der Industrie 4.0 eine Veränderung in ihrer Unternehmensorganisation, konkret die Umstellung von einer Linien- auf eine Projektorganisation, vorgenommen. 44 % der befragten Firmen verfolgen dieses Ziel bislang nicht (vgl. Brendle et al. 2016, S. 32). In einer zweiten Hinsicht geht man davon aus, dass die Arbeitsorganisation durch ausgeprägte Arbeitsteilung beschrieben werden kann. Dabei splitten sich anfallende Tätigkeiten gemäß dem Polarisierungsszenario in einfache Tätigkeiten mit einem geringen Handlungsspielraum (Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten) und Aufgaben, die eine hohe Expertise erfordern (z. B. die Beseitigung von Störungen), sodass bei diesem Pol das erforderliche Qualifikationsniveau weit über das eines Facharbeiters oder einer Facharbeiterin steigt. Die Arbeitsorganisation dieser Perspektive ist so von standardisierten Abläufen einerseits und Dezentralisierung andererseits geprägt (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2015, S. 14).

Grundsätzlich stellt sich die Frage, in welchen Dimensionen sich die Unternehmen für die Zukunft wandeln müssen. „Mit neuen Konzepten wie *Fluide Organisation* können die Herausforderungen der Flexibilität und Dynamik bewältigt werden, unter der Voraussetzung, dass die handelnden Akteure – Führungskräfte und Mitarbeiter – die Flexibilität mittragen“ (Franken 2016, S. 151). Es entstehen ganze Netzwerkorganisationen anstelle der klassisch bekannten Linienhierarchie, denn erst so können fest etablierte Stellen durch variable Rollenverantwortung in Projektarbeit abgelöst werden und fluide Prozesse ermöglichen (vgl. Franken 2016, S. 152).

Unternehmen werden künftig neue Strukturmerkmale aufweisen. Dabei lassen sich drei praxisorientierte Dimensionen für die künftigen Veränderungen der Arbeitsorganisation definieren: Erstens interne Flexibilisierung, zweitens externe Flexibilisierung und drittens räumliche Dezentralisierung und Virtualisierung (vgl. BMAS 2017, S. 86).

Zu der **ersten Dimension** (interne Flexibilisierung) gehören bekannte Instrumente des flexiblen quantitativen Arbeitseinsatzes innerhalb der Organisation wie befristete Arbeitsverträge, Teilzeitarbeit, flexible Arbeitszeitmodelle. Zusätzlich haben sich agile Arbeitsformen und Methoden wie *Scrum*, *Kanban* oder *Design Thinking* in vielen Unternehmen etabliert (vgl. Komus/Kuberg 2015, S. 9). Agile Unternehmen setzen den Menschen mit seinen kommunikativen und kreativen Entscheidungsfähigkeiten in den Mittelpunkt. Belegschaften müssen dabei befähigt werden, auch kleine Entwicklungsschritte in Eigenverantwortung dynamisch voranzutreiben oder in Projektarbeit zu organisieren (vgl. BMAS 2017, S. 87).

Bei der **zweiten Dimension** (externe Flexibilisierung) geht es um die gängigen Maßnahmen wie Leiharbeit, Werkverträge und *Outsourcing*. Als neues Instrument kann externes *Crowdsourcing* bezeichnet werden, bei dem Arbeitsaufgaben digital für ein Arbeitskollektiv ausgeschrieben werden und Arbeitsleistung potenziell zugekauft wird. Die flexiblen Arbeitszeitmodelle haben stark an Bedeutung gewonnen: Insgesamt zwei Drittel der befragten Unternehmen erwarten eine Flexibilisierung der Arbeitszeitsysteme (vgl. Schlund et al. 2014, S. 23). Auf der einen Seite ermöglichen sie dem Betrieb die notwendige Flexibilität, variable Aufträge abzuwickeln, auf der anderen Seite haben auch die Beschäftigten immer höhere Ansprüche an die Arbeit und fordern zeit- und ortsflexibles Arbeiten oder in bestimmten Lebensphasen eine andere Verteilung des Arbeits- und Privatlebens (vgl. BMAS 2017, S. 87).

In der **dritten Dimension** (räumliche Dezentralisierung und Virtualisierung) finden sich ebenfalls bekannte Aspekte der Arbeitsorganisation, die durch digitale und virtuelle Zusammenarbeit neue Impulse erhalten. Durch cloudbasiertes Arbeiten ist ein zeit- und ortsflexibler Zugriff auf Unternehmensdaten möglich, wodurch sich Homeoffice und mobiles Arbeiten immer weiter verbreiten (vgl. BMAS 2017, S. 88). 54 % der Arbeitnehmer_innen sind mobil an wechselnden Arbeitsplätzen tätig (vgl. Prümper et al. 2016, S. 13). Auch virtuelle Zusammenarbeit unter Einbezug entsprechender *Software*- und technischer Lösungen erleichtert in vielen Fällen die Arbeitsorganisation und Zusammenarbeit. Interne *Crowds* im Unternehmen erlauben es, abteilungs- und standortübergreifend Teams zu bilden, die zur Bearbeitung spezifischer Probleme zusammenarbeiten und sich im Anschluss wieder auflösen (vgl. BMAS 2017, S. 88).

Jedoch haben bislang nur sehr wenige Unternehmen gewohnte Strukturen der Linienhierarchie verlassen. Andere Arbeitsformen wie mobiles und virtuelles Arbeiten werden hingegen immer bedeutsamer und auch externe Flexibilität wird durch neue Perspektiven wie beispielsweise *Cloudworking* erzeugt.

1.6 Veränderte Aufgaben der Beschäftigten durch die Industrie 4.0

Industrie 4.0 ist keine rein technische und organisatorische Herausforderung, denn auch die Mitarbeiter_innen sind mit erheblich veränderten Anforderungen und neuen Aufgaben konfrontiert (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 84). In der Tendenz verlangen technologische Neuerungen dabei 29 % der niedrigqualifizierten Mitarbeiter_innen nach einer Betriebsbefragung des BMAS geringere Fähigkeiten ab. Analog zum Polarisierungsszenario haben nur 3 % der Hochqualifizierten eine Verringerung der Anforderungen zu verzeichnen. Die größten Dequalifizierungstendenzen lassen sich darüber hinaus im Bereich der Produktion mit 20 % ausmachen (vgl. BMAS 2016, S. 13). Durch die übergreifende Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette soll die Arbeit jeder bzw. jedes Einzelnen dabei nicht nur effizienter, sondern auch effektiver gestaltet werden. Dazu sind vielfältige Industrie-4.0-Projekte längst in vielen Industrieunternehmen etabliert (vgl. Brendle et al. 2016, S. 22). Eine Studie der Ingenics AG in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation unterscheidet zwischen Anforderungen an direkte (d. h. unmittelbar an der Wertschöpfung beteiligte) Arbeitskräfte und solchen an indirekte Mitarbeiter_innen, die sich mit administrativen und Verwaltungstätigkeiten befassen. In der Tendenz sind Arbeitsinhalte so gerade in den indirekten Beschäftigungsbereichen (für 30 % der Arbeitnehmer_innen) und in den direkten Beschäftigungsbereichen (für 27 % der Arbeitnehmer_innen) anspruchsvoller geworden. Gleichzeitig berichten aber auch 15 % der indirekten Arbeitnehmer_innen und 25 % der direkten Mitarbeiter_innen von einer Vereinfachung ihrer Tätigkeit durch Industrie-4.0-Projekte. 55 % der Befragten konnten sich an dieser Stelle noch nicht für eine Tendenz entscheiden (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 20).

Industrie-4.0-Technologien verändern die Tätigkeiten in den Unternehmen in erster Linie zulasten von repetitiven Routinearbeiten, die leicht durch Computer und Algorithmen programmierbar sind (z. B. Transportieren, Schreiarbeiten, Steuerung und Überwachung von Anlagen etc.). In der Produktion reduzieren sich darüber hinaus auch manuelle Tätigkeiten (z. B. Reparieren, Warten, Instandsetzen etc.), die durch automatisierte Anlagen substituiert werden. Abstrakte Tätigkeiten (z. B. Planung und Organisation, Forschung und Entwicklung, Ausbildung und Beratung, Verhandlung, Marketing, Personalmanagement etc.) gewinnen dagegen an Bedeutung, sodass industrielle Arbeit künftig vielfältiger, wissensintensiver und insgesamt komplexer wird (vgl. Arntz et al. 2016b, S. 21-22). Zusammenfassend werden Menschen so in der Zukunft der digitalisierten Arbeitswelt vor allen Dingen abstrakte Tätigkeiten und damit verbunden drei Arten von Aufgaben übernehmen: Erstens bleiben nicht automatisierbare Wahrnehmungs- und Manipulationstätigkeiten in Menschenhand, da sie es erfordern, in komplexen und unstrukturierten Situationen den Überblick zu behalten und spezifisch zu reagieren (vgl. Bonin et al. 2015, S. 3). Zweitens werden kreativ-intelligente Tätigkeiten weiterhin von Menschen ausgeführt, da nur sie über die Kompetenz, neue Ideen oder Artefakte zu entwickeln, verfügen. Und drittens behält der Mensch auch über sozialintelligente Tätigkeiten die Hoheit, da diese ein hohes Maß an sozialer und emotionaler Intelligenz voraussetzen (vgl. Bonin et al. 2015, S. 4).

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Sucht man nach spezifizierten Anforderungen für definierte Expertengruppen, so wagt die Studie von Spöttl et al. eine erste Aussage (vgl. Spöttl et al. 2016, S. 81): Für die Gruppe der Facharbeiter_innen, Meister_innen und Techniker_innen lassen sich vor allen Dingen neue Anforderungen zu Denkweisen im Umgang mit digitalen Systemen und der Optimierung von Prozessen festhalten. Darüber hinaus lassen sich nur sehr vage Aussagen über digitalisierungsbedingte Anforderungen an Beschäftigte und spezialisierte Expertengruppen treffen.

Die Vielfalt an Kontextbedingungen und Einflussfaktoren führt dazu, dass sich bislang noch keine einheitliche Sichtweise auf mögliche Entwicklungen und Anforderungen in der Industrie 4.0 herauskristallisiert hat und so sehr divergierende Sichtweisen vertreten werden. Als Gründe hierfür werden derzeit noch unbeantwortete Fragen genannt: Welche konkreten neuen Technologien kommen in welcher Intensität und zu welchem Zeitpunkt zum Einsatz? Und wie und in welcher Weise können diese Technologien in (über)betriebliche Abläufe und organisationale Strukturen integriert werden (vgl. Ittermann et al. 2016, S. 21)?

Anforderungen an Beschäftigte können folglich in jedem Unternehmen, in jeder Abteilung und schlussendlich auch für jeden Mitarbeitenden unterschiedlich sein. Somit liegen zum jetzigen Zeitpunkt nur sehr wenige verlässliche Aussagen zu differenzierten Anforderungen durch die Digitalisierung vor, sodass lediglich allgemeine, übergreifende Schlussfolgerungen aus verschiedenen Studien und Expertisen abgeleitet werden können.

Um von den Vorzügen der Digitalisierung (Transparenz, flexible Gestaltungsmöglichkeiten, beschleunigte Prozesse etc.) profitieren zu können, müssen die Mitarbeiter_innen sich zunächst aktiv auf die Veränderung einlassen. Hier besteht für 78 % der Unternehmen ein sehr hoher Handlungsbedarf (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Denn nur so lässt sich Industrie 4.0 durch Verantwortungsbereitschaft und Gestaltungswillen vorantreiben. Mitarbeiter_innen zu befähigen und auf den digitalen Wandel vorzubereiten wird dabei als zentrale Aufgabe des Managements verstanden (vgl. Capgemini 2015, S. 14). Industrie 4.0 bedeutet einen immer fortwährenden Wandel, bei dem auch die stetige Weiterentwicklung und Weiterbildung individueller, spezifischer Fähigkeiten und Kompetenzen über alle Ausbildungslevel hinweg immer wichtiger wird. Fehlendes Wissen der Führungskräfte (74 %) und Mitarbeiter_innen (63 %) wird als Haupthemmnis auf dem Weg zur Industrie 4.0 in Deutschland verstanden (vgl. Brendle et al. 2016, S. 25). Zugleich sehen heute bereits 78 % aller Beschäftigten aufgrund gestiegener Anforderungen die Notwendigkeit, sich ständig weiterzuentwickeln, und verfügen so über die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen (vgl. BMAS 2016, S. 14).

Da die zukünftigen Auswirkungen der Digitalisierung in Unternehmen kaum vorhersehbar sind, erzeugt der Digitalisierungsprozess bei der Belegschaft und der Führung oft ein Gefühl der Ungewissheit. Dies stellt hohe Anforderungen an die Veränderungsbereitschaft der Mitarbeiter_innen, die darauf vertrauen müssen, dass sie von der digitalen Transformation profitieren werden

(vgl. Kriz 2016, S. 64). Für 62 % der befragten Unternehmen ist es gerade die Fähigkeit, mit Unsicherheiten und Risiken umzugehen, die vermehrt Anforderungen an die Mitarbeiter_innen stellt (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16).

Mitarbeiter_innen müssen mehr und mehr lernen, die Organisation als Ganzes zu sehen und über ihren eigenen Verantwortungsbereich hinauszublicken (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 111). Denn häufig lassen sich komplexe Herausforderungen nicht mehr ausschließlich durch das Wissen der eigenen Fachdisziplin bewältigen, sondern erfordern die flexible Zusammensetzung interdisziplinärer Teams in Projektarbeit. 82 % der Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau ist dabei diese Form der Zusammenarbeit besonders wichtig (vgl. BMWI 2016, S. 7). Der Umgang mit Menschen unterschiedlicher Qualifikationsgrade, Fachgruppen sowie externen Berater_innen und Akteur_innen stellt dabei besondere Anforderungen an die soziale und kommunikative Kompetenz aller Beteiligten (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 112-113.). Mit dem zunehmenden Einsatz von automatisierten Systemen steigt der Bedarf an Erfahrungswissen der Beschäftigten, um in Störfällen und Ausnahmesituationen intervenieren zu können. Die angemessene Reaktion auf Unvorhergesehenes wird im digitalen Arbeitsprozess zentraler Bestandteil der Tätigkeit (vgl. Pfeiffer 2015, S. 23).

In digitalisierten Arbeitsprozessen werden Mensch und Maschine eine interagierende Einheit bilden, bei welcher der Umgang mit technischen Systemen für die Beschäftigten zu einer Transformation körperlicher und geistiger Arbeit führt. Körperlich belastende Tätigkeiten werden zunehmend von Maschinen erledigt, sodass insgesamt 29 % der Beschäftigten, vor allen Dingen im Bereich der Geringqualifizierten, eine zunehmende körperliche Entlastung erfahren (vgl. BMAS 2016, S. 12). Dezentrale Organisationsformen werden flachere Hierarchien ermöglichen, die durch veränderte Kundenanforderungen notwendig werden. Flexibilität fordert aber auch ein gesteigertes Entscheidungsvermögen von den Mitarbeiter_innen. Mobiles Arbeiten und flexible Arbeitszeitmodelle führen dazu, dass Arbeit und Privatleben immer enger miteinander verschmelzen. Anpassungsfähige Arbeitszeitsysteme werden dabei in 63 % der Unternehmen prognostiziert (vgl. Schlund et al. 2014, S. 23). Für die Beschäftigten bedeutet das auf der einen Seite selbst mehr Flexibilität durch Freiräume, auf der anderen Seite stellt diese Form der Arbeitsorganisation neue Anforderungen an die Belastbarkeit ihrer Mitarbeiter_innen (vgl. BMAS 2017, S. 78). In diesem Kontext nimmt die Bedeutung des Selbstmanagements und der Verantwortung im Arbeitsprozess immer weiter zu (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16).

1.7 Neue Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten

„Ein entscheidender Baustein für die erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0 in den Unternehmen, die nachhaltige Gestaltung der künftigen Arbeitswelt und die Befähigung von Menschen für das digitale Zeitalter ist die Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter“ (acatech 2016b, S. 12). Dabei wird gerade die Qualifizierung als eine der größten Herausforderungen für einen erfolgreichen Ausbau der Digitalisierung gesehen. 43 % der Unternehmen verfügen demnach über zu wenig qualifizierte Beschäftigte in ihrem Betrieb (vgl. PwC 2016, S. 13).

Die Meinungen über die für die Industrie 4.0 notwendigen Kompetenzen und Qualifikationen sind kontrovers. Noch vor wenigen Jahren sahen Unternehmen besonders in den Bereichen IT-Sicherheit (61 %), Umgang mit spezifischen IT-Systemen (60 %), Prozessknowhow und Gestaltung (49 %) sowie Datenschutz (49 %) zentrale Weiterbildungserfordernisse (vgl. DIHK 2014, S. 16). So waren demnach vor allen Dingen Kompetenzen gefragt, die zur Arbeit mit und Ausgestaltung von technischen Systemen notwendig sind. Sogenannte IT-Kompetenzen wurden 2014 besonders in indirekten Bereichen (Arbeitsvorbereitung, Produktionsplanung und -steuerung) (80 %), in der Logistik (67 %), in der traditionellen Fertigung (67 %) sowie in Qualitätssicherung und Montage (jeweils 60 %) auf- und ausgebaut (vgl. Schlund et al. 2014, S. 25). Auch heute bleibt der Aufbau von IT-Kompetenzen weit oben auf der Tagesordnung der Unternehmen, wobei aktuell nicht in den indirekten Bereichen (52 %), sondern in der Fertigung (53 %) der größte Aufbau an IT-Kompetenzen vorgenommen und geplant wird (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 26). Gerade die Arbeit an der Schnittstelle zu neuen Technologien erfordert für 67 % der Unternehmen die Fähigkeit der Beschäftigten zum permanenten Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Die Auswertung und Analyse von Daten sowie der Umgang mit Software, Medien und Assistenzsystemen werden so stetige Bestandteile der Arbeit darstellen, zu denen die Mitarbeiter_innen befähigt werden müssen. Eben diese Fähigkeiten sind nach Aussagen von Lichtblau et al. noch nicht in einem ausreichenden Umfang vorhanden (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 54).

Ausgewählte Studien beschreiben darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Kompetenzen (vgl. Abbildung 1), die über die fachlichen Anforderungen hinausgehen und sich mehr auf soziale und Schlüsselkompetenzen ausrichten. Insgesamt haben sich so erste Einschätzungen zu Qualifizierungserfordernissen herausgebildet, bei denen Begrifflichkeiten zumeist noch nicht eindeutig definiert sind. So ist schwierig zu erfassen, ob verschiedene Studien gleiche Begriffe verwenden.

Tabelle 1: Übersicht der Kompetenzanforderungen für Industrie 4.0 aufgrund ausgewählter Studien

Nr.:	Institution	Jahr	Top 5 Kompetenzen (oder weniger)
1	acatech	2016	1. Interdisziplinäres Denken und Handeln 2. Zunehmendes Prozess-Knowhow 3. Führungskompetenz 4. Mitwirkung an Innovationsprozessen 5. Problemlösungs- und Optimierungskompetenz
2	DGFP	2016	1. Selbstkompetenzen 2. Kommunikative Kompetenzen 3. Soziale Kompetenzen
3	DIHK	2014	1. IT-Sicherheit 2. Umgang mit spezifischen IT-Systemen 3. Prozess-Knowhow und -Gestaltung 4. Datenschutz 5. Kundenbeziehungsmanagement
4	Hays	2017	1. Bereitschaft sich auf Veränderungen einzulassen 2. Fähigkeit zum Umgang mit Komplexität 3. Fähigkeit, mit Unsicherheiten/Risiken umzugehen 4. Fähigkeit in Zusammenhängen zu denken 5. Priorisierungskompetenz
5	Ingenics AG & Fraunhofer IAO	2014	1. Bereitschaft zum lebenslangen Lernen 2. Stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln 3. Höhere IT-Kompetenz 4. Fähigkeit zum permanenten Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen 5. Aktivere Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen
6	Ingenics AG & Fraunhofer IAO	2016	1. Bereitschaft zum lebenslangen Lernen 2. Aktivere Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen 3. Stärkeres interdisziplinäres Denken und Handeln 4. Fähigkeit zum permanenten Austausch mit Maschinen und vernetzten Systemen 5. Höheres Systemwissen (Kenntnisse des Gesamtprozesses und seiner Steuerung)

Quelle: eigene Darstellung

Aktuell werden diverse Qualifizierungsbedarfe diskutiert: So wird die Bereitschaft zum lebenslangen Lernen mit 85 % voller Zustimmung als die wichtigste Eigenschaft der Produktionsmitarbeiter_innen gesehen (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Auch andere Studien attestieren der Kompetenz lebenslanger Lernbereitschaft mit 55 % eine sehr hohe Bedeutung in der Industrie

4.0 (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Die Lernfähigkeit der Belegschaft erlangt einen äußerst wichtigen Stellenwert, denn sie bildet das Fundament jeglicher Weiterbildung. Die Bereitschaft, sich immer wieder aktiv auf Veränderungen einzulassen, ist dabei eine Kompetenz, bei der für 78 % der Unternehmen ein großer Ausbaubedarf besteht (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Immer komplexer werdende Problemstellungen erfordern dabei eine aktivere Beteiligung an Problemlösungs- und Optimierungsprozessen. So verlangt dies besonders Produktionsmitarbeiter_innen für 71 % der Unternehmen erweiterte Kompetenzen ab (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Acatech bezeichnet diese Kompetenzen als Problemlösungs- und Optimierungskompetenzen und beschreibt hingegen nur für 53,7 % der Unternehmen einen Qualifizierungsbedarf (vgl. acatech 2016b, S. 13). Notwendig sind im Zuge neuer Aufgaben für 51 % der Betriebe ein gesteigertes Prozessverständnis (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16) und für 56,2 % der Unternehmen ein zunehmendes Prozessknowhow ihrer Beschäftigten (vgl. acatech 2016b, S. 13). Gleichzeitig werden Sachverhalte in den Betrieben immer komplexer, sodass 62 % der Unternehmen einen Handlungsbedarf im Umgang mit Komplexität sehen (vgl. Hays 2017, S. 13). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Schlund und Pokorni in ihrer Studie, die die Beherrschung zunehmend komplexer Arbeitsinhalte für 58 % der Produktionsmitarbeiter_innen als Qualifikationsanforderung ausmachen (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28).

Des Weiteren sind nach Meinung von 64 % der befragten Unternehmen vonseiten der Produktionsmitarbeiter_innen Kenntnisse des Gesamtprozesses und seiner Steuerung (Überblicks- und Systemwissen) notwendig (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Eilers et al. bezeichnen diese Kompetenz als Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken, und summieren für 61 % der befragten Unternehmen an dieser Stelle einen großen Handlungsbedarf (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Die Fähigkeit zu interdisziplinärem Denken und Handeln stellt eine bedeutende Kompetenz für die künftige Projektarbeit dar (61,1 % bei acatech 2016b, S. 13; 70 % bei Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Beschäftigte müssen demnach nicht nur in klassischen Projektsituationen handlungsfähig sein, sondern in unterschiedlichsten Teamformaten zusammenarbeiten können. Für 54 % der befragten Unternehmen stellt das wiederum noch höhere Anforderungen an die Teamfähigkeit der Mitarbeiter_innen (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Bei 57 % der Unternehmen zählt dabei besonders die Fähigkeit zur Tätigkeit mit mehr indirekten Kontakten innerhalb und außerhalb des Unternehmens als eine notwendig werdende Kompetenz.

Somit zeigt sich, dass insbesondere den sozialen Kompetenzen in Zeiten der Digitalisierung eine immer größer werdende Bedeutung zugesprochen werden kann. Für 39 % der Unternehmen erfordert die Einführung der Industrie 4.0 so einen verstärkten Aufbau sozialer Kompetenzen – nicht zuletzt, da auch die Fähigkeit zur Tätigkeit mit weniger direkten, unmittelbaren Kontakten zu Kolleg_innen der gleichen Schicht bzw. Linie für 39 % der Produktionsmitarbeiter_innen aus den befragten Unternehmen zunehmend Qualifizierungsmaßnahmen erfordert (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28). Wichtiger werdende soziale Kompetenzen werden besonders auch in 49 % der befragten Unternehmen für Beschäftigte in einer mobilen Arbeitsform attestiert (vgl. Prümper et al. 2016, S. 23). Projektteams werden künftig immer breiter aufgestellt, sodass Akteur_innen verschiedener Fachdisziplinen auch unabhängig von Zeit und Ort an einer

gemeinsamen Problemstellung zusammenarbeiten können. Möglich wird dies, wie bereits angedeutet, besonders durch neue Technologien und Möglichkeiten zur Kollaboration (z. B. *Social Media*) sowie die Flexibilisierung von Arbeit. Zugleich fordert die immer indirekter werdende Form der Zusammenarbeit aber auch neue Fähigkeiten in der Kommunikation der Mitarbeiter_innen. 55 % der Unternehmen sehen in der Kommunikationskompetenz der Beschäftigten einen sehr hohen Handlungsbedarf (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16; ähnlich hierzu 54 % laut Schlund/Pokorni 2016, S. 28). So benötigen laut der Studie von Prümper et al. (2016, S. 23) besonders die Mitarbeiter_innen die vermehrt mobil arbeiten, besondere Kompetenzen in der mündlichen und schriftlichen Ausdrucksfähigkeit, in der Diskussionsfähigkeit sowie in der partnerorientierten Kommunikation, da sie sich immer häufiger nur mithilfe digitaler Medien ausdrücken und verständigen (vgl. Prümper et al. 2016, S. 23). Demzufolge werden in der Zukunft kommunikative Kompetenzen für 58 % der befragten Unternehmen dieser Studie an Bedeutung gewinnen.

Die Flexibilisierung von Arbeit und Organisation stellt aber nicht nur Anforderungen an die sozialen- und kommunikativen Kompetenzen der Beschäftigten in der Industrie, sie stellt auch Kompetenzanforderungen an die Mitarbeiter_innen selbst. Gerade im Bereich der mobilen Arbeit prognostizieren 78 % der Unternehmen wichtiger werdende Selbstkompetenzen (vgl. Prümper et al. 2016, S. 23). Dazu sehen 55 % der befragten Unternehmen besonders im *Selbstmanagement* und 56 % in der Priorisierungskompetenz erhebliche Qualifizierungsbedarfe (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Flexibel und agil beispielsweise auf Kundenanforderungen reagieren zu können verlangt dabei jedem einzelnen Mitarbeitenden besondere Fähigkeiten ab. Zum einen sehen 53 % der Unternehmen in der Bereitschaft mehr Verantwortung zu übernehmen einen hohen Handlungsbedarf (vgl. Eilers et al. 2017, S. 16). Zum anderen ist auch die Fähigkeit, Entscheidungen eigenverantwortlich zu treffen, für 47 % der Unternehmen eine immer wichtiger werdende Kompetenz in der Industrie 4.0 (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28; 50 % bei acatech 2016b, S. 13). Auch zu der zunehmenden selbstständigen Koordination von Arbeitsabläufen müssen Mitarbeiter_innen nach Aussage von 47 % der Unternehmen befähigt werden (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28).

Immer kürzer werdende Entwicklungszyklen, wachsende Erwartungen und Anforderungen aus Kundensicht und ein ständiger Wettbewerbsdruck stellen Unternehmen vor große Herausforderungen. Bestehende Geschäftsmodelle werden überdacht, das Gewohnte wird infrage gestellt. So fordern 56 % der Unternehmen von ihren Beschäftigten eine stärkere Gestaltung von und Mitwirkung an Innovationsprozessen (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 28; 54,2 % bei acatech 2016b, S. 13). Die sogenannte Innovationskompetenz umfasst nach Aussagen der Studie von Pfeiffer et al. die Aufnahme von Innovationsimpulsen aus anderen Bereichen und Feldern sowie die Fähigkeit, diese auf eigene Produkte und Anwendungen zu beziehen (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 116). „Das dafür notwendige kreative Potenzial ist in unseren Belegschaften vorhanden. Nun gilt es, auch die systematischen Kompetenzen zu trainieren, um die vorhandene Kreativität möglichst effizient nutzen zu können.“ (Respondek-Osterloff, zit. nach Spath et al. 2013, S. 54). Trotz Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine in

der Zukunft sind sich die meisten Autor_innen einig, dass die Arbeit der Zukunft nicht ohne Menschen stattfinden wird. Die Beschäftigten müssen für die Arbeitswelt der Zukunft über Kreativität, Flexibilität und Entscheidungskompetenz verfügen (vgl. Shook/Knickrehm 2017, S. 17).

Insgesamt zeigt sich, dass die Qualifikation der Mitarbeiter_innen zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor wird, der zum Gelingen des Zukunftsprojektes Industrie 4.0 erheblich beiträgt. Es gibt also eine Menge zu tun, doch nur 36 % der Unternehmen packen das Thema Qualifizierung der Mitarbeiter_innen bislang systematisch an (vgl. Dirks 2016, S. 12).

Neben der Identifikation von Qualifikationsanforderungen, die durch die Digitalisierung an die Mitarbeiter_innen gestellt werden, sind geeignete Konzepte zur Vermittlung dieser Fähigkeiten unabdingbar. Bestehende Angebote der betrieblichen Aus- und Weiterbildung müssen weiterentwickelt und im Kontext der Industrie 4.0 systematisch aufeinander abgestimmt werden (vgl. acatech 2016b, S. 17). Hinsichtlich geeigneter Instrumente für den Kompetenzaufbau in der Industrie 4.0 bewegen sich die Unternehmen dabei eher auf traditionellen Wegen. Nachdem die Notwendigkeit der Qualifizierung für eine erfolgreiche Umsetzung der Digitalisierung erkannt wurde, haben so aber nur wenige Unternehmen ihre Angebote spezifisch auf die Industrie 4.0 ausgerichtet. Lediglich in 23,1 % der Unternehmen sind Industrie-4.0-Weiterbildungsprogramme etabliert. Und auch hier zeigen sich die Großunternehmen als Vorreiter: Mit 31,5 % verfügen diese häufiger über Industrie-4.0-spezifische Weiterbildung als KMU, die aktuell nur zu etwa 17,2 % Qualifizierungserfordernisse in konkrete Weiterbildungsmaßnahmen umgesetzt haben (vgl. acatech 2016b, S. 16). Am weitesten verbreitet, um die Mitarbeiter_innen auf die neue Situation vorzubereiten, sind mit 65 % klassisch bekannte Schulungen. Darüber hinaus bieten 35 % der Unternehmen spezifische IT-Qualifizierungsmaßnahmen an. Weiterbildungsmaßnahmen, die einen Kompetenzaufbau während der Arbeitszeit fördern (beispielsweise *Job Rotation*), sind in 26 % der Betriebe etabliert (vgl. Schlund/Pokorni 2016, S. 29). Differenziert man nach Unternehmensgröße, so stellt sich heraus, dass unternehmensinterne Weiterbildungen (von 81,8 % der Großunternehmen und von 60,2 % der KMU) sowie unternehmensexterne Weiterbildungen (von 65,9 % der Großunternehmen und von 43,9 % der KMU) favorisiert werden. Lang etablierte Präsenzveranstaltungen behalten so für 67,8 % der Großunternehmen und für 54,8 % der KMU auch im digitalen Zeitalter ihren Stellenwert. Innovative Formate der digitalen Aus- und Weiterbildung (*Online-Tools* wie etwa Wikis, *e-Learning-Programme*, *Massive Open Online Courses (MOOCs)* etc.) werden dagegen seltener genutzt. Nur 36,8 % der Großunternehmen und 18,1 % der KMU greifen auf diese Instrumente zurück. Eine größere Rolle für beide Unternehmensgrößen spielen hingegen Kooperationen mit spezialisierten Firmen oder Neueinstellungen von Fachkräften, die Betriebe zum Kompetenzaufbau nutzen. Insgesamt zeigt sich auch hier, dass Großunternehmen im Vergleich zu KMU deutlich mehr Ressourcen in die Weiterbildung investieren. Das deutet darauf hin, dass KMU erheblichen Entwicklungsbedarf im Hinblick auf Aspekte der innerbetrieblichen Weiterbildung aufweisen (vgl. acatech 2016b, S. 16).

Auch wenn klassische Schulungsformate von Unternehmen zurzeit noch präferiert werden, etablieren sich digitale Methoden der Kompetenzentwicklung, mit denen Unternehmen sensibilisiert und Beschäftigte zielgerichtet auf die neue Situation vorbereitet können, mehr und mehr (vgl. acatech 2016a, S. 27). Gemeint sind damit innovative Konzepte, die teils ganz auf digitale Medien zurückgreifen oder ggf. durch einzelne Präsenzeinheiten ergänzt werden können. Sogenannte *Mobile-, e- und Blended-Learning-Formate* als Kombination aus formalen und informellen Lernformen schaffen es, praktische Lerneinheiten mit theoretisch fundiertem Wissen zu verknüpfen (vgl. Spöttl et al. 2016, S. 107). Digitales Lernen ist als informeller Lernprozess zu verstehen, der die Bearbeitung von Arbeitsaufgaben, insbesondere mit einem hohen Problemlösungs- und Reflexionsbedarf, durch elektronische Medien mit formalen Lernkonzepten verbindet (vgl. Dehnbostel 2014).

Die beliebtesten neuartigen Medien und Lernorte für fachliche und überfachliche Qualifizierung werden in (über)betrieblichen *eLearning*-Angeboten und dem individuellen Lernen gesehen (vgl. Pfeiffer et al. 2016, S. 121-122). Infolgedessen werden heute digitale Plattformen und virtuelle Lernräume (beispielsweise in Form von *MOOCs*), auf denen Inhalte individuell und flexibel bearbeitet, ausgetauscht und Zusatzinformationen in Form von Lernvideos und Wikis bereitgestellt werden können, immer verbreiteter (vgl. E-teaching.org 2015). Aktuell werden sie erst vereinzelt genutzt, doch können Mitarbeiter_innen mit ihrer Hilfe auch auf eine spielerische Art und Weise im Sinne von *Serious Games* und *Gamification* an neue Lerninhalte herangeführt werden (vgl. Leitherer 2017). Betriebliches Lernen wird künftig mehr und mehr direkt in den Prozess der Arbeit integriert. Die Mitarbeiter_innen der Zukunft erhalten dabei eine aktivere Rolle, indem sie den eigenen Lernprozess selbstgesteuert organisieren (vgl. Rensing et al. 2016, S. 28). Als Folge daraus wird das bereits bekannte *Learning on the Job*, besonders auch in der Vermittlung von übergreifendem technischem IT- und Fachwissen, immer mehr in den Fokus rücken (vgl. Spöttl et al. 2016, S. 106). Neue Technologien unterstützen auch hier den Lernprozess. Intelligente Assistenzsysteme, wie beispielsweise Datenbrillen, geben die Anweisungen darüber, welche Arbeitsschritte der bzw. die Mitarbeiter_in als nächstes ausführen muss. Anlernzeiten können so in einem erheblichen Maß reduziert und auch die Qualität der Arbeit kann, neben einigen weiteren Vorteilen, durch die Kontrolle intelligenter Systeme unterstützt werden (vgl. Haase et al. 2015, S. 189-190).

Die Weiterbildung für die Industrie 4.0 muss differenziert nach spezifischen Tätigkeitsbereichen und Kompetenzerfordernissen stattfinden und problem- und bedarfsorientiert sein. Außerdem wird Weiterbildung nicht zu einer einmaligen Angelegenheit, sondern vielmehr zu einem kontinuierlichen Prozess, der im lebenslangen Lernen mündet.

1.8 Auswirkungen der Digitalisierung auf das Führungsverständnis

Viele Autor_innen sind der Meinung, dass die digitalisierte Arbeitswelt einen Wandel des Managements erfordert (vgl. Gebhardt et al. 2015, S. 5). Digitalisierung und Industrie 4.0 stellen neue Anforderungen an die Führungskräfte. Einige Studien prognostizieren, dass das Thema

Führung in Zukunft immer wichtiger werden wird (vgl. Staufen AG 2014, S. 8). Führungskräfte werden eine Schlüsselrolle in der Gestaltung des digitalen Wandels einnehmen.

In der Expertenbefragung von Schwarzmüller et al. zur Führung 4.0 wurden folgende Faktoren als die drei wichtigsten Veränderungen der Führung durch die Digitalisierung identifiziert (vgl. Schwarzmüller et al. 2017, S. 620): veränderte Einflussmöglichkeiten von Führungskräften (Abgabe von Macht, Demokratisierung), erhöhte Bedeutung beziehungsförderlichen Verhaltens (Führung als Coaching und Vernetzung) sowie erhöhte Kompetenzerfordernisse (Agilität, Veränderungsmanagement, Führung auf Distanz, IT-Kompetenz).

Um die für die Industrie 4.0 notwendige Agilität zu ermöglichen, müssen die Organisationsstrukturen flexibler gestaltet werden. Ein hierarchisch steuerndes Management ist angesichts der Komplexität und Dynamik der digitalisierten Arbeitswelt nicht mehr angemessen, da zunehmende Volatilität und abnehmende Planbarkeit die Tauglichkeit ergebnissichernder Managementwerkzeuge wie Zielmanagement und *Controlling* verringern. Gute Führung, so die Schlussfolgerung, kontrolliert nicht, sie dirigiert flexibel und kreativ (vgl. Adamczyk et al. 2016). Das favorisierte Zukunftsmodell der meisten Führungskräfte aus dem aktuellen Monitor der Initiative Neue Qualität der Arbeit ist die Netzwerkorganisation. Mit der kollektiven Intelligenz sich selbst organisierender Netzwerke verbinden diese Führungskräfte die Hoffnung auf mehr kreative Impulse, höhere Innovationskraft, Beschleunigung der Prozesse und Verringerung von Komplexität (vgl. Inga 2016). Als Herausforderung für das Management kommt Ambidextrie („Beidhändigkeit“) auf den Plan. Das Konzept der Ambidextrie beschreibt die Fähigkeit, im Unternehmen einerseits das Kerngeschäft effizient zu gestalten (Stabilität im Kerngeschäft) und andererseits neue Ideen für radikale Innovationen und Geschäftsmodelle zu entwickeln (Ideenentwicklung für die Zukunft). Aus diesem Grund wird die Bedeutung einer digitalen Strategie und die damit in Verbindung stehende Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle immer weiter zunehmen (vgl. Staffen/Schoenwald 2016, S. 12). Führungskräfte werden dabei als Visionär_innen und Vordenker_innen immer neue Technologien und Trends erkennen, interdisziplinär und branchenübergreifend denken und digitale Geschäftsmodelle und Innovationen insbesondere durch die Analyse von *Big Data* vorantreiben (vgl. Franken 2016, S. 58). Als Gestalter_innen des digitalen Wandels behalten sie dabei jederzeit den Überblick und agieren innerhalb von Netzwerken mit unterschiedlichsten Akteur_innen (Betriebsangehörige, Kund_innen, Lieferant_innen, Beratung), auch über die Unternehmensgrenzen hinweg. Die Fähigkeit, sich übergreifend auch mit den Mitarbeiter_innen zu vernetzen, wird zu einer der wichtigsten Führungskompetenzen (vgl. Van Dick et al. 2016, S. 13).

Die Wünsche und Belange der Kund_innen, die im Sinne von *Open Innovation* künftig bereits in Produktentstehungsphasen einbezogen werden, rücken in der Industrie 4.0 immer mehr in den Fokus (vgl. Shareground/Universität St. Gallen 2015, S. 15). Diese Wünsche lassen sich aufgrund ihrer Komplexität häufig nur noch durch kollektive Intelligenz in interdisziplinärer Zusammenarbeit bewerkstelligen. Die Führungskraft wird an dieser Stelle einmal mehr zum Moderierenden

und Koordinierenden interdisziplinärer und diversifizierter Teams, die kompetenzorientiert zusammengestellt werden (vgl. Franken 2016, S. 60). Als Reaktion auf notwendige Flexibilisierungsmaßnahmen werden dabei mobiles Arbeiten und virtuelle Teamarbeit immer populärer, sodass sich der Arbeitsort der Beschäftigten künftig auf den öffentlichen Raum ausbreitet (vgl. Shareground/Universität St. Gallen 2015, S. 31). Die Führungskraft steht hier vor der Herausforderung, im Rahmen der virtuellen Führung besonders die Zusammenarbeit und die Feedbackkultur zu fördern. Dazu können im digitalen Zeitalter immer mehr digitale Kommunikationsmittel genutzt werden, was die Führungskraft jedoch auch in einer Vorbildrolle vorleben muss (vgl. Crummenerl/Kemmer 2015, S. 4). Führungskräfte müssen Mitarbeiter_innen durch spezielle Maßnahmen in Motivation und Kreativität auch unter virtuellen Kollaborationsbedingungen unterstützen. Auch Maßnahmen der Vertrauensbildung und Beziehungspflege durch regelmäßige physische Treffen und Kommunikation gehören zu den wichtigsten Aufgaben in der digitalen Führung. In virtuellen Teams sollen Führungskräfte Zusammenarbeit moderieren, Feedback geben und mit sinnstiftenden Maßnahmen *Team Spirit* fördern. Mit einer Zustimmung von 70 % zählt die Kommunikationsfähigkeit in divergierenden Kontexten zur wichtigsten Kompetenz einer Führungskraft, sodass diese Fähigkeit auch als Metakompetenz im digitalen Zeitalter bezeichnet wird (vgl. Ifidz 2016, S. 7).

Führen auf Distanz bedeutet auch einen Wandel weg von der Präsenz- und hin zu einer Ergebnis- und Vertrauenskultur, in der die Führungskraft mehr motiviert als kontrolliert. „Die Kunst besteht darin, persönliche Bindung auch über unpersönliche technische Kanäle aufzubauen und zu erhalten“ (Shareground/Universität St. Gallen 2015, S. 34). Flachere Hierarchien geben auch Fachspezialist_innen immer mehr Macht und Entscheidungsspielräume, die die Führungskraft durch die Gestaltung von Rahmenbedingungen koordiniert (vgl. Shareground/Universität St. Gallen 2015, S. 12). Dabei fördert und coacht sie Talente nach ihren individuellen Stärken und übernimmt im Transformationsprozess auch soziale Verantwortung und individuelle Wertschätzung gegenüber allen Akteur_innen. So schaffen Führungskräfte auch neue Perspektiven für Geringqualifizierte, die in der industriellen Revolution aufgrund vielfältiger Substitutionspotenziale routinierter Tätigkeiten häufig als Verlierer_innen der Digitalisierung bezeichnet werden. Die Technik ermöglicht darüber hinaus eine breitere Teilhabe aller Akteur_innen in Form von ‚Swarming‘ bei strategischen Unternehmensentscheidungen. So sollen die Führungskräfte ihre Macht zum Besten des Unternehmens teilen und die Mitarbeiter_innen als Mitunternehmer_innen, das gleiche Ziel beabsichtigend, betrachten. Möglich wird das aber nur durch ein hohes Maß an Selbstkritik und Reflexion, was eine ständige Weiterentwicklung der Führungspersönlichkeit zur Folge hat (vgl. Franken 2016, S. 60).

1.9 Ziele und Forschungsfragen der Studie *Fit für Industrie 4.0*

Die beschriebenen Aspekte des Status quo und die besagten Entwicklungen bildeten den Kontext für das Forschungsprojekt *Fit für Industrie 4.0: Theoretische Analyse und empirische Unter-*

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

suchung von Qualifizierungs- und Weiterbildungserfordernissen in Unternehmen des Spitzenclusters it's OWL, das von der Denkfabrik Digitalisierte Arbeitswelt der FH Bielefeld durchgeführt wurde.

Das zentrale Ziel des Projektes *Fit für Industrie 4.0* bestand darin, die Qualifizierungs-, Weiterbildungs- und Berufsbildungserfordernisse der Industrie 4.0 in den Unternehmen des Spitzenclusters *it's OWL* zu analysieren, um fundierte Handlungsempfehlungen für eine adäquate Qualifizierung der Beschäftigten verschiedener betrieblicher Ebenen und Funktionsbereiche abzuleiten sowie notwendige institutionelle Voraussetzungen, z. B. hinsichtlich der Organisationsstruktur und -kultur, zu formulieren. Zugleich sollten durch das Projekt ein Überblick über das erwartete Ausmaß von Veränderungen in Arbeitsprozessen, -strukturen und -organisation aus der Perspektive der befragten Unternehmen geschaffen sowie Erkenntnisse zu den Unterschieden einzelner Belegschaftsgruppen und den daraus resultierenden Anforderungen durch die Industrie 4.0 (Kompetenzen für die Zukunft) gewonnen werden. Mit Fokus auf die Beschäftigungschancen von Geringqualifizierten und schwer qualifizierbaren Arbeitskräften in der Industrie 4.0 sollte gemeinsam mit den Unternehmen der Frage nachgegangen werden, unter welchen Bedingungen ihre Beschäftigungschancen verbessert werden können. Außerdem sollten Umsetzungsempfehlungen zur Förderung, Qualifizierung und Motivation der Beschäftigten bei der Einführung der Industrie 4.0 entwickelt werden. Gleichzeitig sollten die Untersuchungsergebnisse, die innerhalb der Unternehmen des Spitzenclusters *it's OWL* gewonnen werden, mit Ergebnissen außerhalb des Clusters verglichen werden. So können resultierende Effekte, Vorteile und gegebenenfalls Einflussgrößen eines Spitzenclusters im Hinblick auf die Entwicklung der Digitalisierung in den Unternehmen identifiziert werden.

Um diese Ziele zu erreichen, beschäftigte sich das Forschungsprojekt mit den folgenden Forschungsfragen:

- (1) Wie weit ist die Einführung von Industrie 4.0 in einzelnen Industrieunternehmen in NRW fortgeschritten? In welchen Bereichen?
- (2) Wie wird sich die Einführung von Industrie 4.0 auf die Beschäftigtenzahlen in einzelnen Beschäftigtengruppen (Angelernte, Facharbeiter_innen, Ingenieur_innen, Techniker_innen, kaufmännische Angestellte, Führungskräfte) auswirken?
- (3) Welche neuen Arbeitsbedingungen, Aufgabenstrukturen und Qualifikationsanforderungen sind auf den verschiedenen betrieblichen Ebenen und in den verschiedenen Funktionsbereichen zu erwarten?
- (4) Welche Anforderungen an die Qualifikations- und Kompetenzentwicklung verbinden sich mit den digitalen Systemen?
- (5) Welche Qualifizierungs-, Weiterbildungs- und Berufsbildungserfordernisse für die unterschiedlichen Beschäftigtengruppen sind ausschlaggebend?

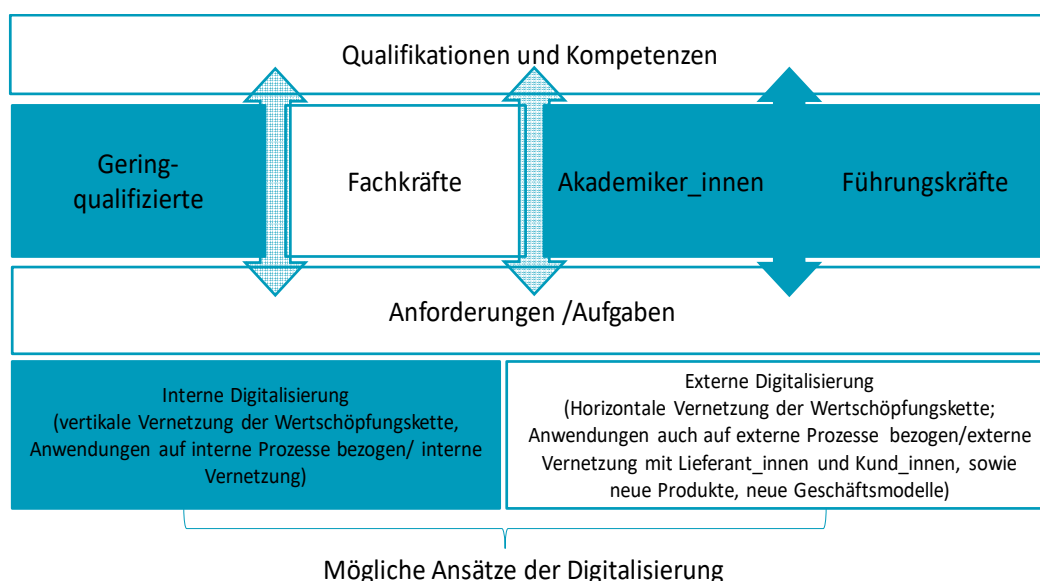
- (6) Welche institutionellen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen (Organisationsstrukturen und -kulturen) sind hierfür erforderlich?
- (7) Wie können neue Kompetenzen optimal vermittelt bzw. gefördert werden?
- (8) Inwiefern werden sich die Aufgaben von Führungskräften in der Industrie 4.0 ändern?

Im Rahmen des Projektes wurden in NRW-Unternehmen verschiedene Digitalisierungsansätze (interner und externer Digitalisierungsansatz, vgl. Kapitel 1.3), eingesetzte digitale Technologien (vgl. Kapitel 1.3) und die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung, Kompetenzanforderungen und Qualifizierungsmaßnahmen differenziert nach verschiedenen Beschäftigtengruppen untersucht. Die Ergebnisse der Studie geben die Sicht der Entscheidungsträger_innen (überwiegend aus dem Personalbereich) in den befragten NRW-Unternehmen wieder, die sich mit der digitalen Transformation beschäftigen.

Im Mittelpunkt der Studie standen direkte Effekte der Digitalisierung bezüglich der Arbeitsbeziehungen – Verlust und Entstehung von Arbeitsplätzen in verschiedenen Belegschaftsgruppen, neue Arbeitsplatzgestaltung (mobiles Arbeiten, Flexibilisierung der Arbeit), neue Aufgaben und neue Qualifikationsanforderungen für die Beschäftigten sowie Konsequenzen für die betriebliche Weiterbildung (vgl. Kapitel 1.4, 1.5, 1.6 und 1.7). Da die Digitalisierungsprozesse in den meisten Betrieben in der Umsetzungsphase sind, befasste sich die Studie mit der aktuellen Situation und mit der Prognose für die kommenden fünf Jahre. Die indirekten Effekte der Digitalisierung für die Arbeitsbeziehungen wurden in der Studie insbesondere in Bezug auf neue Geschäftsmodelle, Digitalisierung von Wertschöpfungsketten, verstärkte Integration von Kund_innen und Zulieferern in die Geschäftsprozesse angesprochen.

Es war ein besonderes Anliegen der Studie *Fit für Industrie 4.0*, die pauschalen Aussagen der meisten vorliegenden Studien zu den Kompetenzanforderungen durch die Industrie 4.0 zu ergänzen (vgl. Ausführungen in Kapitel 1.7). Deswegen wurde in dem Projekt *Fit für Industrie 4.0* eine differenziertere Analyse angestrebt, die unternehmensrelevante Faktoren, wie Größe, Branche, Digitalisierungsstrategie etc. sowie die einzelnen Beschäftigtengruppen (An- und Ungelernte, Fachkräfte, Akademiker_innen, Führungskräfte) berücksichtigte. Die Abbildung 2 fasst das Forschungsmodell mit den einzelnen Untersuchungsschwerpunkten des Vorhabens zusammen.

Abbildung 1: Modell zur differenzierten Analyse von Auswirkungen der Digitalisierung auf die Qualifikationen und Kompetenzen von Beschäftigten



Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Literatur- und Internetrecherchen wurden zwei zentrale Digitalisierungsansätze in Unternehmen festgestellt. Die meisten Unternehmen verfolgen den internen Ansatz, der vor allem die Vernetzung und Optimierung von bestehenden Prozessen fokussiert. Bei anderen Unternehmen stehen die Digitalisierung der Wertschöpfungskette und die neuen Geschäftsmodellinnovationen im Mittelpunkt (externer Ansatz). In einigen Fällen kann auch von einer Kombination beider Vorgehensweisen gesprochen werden. Ausgehend vom jeweiligen Ansatz der Digitalisierung wurde im Modell ein Überblick über das erwartete Ausmaß von Veränderungen in Arbeitsprozessen und -organisationen geschaffen. Darüber hinaus wurden differenzierte Erkenntnisse zu den Beschäftigungsperspektiven, den veränderten Anforderungen und den daraus resultierenden Kompetenz- und Weiterbildungsbedarfen für verschiedene Beschäftigtengruppen aus Sicht der Entscheidungsträger_innen in NRW-Unternehmen abgeleitet. Ergänzend dazu wurden weitere Auswirkungen der Digitalisierung berücksichtigt – neue Organisationsstrukturen, Führungskonzepte und die Unternehmenskultur.

Die Studie gliedert sich insgesamt in fünf Teile: Im Anschluss an diese theoretische Einleitung (Kapitel 1) folgt im 2. Kapitel die Beschreibung der qualitativen Untersuchung. In diesem Teil werden das Untersuchungsdesign (Kapitel 2.1) und die wichtigsten Ergebnisse der Interviewreihe (Kapitel 2.2.) beschrieben. Diese bilden die Grundlage für die quantitative Untersuchung, die im 3. Teil beschrieben wird. Hier bilden das methodische Vorgehen und der Fragebogen in seinem inhaltlichen Aufbau das erste und die Stichprobe der Untersuchung das zweite Unterkapitel. Das 4. Kapitel bildet den Schwerpunkt der Studie, in dem die Ergebnisse der inhaltlichen Teilbereiche des Fragebogens jeweils in eigenen Unterkapiteln ausführlich dargestellt und erläutert werden. Die Studie schließt mit einem Fazit und Handlungsempfehlungen ab (Kapitel 5).

2 Qualitative Untersuchung

2.1 Untersuchungsdesign

Als Vorbereitung für die anschließende Onlinebefragung in NRW-Unternehmen wurde in den Monaten Februar bis März 2017 eine Reihe von explorativen Interviews mit Vertreter_innen aus Unternehmen der OWL-Region durchgeführt.

Im Mittelpunkt der Untersuchung standen sechs Vorreiterunternehmen aus OWL, die bereits seit 2012-13 Industrie-4.0-Lösungen anbieten und bei sich implementieren (sogenannte ‚duale Strategie‘).¹ Die Ergebnisse bilden einen Querschnitt über sechs verschiedene Branchen (Agrartechnik, Antriebs- und Automatisierungstechnik, Bauzulieferer, Chemie, Elektrotechnik und Industrieelektronik). Acht Ansprechpartner_innen aus verschiedenen Positionen und Unternehmensbereichen standen für die Interviews zur Verfügung – Leiter_innen und Referent_innen aus den Bereichen Personal, Produktentwicklung und Produktion. Ergänzend wurden Ergebnisse aus zwei Praxisworkshops mit den Unternehmensvertreter_innen aus OWL hinzugezogen, die im Vorfeld durchgeführt wurden.

Die halbstandardisierten persönlichen Interviews fanden im Zeitraum Februar-März 2017 statt, mit einer Dauer von 60–90 Minuten pro Interview.

Die Fragenbereiche umfassten Digitalisierungsstrategien und -tools, Auswirkungen auf die Beschäftigung, neue Kompetenzanforderungen, Weiterbildungsmaßnahmen (jeweils differenziert nach Beschäftigtengruppen – An- und Ungelernte, Fachkräfte, Akademiker_innen, Führungskräfte), neue Organisationsstrukturen, Führungskonzepte und Unternehmenskultur. Die Auswertung fand nach den Regeln von P. Mayring unter Verwendung der Software MAXQDA statt (vgl. Mayring 2015). In einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse wurde das gesammelte Datenmaterial aufgrund eines Kategoriensystems abstrahiert und strukturiert, das sowohl theoriegeleitet-deduktiv als auch induktiv gebildet wurde.

Im Weiteren werden die Ergebnisse aus dieser qualitativen Studie und die ersten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen dargestellt.

¹ Die ‚duale Strategie‘ wurde von der Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaft (FU) in ihrem Bericht 2012 als Strategie für Unternehmen in Deutschland auf dem Weg zur Industrie 4.0 empfohlen. Diese besagt, dass Unternehmen sich sowohl zum Leitanbieter für intelligente Produktionstechnologien entwickeln als auch neue Leitmärkte für intelligente Produkte gestalten (vgl. Kagermann et al. 2012, S. 22-23).

2.2 Ergebnisse der Interviewreihe

2.2.1 Stand und Strategie der Digitalisierung in Unternehmen

In den meisten Unternehmen ist Digitalisierung ein zentrales Thema und in der Strategie verankert. Digitalisierung erfolgt bereits seit Jahrzehnten, nicht nur seit der Einführung des Begriffes Industrie 4.0.

Die Implementierung der Industrie 4.0 wird in den Unternehmen sukzessiv in einzelnen Projekten umgesetzt. Dabei dominiert zumeist die interne Digitalisierungsperspektive. Zunehmend befassen sich die meisten Unternehmen jedoch auch mit ihren Geschäftsmodellen. Eine oftmals durch die Digitalisierung geprägte Fragestellung lautet dann: ‚Verkaufen wir zukünftig eine Maschine oder verkaufen wir eine Dienstleistung?‘

Die Verbesserung der Kosteneffizienz in der Produktion sowie kundenspezifische Erwartungen werden als die wichtigsten Treiber der Digitalisierung gesehen und führen zu einem weitreichenden Wandel innerhalb der Unternehmen. Die Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 erlangen nach übergreifender Meinung der Interviewpartner_innen eine hohe strategische Relevanz und werden im Rahmen von iterativen Projekten unterschiedlichster Differenziertheit aufgegriffen und umgesetzt.

2.2.2 Instrumente und *Tools* der internen Digitalisierung

Digitalisierung erfolgt jedoch nicht übergreifend und pauschal, sondern wird unter Kosten-Nutzen-Aspekten analysiert und entschieden. In den Unternehmen ist ein großes Technologiegefälle vorzufinden, da Anlagen und Maschinen nur schrittweise modernisiert werden. Das übergreifende Ziel von Industrie 4.0, besonders im Bereich der industriellen Produktion, ist eine ökonomische Fertigung geringer Stückzahlen in kurzen Produktionsintervallen. Um dieses Ziel realisieren zu können, sind selbstlernende und selbstoptimierende Technologien notwendig, die auf Basis gesammelter Daten und Analysen Handlungsfelder identifizierbar machen.

In direkten Bereichen (Produktion) werden verstärkt intelligente und vernetzte Systeme ausgebaut. Angesichts der steigenden Komplexität der Produkte und einer höheren Anzahl von Produktvarianten ist dabei ein hoher Automatisierungsgrad erforderlich, um effizient agieren zu können. Unternehmen arbeiten im Zuge dessen an der Entwicklung und Implementierung von Industrie-4.0-Technologien (beispielsweise dem Einsatz intelligenter Robotik, *Cloud-Computing*, *Machine-Learning*, additive Fertigungsverfahren wie 3D-Druck etc.). So lassen sich Maschinen und Anlagen miteinander vernetzen und optimal aufeinander ausrichten. Auch Assistenzsysteme werden nach übereinstimmender Expertenmeinung immer bedeutsamer, um die aufkommende Komplexität in den Betrieben bewältigen zu können. So werden Fertigungsprozesse mittels stationärer und mobiler Bildschirme in den Produktionshallen der Unternehmen visualisiert und Beschäftigte zum Beispiel in Montageabläufen unterstützt, um Fehler zu vermeiden und die Qualität zu steigern. Mit Blick auf die Zukunft werden besonders Einsatzmöglichkeiten für *Virtual Reality* und *Augmented Reality* oder *Wearables* über vielfältige Unternehmensbereiche hinweg

geprüft. Anwendungsgebiete dieser Technologien sieht man nicht nur in produktionsnahen Bereichen, sondern auch besonders in den Bereichen Service und Vertrieb.

In indirekten Unternehmensbereichen ist die Digitalisierung nach Expertenmeinungen weniger stark vorangeschritten und ausgeprägt als in fertigungsnahen Bereichen. Doch auch hier wurden mehr und mehr Verwaltungsprozesse und Arbeitsabläufe mit der Zeit digital abgebildet, optimiert und vereinfacht.

2.2.3 Instrumente und *Tools* der externen Digitalisierung

Bei der Digitalisierung und Vernetzung über die Unternehmensgrenzen hinweg nimmt das Thema Datenschutz eine bedeutsame Rolle ein. Aufgrund des Sicherheitsbedürfnisses der Betriebe sind die unternehmensübergreifende Vernetzung und der Datenaustausch mit Skepsis behaftet.

Dennoch ist der digitale Austausch künftig besonders mit Kund_innen immer bedeutsamer, so dass digitale Kommunikations- und Austauschplattformen neue Vertriebsschnittstellen bilden. Kernfunktionen dieser Schnittstellen sind häufig die Möglichkeiten der virtuellen Produktkonfiguration oder virtuelle Lernräume für Kund_innen. Im Bereich der übergreifenden Vernetzung mit Lieferant_innen sind einige Unternehmen so weit fortgeschritten, dass durch Portale und digitale Schnittstellen Einsicht in Lagerbestände genommen wird und Lieferprozesse so automatisiert ablaufen können.

Einige Betriebe haben darüber hinaus die Notwendigkeit zur Entwicklung neuer, digitaler Geschäftsmodelle erkannt und bieten ihren Kund_innen über das Produkt hinausgehende datenbasierte Serviceleistungen an, die einen Mehrwert generieren und damit eine Abgrenzung gegenüber Konkurrenzunternehmen darstellen.

2.2.4 Neue Arbeit und Organisation in Unternehmen

Der Einsatz von *Social Media*, Software für das Abhalten von Videokonferenzen und anderen digitalen Kommunikations- und Kollaborationsmöglichkeiten eröffnet neue Chancen, den wachsenden Anforderungen an Geschwindigkeit und Flexibilität gerecht zu werden. Auch in den Unternehmen der befragten Experten_innen wurden entsprechende digitale Plattformen und Kommunikationskanäle implementiert. Dies ermöglicht sowohl den orts- und zeitunabhängigen Zugriff auf Dokumente als auch das Abhalten von virtuellen Konferenzen, wodurch die interdisziplinäre und standortübergreifende Projekt- und Zusammenarbeit erleichtert wird.

Neben der klassischen Aufbauorganisation bildet sich im Zuge dessen eine parallele Projektstruktur heraus, die bei allen Vorteilen auch besondere Herausforderungen mit sich bringt. Durch die Schnittmenge gleicher Mitarbeitergruppen, die zeitweise mehrfache Funktionen besetzen, entstehen so mitunter schwierige Bedingungen für die Unternehmensorganisation und Führung.

2.2.5 Auswirkungen auf die Beschäftigtenzahlen

Im Hinblick auf Beschäftigtenzahlen konnte von den Expert_innen nur eine tendenzielle Prognose abgegeben werden. Einige Interviewpartner_innen gaben an, dass sie von einer Veränderung der Arbeitsplätze in ihrem Unternehmen in naher Zukunft ausgehen und bestimmte Arbeitstätigkeiten, die heute überwiegend von An- und Ungelernten ausgeübt werden, im Zuge der Digitalisierungsprozesse im Unternehmen zumindest in Teilen abgelöst werden. Zwar würde sich laut den Expert_innen die Gesamtzahl der Belegschaft nicht verändern, jedoch deren Struktur und Zusammensetzung.

In den Bereichen IT, Elektronik und Software wird Fachpersonal gesucht, was auf eine Verschärfung des Fachkräftemangels hindeutet. Viele Unternehmen reagieren darauf mit eigenen Traineeprogrammen, um unabhängiger von der Arbeitsmarktsituation zu werden.

Insgesamt wurde von einer Verschiebung hin zu einem höheren Qualifikationsniveau ausgegangen. Allerdings ließen sich durch Assistenzsysteme auf lange Sicht auch Defizite in der Qualifikation kompensieren, was gerade auch An- und Ungelernten neue Beschäftigungsperspektiven eröffnet. Besonders im technischen Kompetenzbereich wird im Gegenteil ein Stellenaufbau gesehen.

2.2.6 Veränderte Aufgaben und Anforderungen der Beschäftigten

Infolge der technischen, prozessualen oder organisationalen Veränderungen stellt die Digitalisierung auch veränderte Aufgaben und Anforderungen an die Beschäftigten.

So werden nach Prognosen der Expert_innen die Anforderungen über alle Beschäftigtengruppen hinweg, tendenziell noch weiter, steigen. Mitarbeiter_innen müssten im Rahmen ihrer Tätigkeit eine Vielzahl an Informationen aufnehmen und filtern, um schnell und eigenständig Entscheidungen treffen zu können. Hierbei werden sie künftig noch mehr durch digitale Systeme und Software unterstützt.

Die Gestaltung des digitalen Wandels in Unternehmen erfordert von allen Beschäftigtengruppen, Gewohntes infrage zu stellen und innovativ mitzuwirken. Die unternehmerische Verantwortung wird somit vermehrt auf die Belegschaft übertragen. Gleichzeitig steigt auch die Komplexität der Arbeitsaufgaben, die dabei die Fähigkeiten eines Einzelnen übersteigen. Teamarbeit wird immer wichtiger. Tatsächlich findet in den Unternehmen eine Verschiebung hin zu mehr Projektarbeit statt, die unter Umständen auch ortsunabhängige und virtuelle Zusammenarbeit erfordert. Dies betrifft nach Meinung der Expert_innen vor allem die Gruppe der Beschäftigten mit akademischem Hintergrund, die neben Projektarbeit künftig auch mehr Datenanalyse (Stichwort *Big Data*) betreiben werden.

Bedingt durch neue Formen der Zusammenarbeit verändert sich auch die Aufgabe der Führung. Die Interviewpartner_innen waren sich einig, dass Führungskräfte künftig weniger als Entscheider_innen, sondern vielmehr als stetige Begleiter_innen und Ansprechpartner_innen gefordert

sein werden. Dabei gehört es zu ihren Aufgaben, Arbeitsbedingungen zu gestalten und im Rahmen virtueller Führung die Verbindung zwischen Entgrenzung und persönlicher Nähe zu halten.

Durch den Einsatz intelligenter Maschinen werden bestehende Aufgabenstrukturen bei Fachkräften aufgebrochen. Besonders deutlich wird dies in der Tendenz, dass Facharbeiter_innen künftig nicht mehr nur einen Aufgabenbereich ausführen, sondern ihre Tätigkeiten zu Gesamtaufgaben und Teamarbeit verschmelzen. Vertieftes Spezialwissen der Facharbeiter_innen ist an dieser Stelle unerlässlich.

Verbleibende Resttätigkeiten werden an an- und ungelernete Arbeitskräfte weitergegeben. Allerdings könnte nach Meinung von Befragten die Unterstützung von Assistenzsystemen die Möglichkeit eröffnen, dass sie auch in die Lage versetzt werden, höherwertige Tätigkeiten zu übernehmen und dadurch weiterführende Beschäftigungsperspektiven zu erhalten.

2.2.7 Digitale Transformation und Unternehmenskultur

Besonders erwähnenswert scheint die von den Interviewpartner_innen betonte Bedeutsamkeit der Unternehmenskultur zu sein: Für eine erfolgreiche digitale Transformation und Umsetzung von Industrie 4.0 spielt die Unternehmenskultur eine entscheidende Rolle. Im Interview stellten die Expert_innen dar, dass hierzu eine positive Grundhaltung, ein sogenanntes *'Digital Mindset'*, gegenüber der Digitalisierung innerhalb der Belegschaft etabliert werden muss.

Die Bereitschaft, Veränderungen aller Ebenen mitzutragen und zu gestalten, ist somit auch eine Voraussetzung für erfolgreiche Qualifikation und Weiterbildung im Unternehmen. Hier sehen die Expert_innen in erster Linie die Führungskräfte als Vorbilder und zentrale Treiber_innen in der Bewältigung des kulturellen Transformationsprozesses.

Die Ergebnisse der explorativen Experteninterviews lieferten einen ersten Einblick in die Digitalisierungsstrategien und -instrumente einiger produzierender Vorreiterunternehmen in der Region OWL und die Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Beschäftigungstendenzen, die Kompetenzanforderungen und einige Aspekte der Organisation und Unternehmenskultur.

Insofern sind die Ergebnisse auch als Beispiele und Anregungen für die Auswahl von maßgeschneiderten Instrumenten und Maßnahmen für die digitale Transformation in anderen produzierenden Unternehmen zu betrachten.

Die Vorreiterunternehmen, die bereits einige Jahre Erfahrung mit der Digitalisierung aufweisen, haben erkannt, dass die technischen Innovationen allein keine Garantie für den Erfolg der Industrie 4.0 darstellen. Die Aussagen zu der Bedeutsamkeit der digitalen Unternehmenskultur und der Notwendigkeit der Qualifizierung von Beschäftigten als Erfolgsfaktoren zeigen vielmehr, dass die Digitalisierung in Unternehmen im Einklang mit den Beschäftigten zu gestalten ist und als Chance für eine neue Qualität der Arbeit verstanden werden sollte.

3 Quantitative Untersuchung

3.1 Methodik und Fragebogen

Um das Gesamtziel des Projektes zu erfüllen, wurden die Qualifizierungs-, Weiterbildungs- und Berufsbildungserfordernisse der Industrie 4.0 im Anschluss an die Interviews in einer Onlinebefragung untersucht, um fundierte Handlungsempfehlungen für eine adäquate Qualifizierung der Beschäftigten verschiedener betrieblicher Ebenen und Funktionsbereiche zu formulieren. Darüber hinaus wurden auch notwendige institutionelle Voraussetzungen mithilfe statistischer Verfahren untersucht und in Zusammenhang gebracht. Der Durchführungszeitraum der Befragung erstreckte sich von Oktober 2017 bis Januar 2018.

Die Befragung richtete sich vorrangig an Teilnehmende aus Unternehmen mit einer Expertise in den Bereichen Digitalisierung und *Human Resources*. Diese Zielgruppe wurde als geeignet eingeschätzt, um den Onlinefragebogen in vollem Umfang zu beantworten. Die Durchführung der Befragung erfolgte mittels eines (teil)standardisierten Fragebogens. Lediglich die personenbezogenen Angaben zu Position und Alter wurden mittels Freitextfeldern erfasst. Bei allen übrigen Fragen wurden die Antwortmöglichkeiten fest vorgegeben, ohne Möglichkeit, diese noch zu ergänzen. Als Skalenformat wurde überwiegend einheitlich eine sechsstufige Likert-Skala als verbalisierte Ratingskala gewählt.

In einem einleitenden Abschnitt wurden personen- und unternehmensbezogene Angaben sowie die Zugehörigkeit zu einem Technologienetzwerk oder Cluster abgefragt. Danach gliederte sich der Fragebogen in vier inhaltliche Teilbereiche, die im Folgenden kurz beschrieben werden:

Der erste Abschnitt zur Analyse der Digitalisierung in Unternehmen unterteilte sich in mehrere Unterbereiche. So wurden zunächst die strategische Relevanz von Industrie 4.0 und Digitalisierung sowie die Treiber erhoben, die von den befragten Unternehmensvertreter_innen als maßgebliche Auslöser für die digitale Transformation ihres Unternehmens gesehen werden. Zudem wurde erfragt, wie die Unternehmen den Stand der Digitalisierung in einzelnen Unternehmensbereichen einschätzen. Darüber hinaus wurde der interne technische Digitalisierungsgrad über eine Abfrage im Hinblick auf die Nutzung und den Einsatz bestimmter Technologien, Systeme, Verfahren und Anwendungen im Unternehmen ermittelt. Die Relevanz der Unternehmenskultur im Kontext der Digitalisierung wurde ebenfalls thematisiert. Darüber hinaus wurden Fragen zum externen Fokus der Digitalisierung gestellt, speziell zu dem Einsatz von Technologien zur unternehmensübergreifenden Vernetzung sowie zu der Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle und Innovationen.

Im zweiten Teil wurden mögliche Beschäftigungseffekte der Digitalisierung für die nächsten 5 Jahre abgefragt sowie das Ausmaß an Veränderungen in den Aufgabenbereichen und der Qualifizierungsbedarf für vier verschiedene Beschäftigtengruppen (An- und Ungelernte, Fachkräfte, Akademiker_innen und Führungskräfte) erfasst.

Während im ersten Teil mit der Erfassung der im Unternehmen eingesetzten Technologien die technischen Aspekte angesprochen wurden, rücken im dritten Abschnitt des Fragebogen die Aspekte ‚Organisation‘ und ‚Mensch‘ thematisch in den Fokus. Um die Frage zu beantworten, inwieweit sich die Organisation von Arbeit verändern wird, wurden die digitalisierungsbedingten Veränderungen der Aufgabeninhalte für die einzelnen Beschäftigungsgruppen erfasst. Die daraus resultierenden Konsequenzen auf der Ebene der Menschen in Unternehmen wurden über die Abfrage der konkreten Kompetenzanforderungen für die Zukunft in der digitalisierten Arbeitswelt (differenziert für jede Beschäftigtengruppe) erhoben und dargestellt.

Der letzte Abschnitt umfasste das Thema Weiterbildung im Unternehmen. Neben dem aktuellen Stand wurde auch die aktuelle und zukünftige Bedeutung verschiedener Weiterbildungsangebote im Kontext der Digitalisierung untersucht.

In den folgenden Kapiteln werden zunächst die Stichprobe und anschließend ausgewählte Ergebnisse der Auswertung der einzelnen Teilbereiche dargestellt.

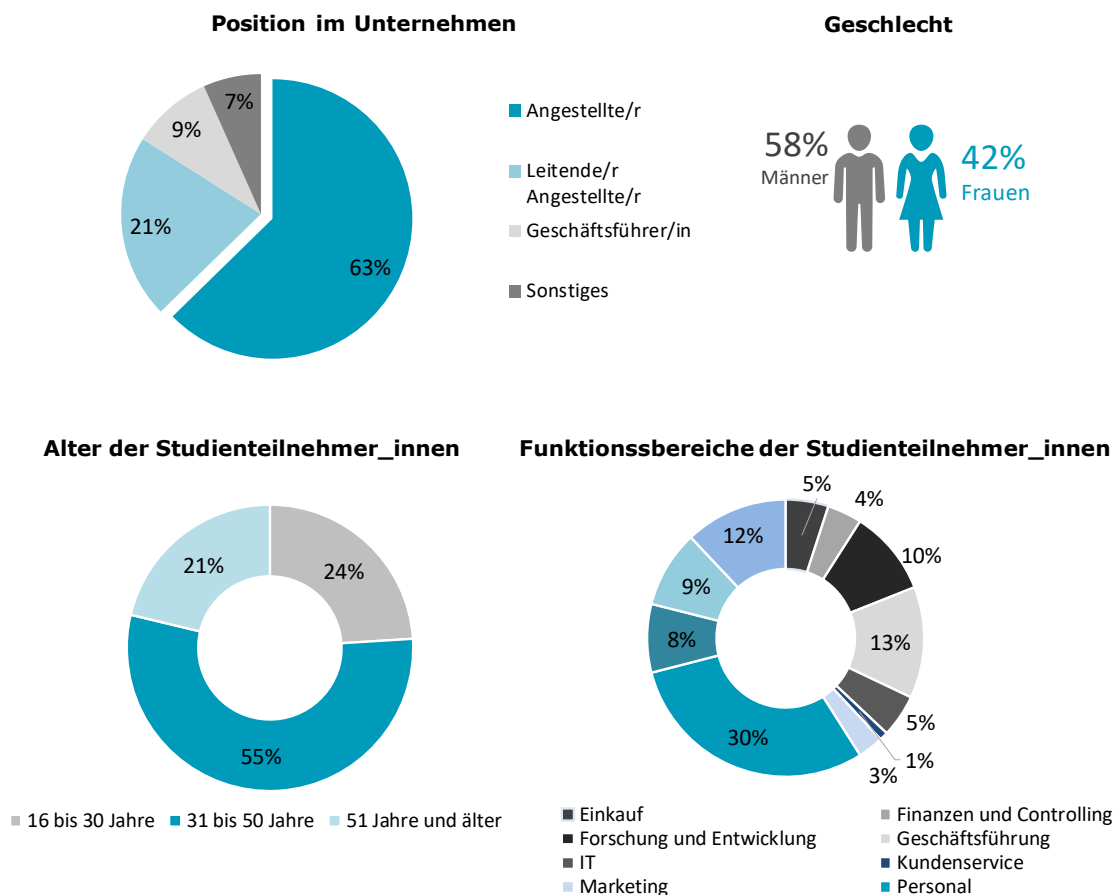
3.2 Stichprobe

Insgesamt nahmen an der Befragung 150 Personen teil.² Von den Teilnehmer_innen sind 42 % weiblich und 58 % männlich. Im Hinblick auf die Altersstruktur zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der Studienteilnehmer_innen (55 %) zwischen 30 und 50 Jahre alt sind, knapp ein Viertel (24 %) entstammen der Gruppe der 16- bis 30-Jährigen und etwas mehr als ein Fünftel (21) sind 51 Jahre alt und älter. Bei den Befragten handelt es sich in 63 % der Fälle um Angestellte, 21 % haben eine leitende Funktion und 13 % der Teilnehmer_innen sind als Geschäftsführer_innen tätig.

Betrachtet man die Zusammensetzung der Teilnehmer_innen noch differenzierter nach ihren Funktionsbereichen im Unternehmen, so zeigt sich, dass die größte Gruppe der Befragten mit einem Anteil von 30 % aus dem Bereich Personal stammt. Alle anderen Tätigkeitsbereiche sind mit einem weitaus geringeren Prozentanteil vertreten. So ist der Bereich Produktion mit 8 % vertreten, 10 % der Teilnehmer_innen gaben an, in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung tätig zu sein, und nur einer der Befragten stammt aus dem Kundenservice.

² Die Angabe bezieht sich nur auf die Zahl der Personen, die den Fragebogen ausgefüllt haben. Wie viele Unternehmen an der Umfrage teilgenommen haben, konnte nicht genau erfasst werden.

Abbildung 2: Zusammensetzung der Studienteilnehmer_innen nach Alter, Geschlecht, Position und Funktionsbereich im Unternehmen



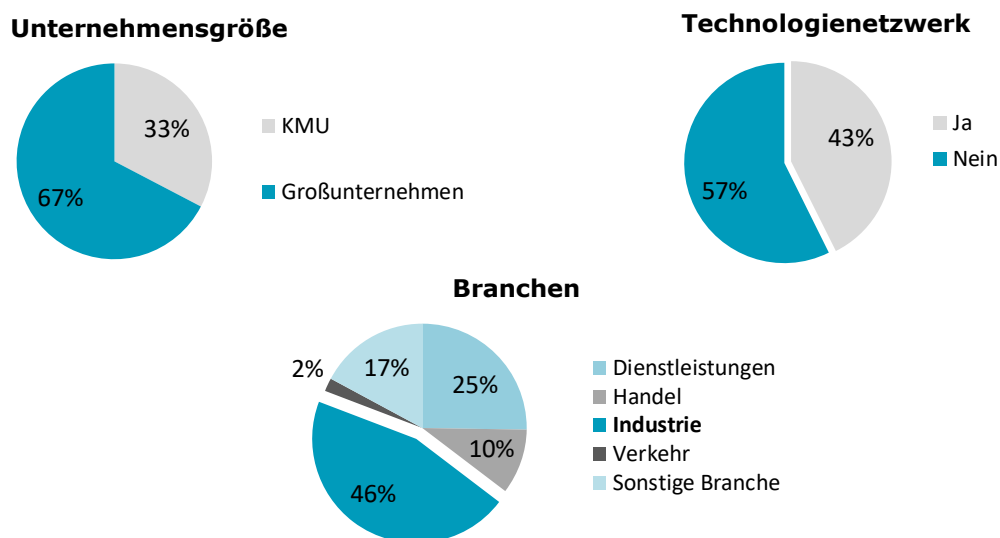
Quelle: Eigene Darstellung

Das *Sample* für die Onlinebefragung bestand zu 67 % aus Großunternehmen und zu 33 % aus KMU (nach Definition der Europäischen Kommission, bis 249 Mitarbeitende), ungefähr die Hälfte sind produzierende Unternehmen und 43 % gehören einem Technologienetzwerk an (vgl. Abbildung 4).

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Abbildung 3: Unternehmensgröße, Netzwerkzugehörigkeit und Branche der Befragten



Quelle: Eigene Darstellung

Die an der Umfrage beteiligten Personen stammen aus unterschiedlichen Branchen. Mit 46 % stellt die Industriebranche die größte Teilnehmergruppe dar. Ein Viertel der Befragten ist im Bereich der Dienstleistungen tätig. Die anderen 30 % verteilen sich auf Verkehr, Handel und sonstige Branchen.

4 Ausgewählte Ergebnisse

4.1 Analyse der Digitalisierung in Unternehmen

4.1.1 Strategische Bedeutung der Digitalisierung

Die Digitalisierung ist aktuell für 90 % der befragten Unternehmen von hoher strategischer Bedeutung, zukünftig sogar für 94 %. Eine differenziertere Betrachtung der Ergebnisse ergab zudem, dass für die Großunternehmen das Thema Digitalisierung wichtiger ist als für die KMU. Gleiches galt für diejenigen Unternehmen, die einem Technologienetzwerk angehören. Auch für sie war die Bedeutung der Digitalisierung wichtiger als für Betriebe, die keinem Technologienetzwerk angehören.

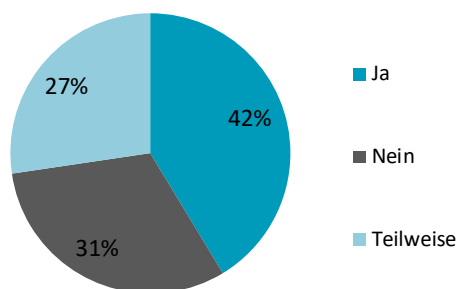
Abbildung 4: Strategische Bedeutung der Digitalisierung aktuell und zukünftig



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 5: Verankerung der Digitalisierung in der Unternehmensstrategie

Das Thema Digitalisierung ist in unserer Unternehmensstrategie verankert



Quelle: Eigene Darstellung

Von den befragten Unternehmen haben knapp zwei Drittel (69 %) das Thema Digitalisierung ganz oder teilweise in ihrer Unternehmensstrategie verankert (vgl. Abbildung 6). Bei einer genaueren Betrachtung zeigte sich, dass sehr viel mehr große Unternehmen und Unternehmen mit Netzwerkzugehörigkeit bereits eine Strategie zur Umsetzung von Digitalisierungsthemen in

ihrem Betrieb formuliert haben als kleine Unternehmen und solche, die nicht an einem Technologiecluster partizipieren.

4.1.2 Treiber der Digitalisierung

Zu der Frage, welche Faktoren die Digitalisierung im eigenen Unternehmen am stärksten beeinflussen, wurden sechs Antwortmöglichkeiten zur Auswahl vorgegeben, denen die Befragten folgendermaßen zustimmten:

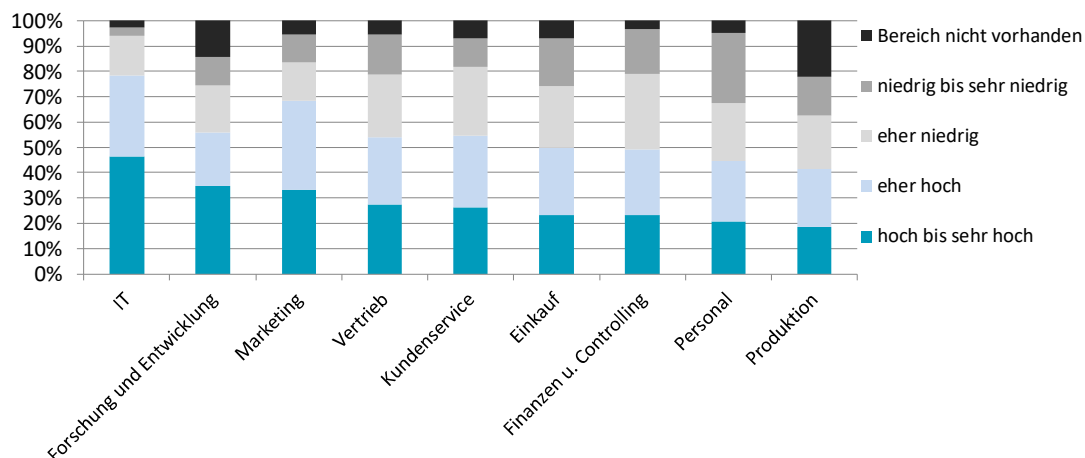
- Wirtschaftlichkeit und Effizienz im Unternehmen steigern – 90 % Zustimmung,
- Erwartungen der Kund_innen – 88 % Zustimmung,
- bestehende Wettbewerber_innen – 78 % Zustimmung,
- neue Wettbewerber_innen – 70 % Zustimmung,
- Wünsche und Bedürfnisse der Mitarbeiter_innen – 69 % Zustimmung,
- Gesetzliche Vorgaben (z.B. IT-Sicherheit, Datenschutz etc.) – 53 % Zustimmung.

Die Effizienz in den Abläufen zu steigern und eine höhere Produktivität zu erreichen gehörten noch vor den Erwartungen der Kund_innen zu den Toptreibern für Unternehmen, die jeweiligen Prozesse und Systeme ins digitale Zeitalter zu überführen. Weniger relevant schienen gesetzliche Vorgaben, beispielsweise zu IT- Sicherheit und Datenschutz, zu sein, dies wurde nur von 53 % der befragten Unternehmen als Faktor dafür genannt, die Digitalisierung im Unternehmen voranzubringen.

4.1.3 Umsetzungsstand der Digitalisierung in verschiedenen Funktionsbereichen

Die Vernetzung von Abteilungen und Bereichen innerhalb eines Unternehmens (vertikale Integration) ist ein zentraler Baustein von Industrie 4.0. Grundlage hierfür bildet die Digitalisierung. Sie stellt die Basis für effiziente Informationsflüsse und Datenaustausch zwischen den Akteur_innen dar. Nach Einschätzung der Unternehmen kam der Digitalisierung in den einzelnen betrieblichen Funktionsbereichen jedoch eine unterschiedliche Bedeutung zu (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 6: Digitalisierungsgrad nach Funktionsbereichen



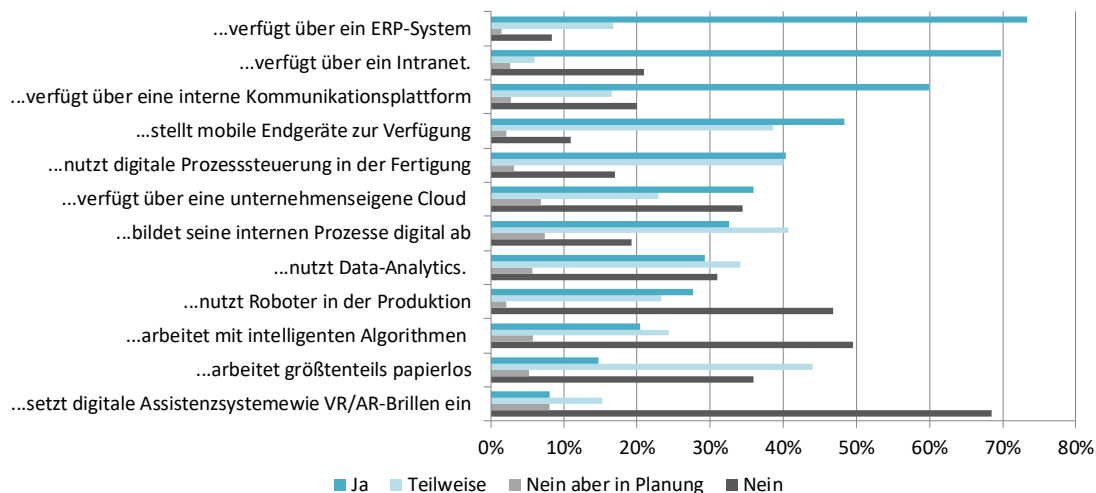
Quelle: Eigene Darstellung

Größte Bedeutung kam der Digitalisierung mit Abstand in der IT-Abteilung zu. Knapp die Hälfte der Befragten (46 %) schätzten den Stand bei sich im Unternehmen als ‚hoch bis sehr hoch‘ ein. Von hoher Relevanz war die Digitalisierung auch im Bereich Forschung und Entwicklung sowie im Marketing. So wiesen 34 % der Befragten ihrem Forschungs- und Entwicklungsbereich und 32 % ihren Marketingabteilungen einen hohen bis sehr hohen Entwicklungsstand aus. Im Personalbereich schien jedoch die Digitalisierung noch nicht sehr weit fortgeschritten zu sein. 28 % der befragten Teilnehmer_innen schätzten den Umsetzungsstand als niedrig bis sehr niedrig ein.

4.1.4 Interner Fokus der Digitalisierung

Bei der Betrachtung des unternehmensinternen Fokus der Digitalisierung ergab sich ein gemischtes Bild. 73 % der Befragten bestätigten, dass ihr Unternehmen über ein ERP-System, und 70 %, dass es über ein Intranet verfügt. Zusätzlich verfügten die Unternehmen mit großer Mehrheit auch über eine unternehmensinterne Kommunikationsplattform (60 % Zustimmung). Mobile Endgeräte, wie *Smartphones, Tablets* etc., wurden laut 48 % der Befragten von nahezu der Hälfte der Unternehmen ebenfalls zur Unterstützung der Arbeit zur Verfügung gestellt.

Abbildung 7: Interner Fokus der Digitalisierung – Unser Unternehmen...



Quelle: Eigene Darstellung

Wird die Nutzung von *Data-Analytics* und einer unternehmenseigenen *Cloud* zum Speichern von Daten genauer betrachtet, ergibt sich ein ausgeglichenes Bild: Während 29 % der Befragten die Nutzung von *Data-Analytics* und 36 % das Vorhandensein und den Zugriff auf eine *Cloud* in ihrem Unternehmen bestätigten, verneinten auf der anderen Seite jeweils 31 % und 34 % der Befragten die Fragen nach der Nutzung und Verfügbarkeit. Trotz der voranschreitenden internen Digitalisierung innerhalb der Unternehmen, bezüglich des Vorhandenseins eines Intranets, ERP-Systemen und mobilen Endgeräte, bestätigten nur 20 % die Arbeit mit intelligenten Algorithmen und nur 15 % der Befragten eine papierlose Arbeitsweise im eigenen Unternehmen. In diesem Zusammenhang gaben sogar 36 % der Befragten an, dass ihr Unternehmen weiterhin größtenteils nicht auf Papier verzichtet.

Auffällig ist, dass insbesondere der Einsatz von digitalen Assistenzsystemen wie *VR*- oder *AR*-Brillen von nur 8 % der befragten Unternehmen bestätigt wird und in fast zwei Drittel (69 %) der befragten Unternehmen noch keinerlei Anwendung findet.

Ihren ‚internen digitalen Fokus‘ schienen die Unternehmen besonders auf die Nutzung eines Intranets, ERP-Systeme, unternehmenseigene Kommunikationsplattformen und auf die Unterstützung durch mobile Endgeräte zu legen. Die Arbeit mit digitalen Assistenzsystemen, intelligenten Algorithmen und Robotern in der Produktion sowie das papierlose Arbeiten und das Bestehen einer unternehmenseigenen *Cloud* wiesen dagegen noch große Lücken auf und kommen größtenteils noch nicht zum Einsatz.

4.1.5 Hemmnisse und Erfolgsfaktoren für die Digitalisierung

Im Rahmen der qualitativen Vorstudie wurde das Thema Datenschutz als ein wichtiger Faktor im Hinblick auf den Fortschritt der digitalen Transformation im eigenen Unternehmen benannt.

Die Ergebnisse der quantitativen Befragung zeigten, dass der Datenschutz zwar einen wichtigen, jedoch nicht den zentralen Faktor bei der Gestaltung der Digitalisierung darstellt. Zwar stimmten 66 % der Befragten der Aussage zu, dass Datenschutz für sie ein Hemmnis bei der Umsetzung der Digitalisierung bedeutet. Weitaus entscheidender ist jedoch die Unternehmenskultur: So stimmten 94 % der Aussage ‚Für die erfolgreiche Digitalisierung ist die Unternehmenskultur ausschlaggebend‘ zu und weitere 70 % bejahten außerdem, dass ihr Unternehmen bereits aktiv an der (Weiter-)Entwicklung einer Unternehmenskultur im Rahmen der Digitalisierung arbeite. In diesem Zusammenhang spielt eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit dem Betriebsrat als Bestandteil der Unternehmenskultur eine entscheidende Rolle für den Erfolg von Veränderungsprozessen und damit auch für die Digitalisierung (vgl. Schür-Langkau 2015). Vor diesem Hintergrund wurde nach der Unterstützung bei der Gestaltung der Digitalisierung durch den Betriebsrat gefragt. Das Ergebnis fiel positiv aus: So gaben 76 % an, dass der Betriebsrat die Umsetzung der Digitalisierung im eigenen Unternehmen unterstützt. Wie wichtig in diesem Zusammenhang auch die Führungskräfte sind, zeigte ein weiteres Ergebnis: So waren 82 % der befragten Studienteilnehmer_innen der Meinung, dass Führungskräfte eine Vorbildfunktion im digitalen Wandel einnehmen.

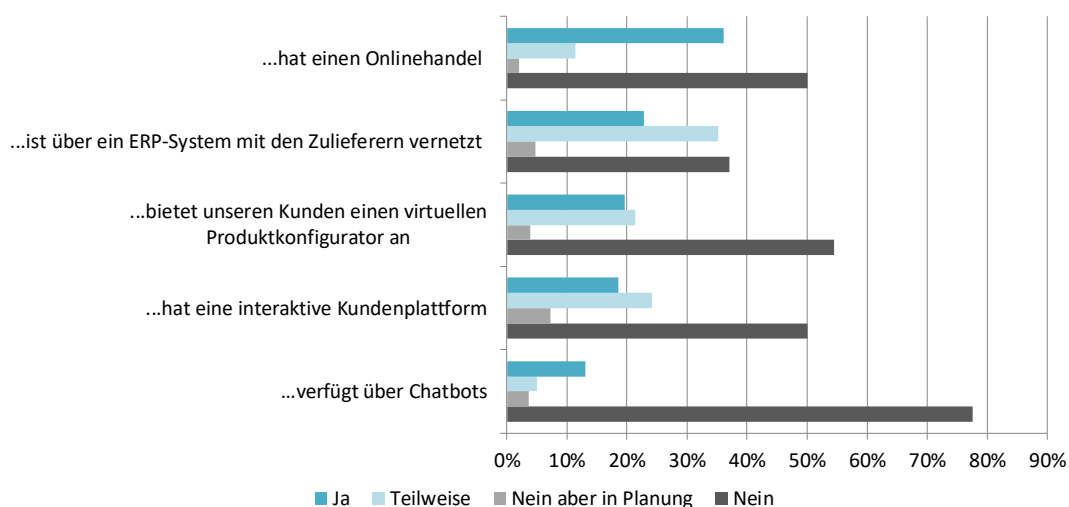
Nach Meinung der Studienteilnehmer_innen ist es für die digitale Transformation entscheidend, die Menschen in Unternehmen mitzunehmen, durch die Gestaltung der Unternehmenskultur, die Zusammenarbeit mit dem Betriebsrat und einen verantwortlichen Umgang mit den Daten und der IT-Sicherheit. Insbesondere die Führungskräfte nehmen hier eine Vorbildfunktion ein, wenn es darum geht, den digitalen und damit kulturellen Wandel anzustoßen und auszugestalten.

4.1.6 Externer Fokus der Digitalisierung

Analog zum internen Ansatz der Digitalisierung wurden auch externe Faktoren der Digitalisierung innerhalb der befragten Unternehmen betrachtet. Gemeint waren damit digitale Ansätze, die über die eigenen Unternehmensgrenzen hinausragen, neue Kundenbeziehungen beschreiben oder eigene Geschäftsmodelle revitalisieren. Bemerkenswert war, dass ganze 78 % der befragten Teilnehmer_innen die Verfügbarkeit von *Chatbots* in ihrem Unternehmen verneinen. Nur 13 % der Teilnehmer_innen gaben an, dass ihr Unternehmen über *Chatbots* verfügt und diese beispielsweise in der Kommunikation mit Kund_innen einsetzt. Weiterhin gaben jeweils 50 % der Befragten an, dass ihr Unternehmen weder über eine interaktive Kundenplattform noch über einen Onlinehandel verfügt, und nur ein Fünftel (20 %) bietet ihren Kund_innen aktuell einen virtuellen Produktkonfigurator als digitalen Service an.

Darüber hinaus erfolgt auch die Vernetzung zum Zulieferer in 37 % der Unternehmen (noch) nicht über ein ERP-System. Insgesamt wiesen die vergleichsweise starken negativen Trends darauf hin, dass die Unternehmen ihren Fokus eher weniger auf die externen Aspekte der Digitalisierung legen.

Abbildung 8: Externer Fokus der Digitalisierung – Unser Unternehmen...



Quelle: Eigene Darstellung

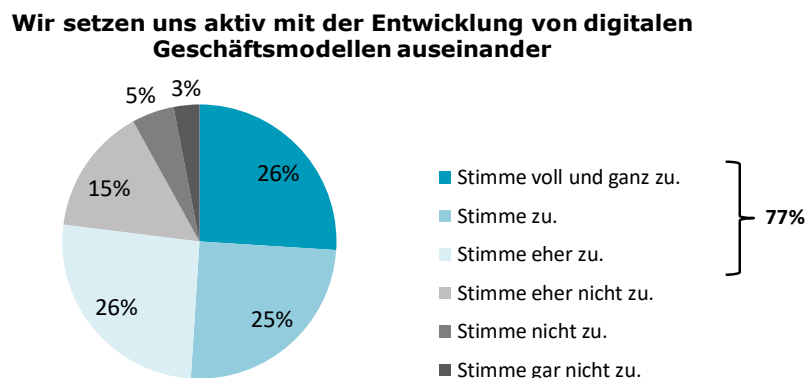
Es ist hier wichtig zu erkennen, dass die Digitalisierung auch die Kommunikation und Interaktion mit Kund_innen und Zulieferern betrifft. Gerade in diesem Bereich bietet die Digitalisierung großes Potenzial und schafft Wettbewerbsvorteile durch die Auswertung von Kundendaten und die Verbesserung von Service- und Produktangeboten.

4.1.7 Relevanz der Geschäftsmodelle

Die Frage nach der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, das heißt danach, ob in den Unternehmen eine aktive Auseinandersetzung mit der Entwicklung von digitalen Geschäftsmodellen stattfindet, wurde von 77 % der Befragten bestätigt (vgl. Abbildung 10).³

³ Digitale Geschäftsmodelle unterscheiden sich von nichtdigitalen dadurch, dass eine digitale (Service-)Leistung versprochen wird, für deren Erbringen und für deren Nutzung Informations- und Kommunikationstechnologien benötigt werden.

Abbildung 9: Relevanz von neuen Geschäftsmodellen in Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung

Weniger als ein Viertel der befragten Unternehmen befassten sich eher nicht mit der Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle. Positiv zu vermerken ist, dass nur 3 % der Befragten die Auseinandersetzung mit der Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle in ihrem Unternehmen völlig verneinten.

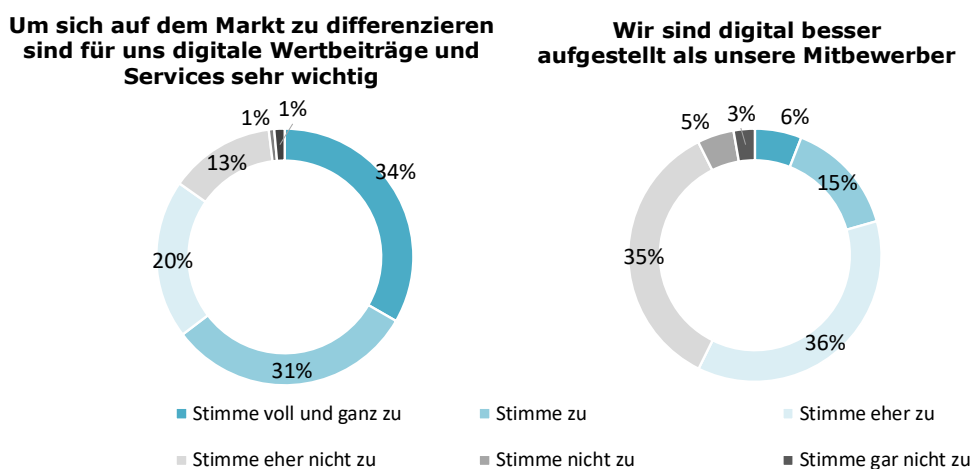
Vor diesem Hintergrund beschäftigten sich Großunternehmen und Unternehmen, die einem Technologienetzwerk angehören, häufiger mit der Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle als kleinere Unternehmen und solche ohne Netzwerkzugehörigkeit.

Das Ergebnis fiel überraschend positiv aus. Laut dem *Industrie 4.0 Index* der Staufen AG sind die dort befragten Unternehmen zwar sehr weit, was die Realisierung von Industrie 4.0 in der Produktion betrifft, denken allerdings nicht über interne Prozesse hinaus: So haben lediglich 21 % der dort befragten Unternehmen Produkte und Lösungen mit Industrie-4.0-Bezug im Angebot und nur 5 % der Betriebe haben komplett neue Geschäftsmodelle auf dieser Basis (vgl. Staufen AG 2018, S.14).

4.1.8 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Wettbewerbsfähigkeit

Die wachsende Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologie für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit wird von den meisten Unternehmen bestätigt. So stimmten rund 85 % der Unternehmen eher bzw. voll und ganz der Aussage zu, dass digitale Wertbeiträge und das Angebot entsprechender Services sehr wichtig sind, um sich erfolgreich gegenüber anderen Marktteilnehmenden durchzusetzen. Allerdings konnten nur 6 % der Unternehmen von sich ganz klar behaupten, dass sie digital besser aufgestellt sind als ihre Mitbewerber_innen, wohingegen mehr als 40 % dieser Aussage eher bis gar nicht zustimmten (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 10: Vergleich mit Wettbewerbern

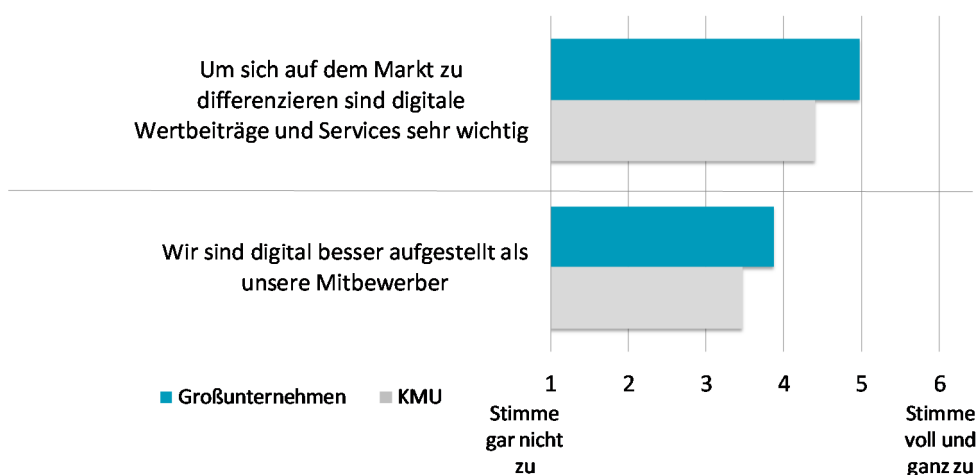


Quelle: Eigene Darstellung

Bei einem Vergleich der Mittelwerte zeigt sich, dass Großunternehmen sowohl die Bedeutsamkeit digitaler Angebote als auch den Differentiator im Wettbewerb wesentlich höher einschätzen als kleine und mittelständische Betriebe (Abbildung 12).

Etwas geringer fällt der Abstand im Hinblick auf die digitale Reife im Vergleich zu Mitbewerber_innen aus. Aber auch hier sahen sich große Unternehmen im Schnitt etwas besser aufgestellt als KMU.

Abbildung 11: Vergleich mit den Wettbewerbern nach Größe



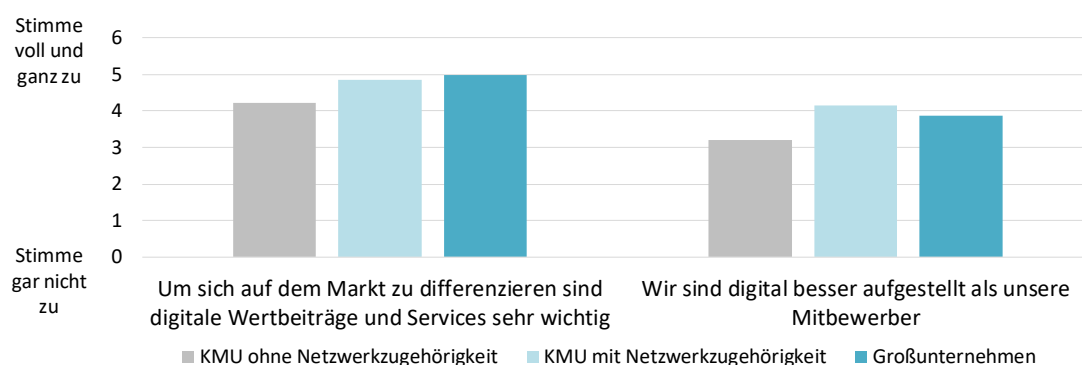
Quelle: Eigene Darstellung

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Betrachtet man hingegen solche KMU, die einem Technologienetzwerk angehören, ergibt sich ein anderes Bild. Hier zeigt sich, dass insbesondere KMU von einer Netzwerkzugehörigkeit profitieren können. So wurde bei einem Vergleich der Mittelwerte deutlich, dass KMU ohne Netzwerkzugehörigkeit sich im Schnitt als digital weniger gut aufgestellt gegenüber ihren Mitbewerber_innen sehen (Mittelwert bei 3). Im Gegensatz dazu schätzten sich KMU, die Teil eines Netzwerks sind, im Durchschnitt besser als der Wettbewerb ein (vgl. Abbildung 13).⁴

Abbildung 12: Vergleich mit Wettbewerbern nach Netzwerkzugehörigkeit



Quelle: Eigene Darstellung

4.2 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung

Dieser Abschnitt stellt die Einschätzungen der befragten Studienteilnehmer_innen zu den möglichen Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung in den Unternehmen dar, respektive den zu erwartenden Veränderungen hinsichtlich der Anzahl und der Aufgaben innerhalb der verschiedenen Beschäftigtengruppen. Bei den im Folgenden präsentierten Fragen wurde alle Teilnehmende gebeten, ihre Einschätzung für jeweils alle der in Abbildung 14 dargestellten Beschäftigtengruppen abzugeben.⁵

⁴ An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei diesen Ergebnissen lediglich um Korrelationen und nicht um tatsächliche Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge handelt. So könnten weitere, nicht erfasste Variablen ausschlaggebend für diesen Zusammenhang sein.

⁵ Die Lesart der Grafiken zu den Ergebnissen, die sich auf die verschiedenen Beschäftigtengruppen beziehen, soll am Beispiel für Abbildung 15 veranschaulicht werden: So stimmen 59 % aller Befragten der Aussage zu, dass aufgrund der Digitalisierung in den kommenden 5 Jahren die Zahl der Führungskräfte sich voraussichtlich nicht ändern wird. 9 % waren der Meinung, dass die Zahl der An- und Ungelernten in den kommenden 5 Jahren in ihrem Unternehmen steigen wird.

Abbildung 13: Beschäftigtengruppen

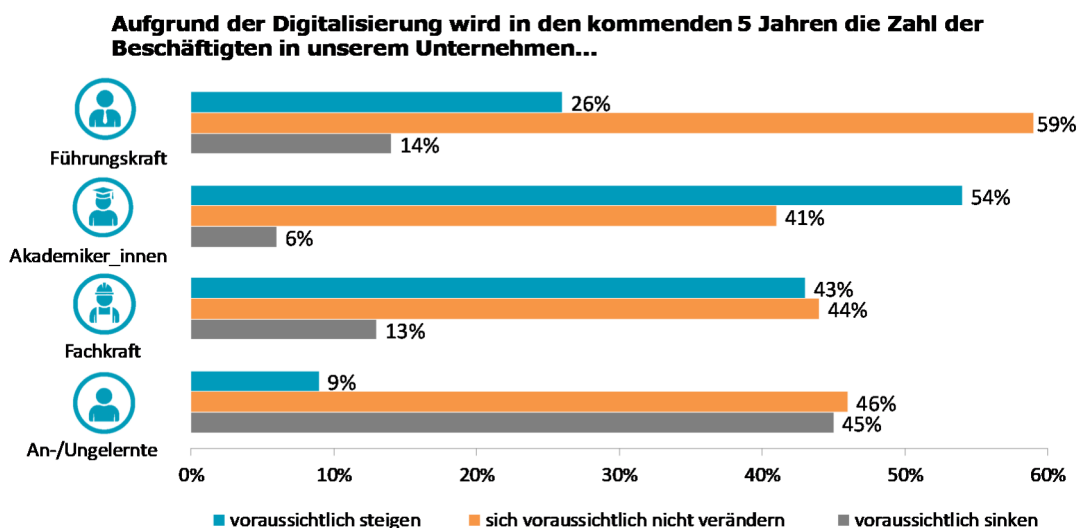


Quelle: Eigene Darstellung

4.2.1 Beschäftigungseffekte der Digitalisierung und Industrie 4.0

Wenn nun die von den Studienteilnehmer_innen prognostizierten Beschäftigungseffekte für die oben dargestellten Beschäftigtengruppen für die nächsten 5 Jahren genauer betrachtet werden, weisen die Ergebnisse kein eindeutiges Meinungsbild auf, sondern es werden vielmehr unterschiedliche Entwicklungsverläufe für die verschiedenen Beschäftigtengruppen prognostiziert.

Abbildung 14: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Beschäftigungseffekte für einzelne Beschäftigtengruppen in den kommenden 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung

So erwarteten 59 % der befragten Teilnehmer_innen, dass sich die Zahl der Führungskräfte in ihrem Unternehmen innerhalb der nächsten 5 Jahre voraussichtlich nicht verändern wird, während nur 14 % von einer sinkenden Anzahl ausgingen. Dies lässt den Schluss zu, dass nach Meinung der befragten Unternehmensvertreter_innen Führungskräfte weiterhin im Unternehmen gebraucht werden.

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Ein erkennbar positiver Trend, also ein Anstieg der Beschäftigtenzahlen, wurde für die Gruppe der Akademiker_innen erwartet. Hier gaben 54 % der Befragten an, dass sie einen Anstieg der Beschäftigtenzahlen erwarten. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass zumindest in den befragten Unternehmen aufgrund der Digitalisierung ein höheres Qualifikationsniveau und entsprechend akademisch ausgebildete Fachspezialist_innen benötigt werden.

Bei der Gruppe der Fachkräfte lässt sich keine eindeutige Tendenz erkennen. So gaben 43 % der Teilnehmer_innen an, dass die Zahl der Fachkräfte in ihrem Unternehmen in den nächsten Jahren steigt, und 44 % gingen von einer konstanten Beschäftigungssituation für diese Gruppe in ihrem Unternehmen aus. Einen Rückgang erwarteten hingegen nur 13 %.

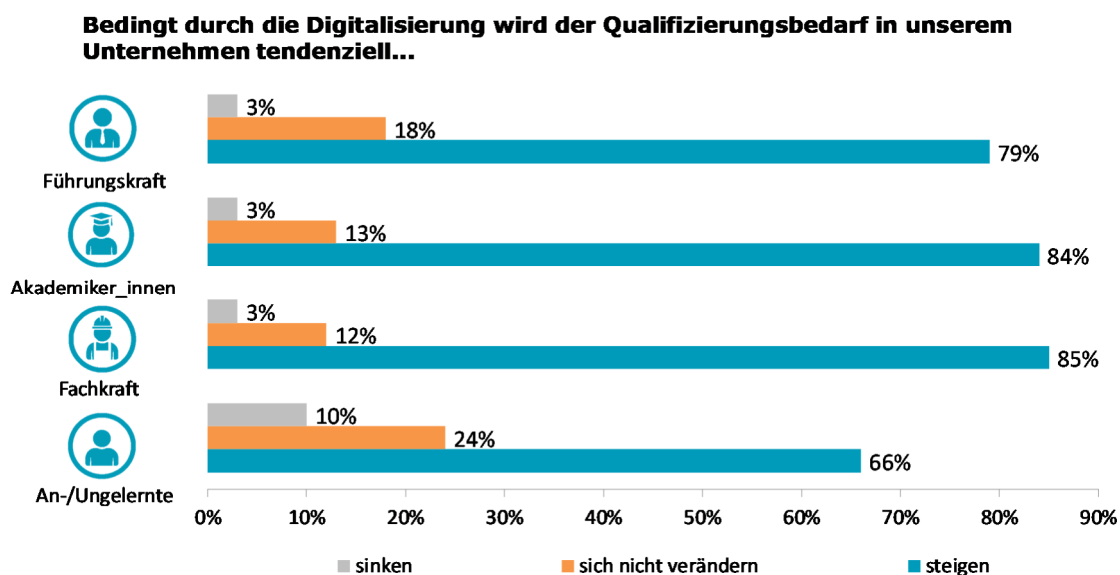
Auch bei der Gruppe der an- und ungelernten Arbeitskräfte ist keine eindeutige Prognose ersichtlich, allerdings im Hinblick darauf, ob die Zahl gleichbleibt oder zurückgehen wird. So gaben 45 % der Befragten an, dass sie einen Rückgang der Beschäftigtenzahlen in ihrem Unternehmen erwarten, und 46 % waren der Meinung, dass die Anzahl der An- und Ungelernten sich auch in den kommenden 5 Jahren in ihrem Unternehmen nicht verändern wird.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass zum Zeitpunkt der Umfrage für die kommenden fünf Jahre zunächst keine massiven Veränderungen in den einzelnen Beschäftigtengruppen in den Unternehmen der befragten Studienteilnehmer_innen erwartet werden. Dennoch scheint es gewisse Trends zu geben. Die Befragten gingen von einer Zunahme der Beschäftigung von Akademiker_innen sowie möglicherweise auch von Fachkräften aus und im Vergleich dazu von einer Abnahme von an- und ungelernten Arbeitskräften in ihren Unternehmen. Für die Beschäftigungsgruppe der Führungskräfte wird in den kommenden fünf Jahren dagegen kaum eine Veränderung, bzw. wenn, dann nur ein leichter Anstieg, in den Beschäftigungszahlen erwartet. Dieses Bild deutet zum jetzigen Zeitpunkt darauf hin, dass der in der Literatur diskutierte Abbau von Hierarchieebenen in den nächsten fünf Jahren eher nicht einsetzen wird (vgl. Schlund et al. 2014; Shareground/Universität St.Gallen 2015; BMAS 2017).

4.2.2 Qualifizierungsbedarf aufgrund der Digitalisierung

Die große Mehrheit der Befragten gab an, dass der Qualifizierungsbedarf im eigenen Unternehmen bedingt durch die Digitalisierung tendenziell in allen Beschäftigtengruppen steigen wird.

Abbildung 15: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierter Qualifizierungsbedarf für einzelne Beschäftigtengruppen



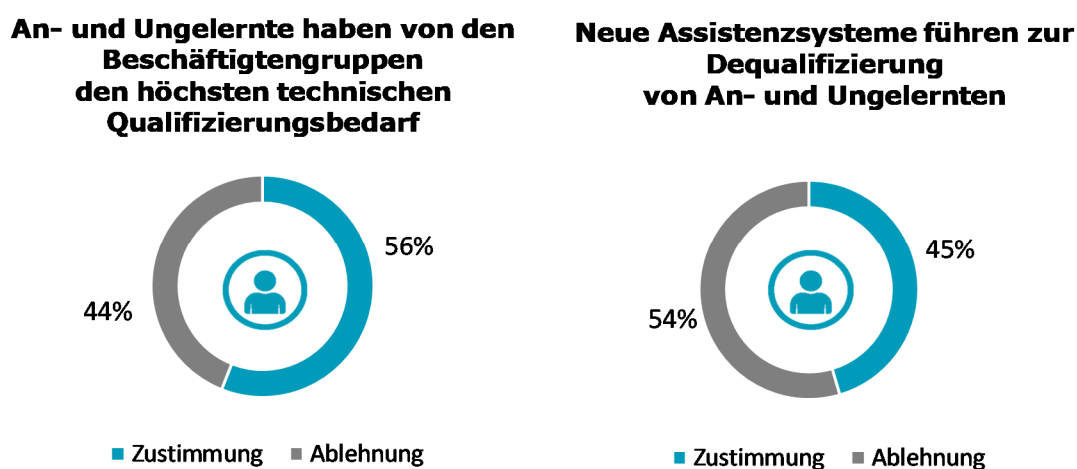
Quelle: Eigene Darstellung

Den größten Qualifizierungsbedarf sahen die Befragten, mit 84 % bis 85 % Zustimmung, insbesondere bei den Gruppen der Akademiker_innen und Fachkräfte.

Die Ergebnisse wiesen mit 66 % Zustimmung auf einen etwas geringeren Qualifikationsbedarf bei der Gruppe der an- und ungelerten Arbeitskräfte hin. 10 % der Befragten erwarteten sogar, dass der Qualifikationsbedarf in dieser Gruppe eher sinken wird.

Im Hinblick auf die An- und Ungelernten wurden in diesem Zusammenhang zwei gesonderte Fragen gestellt. Zum einen wurde danach gefragt, inwieweit die Studienteilnehmer_innen davon ausgehen, dass der explizit technische Qualifikationsbedarf in dieser Gruppe am höchsten ist. Zum anderen wurde erfasst, ob neue Assistenzsysteme zu einer Dequalifizierung bei dieser Beschäftigtengruppe führen.

Abbildung 16: Qualifizierungsbedarf und Konsequenzen von Assistenzsystemen bei An- und Ungelernten



Quelle: Eigene Darstellung

Die Meinungen hierbei waren gespalten: So ging fast die Hälfte der Befragten davon aus, dass die An- und Ungelernten nicht diejenigen sind, die den größten technischen Qualifizierungsbedarf haben. Auch bei der Frage, ob neue Assistenzsysteme zur Dequalifizierung bei dieser Gruppe führt, gingen die Meinungen auseinander: 45,3 % lehnten diese Aussage ab, während 54,7 % ihr zustimmten. Die Ergebnisse geben einen Hinweis darauf, dass nach wie vor offen ist, welche Art von technologiebasierten Systemen in Unternehmen zum Einsatz kommen können. Dabei bestimmt nicht nur, welche Technologie eingesetzt wird (WAS), sondern vor allem auch die Art des Einsatzes (WIE) die Auswirkungen auf die Geringqualifizierten.

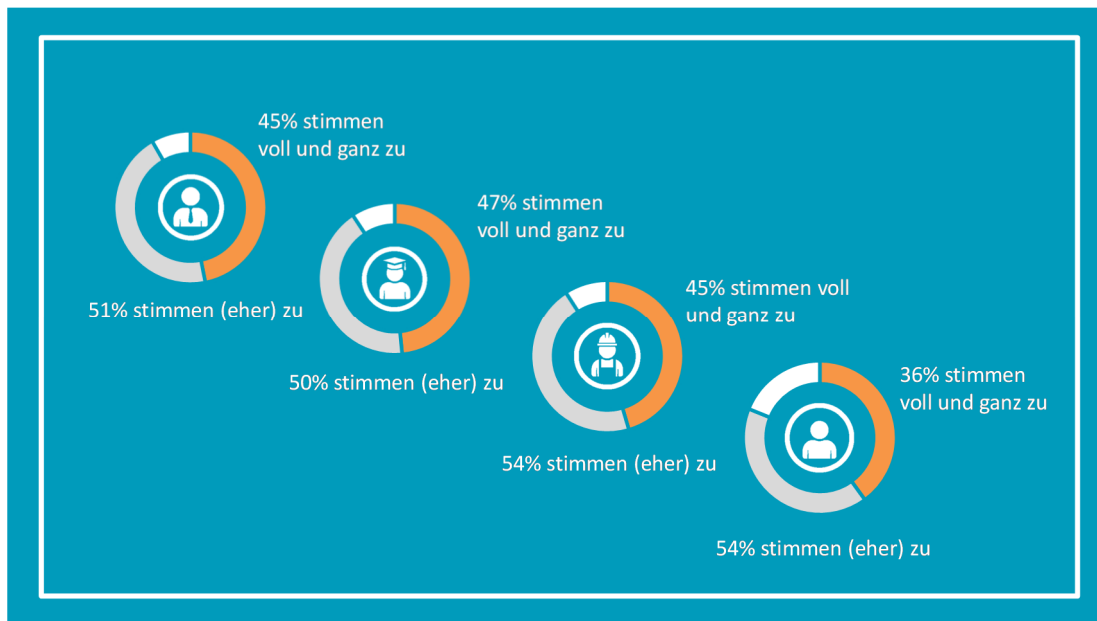
Zusammenfassend lassen die Ergebnisse aber darauf schließen, dass jede der Beschäftigtengruppen aufgrund der Digitalisierung mit einem steigenden Qualifikationsbedarf konfrontiert sein wird.

Daher werden in Zukunft vermutlich alle Beschäftigten, egal ob Führungs- oder angeleitete Kraft, die eigenen Qualifikationen erweitern müssen, um sich der fortschreitenden Digitalisierung innerhalb der Unternehmen anzupassen. Entscheidend wird dabei auch sein, welche Technologien in diesem Zusammenhang eingesetzt werden. Im Sinne einer soziotechnischen Systembetrachtung sollten diese so gestaltet sein, dass sie keine Substituierung der Beschäftigten darstellen, sondern dem bzw. der Anwender_in vielmehr Unterstützung bei neuen Aufgaben leisten.

4.2.3 Bedeutung des Lernens

Vor dem Hintergrund des steigenden Qualifikationsbedarfs in allen Beschäftigtengruppen bestätigten die Befragten im vollen Umfang die These, dass das Lernen künftig für alle Beschäftigtengruppen immer wichtiger sein wird.

Abbildung 17: Das Lernen gewinnt an Bedeutung



Quelle: Eigene Darstellung

Bis zu 99 % der Befragten stimmten der Aussage eher bis voll und ganz zu. Damit bestätigten die Teilnehmer_innen, dass das (Er-)Lernen von neuen digitalen Inhalten, Themen, Fähigkeiten und Fertigkeiten jeden bzw. jede Mitarbeiter_in und jede Hierarchieebene eines Unternehmens betrifft.

Vor diesem Hintergrund zeigt sich, dass die Digitalisierung nicht nur interne und externe Prozesse betrifft, sondern auch für die Mitarbeiter_innen selbst eine wichtige Rolle spielen und Veränderungen bedeuten wird. Somit wird die Digitalisierung nicht nur steigende Qualifikationsniveaus, sondern auch persönliches Lernen für die Arbeit der Zukunft voraussetzen. Die Bedeutung von Lernen sollte sich dann auch in der Technikgestaltung widerspiegeln: Diese sollte im besten Fall so konfiguriert sein, dass individuelle Nutzungsbedürfnisse und das Lernen berücksichtigt und ermöglicht werden können.

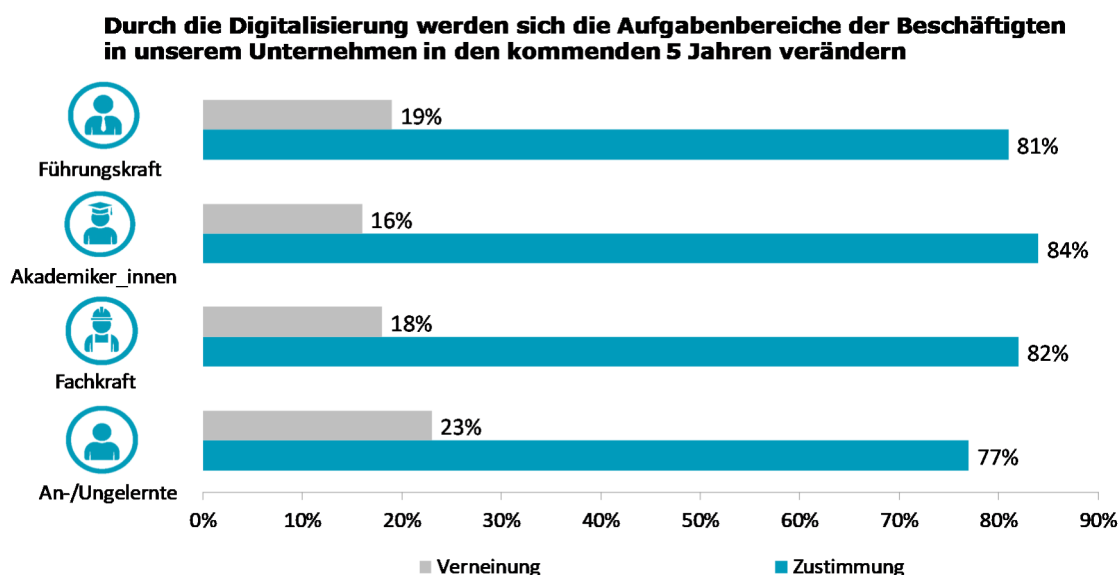
4.3 Aufgaben und Kompetenzen im Zuge der Digitalisierung

Im Zuge der Digitalisierung werden sich die Anforderungsprofile für die Beschäftigten verändern. Dabei stellt sich die Frage, welche inhaltlichen Verschiebungen stattfinden werden und in welchem Ausmaß die unterschiedlichen Beschäftigtengruppen davon betroffen sein werden.

4.3.1 Aufgabenveränderungen durch die Digitalisierung

Die Frage danach, ob sich durch die Digitalisierung die Aufgabenbereiche der Beschäftigtengruppen in den Unternehmen in den kommenden fünf Jahren verändern werden, bestätigten alle Befragten mit hoher Zustimmung.

Abbildung 18: Von den Studienteilnehmer_innen eingeschätzte Aufgabenveränderung bei verschiedenen Beschäftigtengruppen in den kommenden 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung

Während die Befragten mit 81 % bis 84 % bezüglich der Veränderung in den Beschäftigtengruppen der Führungskräfte, Fachkräfte und Akademiker_innen zustimmten, zeigte sich nur eine kleine Abweichung in der Zustimmung bezüglich der Gruppe der an- und ungelerten Arbeitskräfte (77 %).

Zusammenfassend weisen die Ergebnisse hier auf vermutlich starke Veränderungen der Aufgabenbereiche aller Beschäftigtengruppen innerhalb der nächsten fünf Jahre hin.

Im folgenden Abschnitt wird auf die Ergebnisse der Einschätzungen zu Veränderungen im Hinblick auf Aufgaben und Kompetenzanforderungen für die einzelnen Beschäftigtengruppen eingegangen. Hierzu wurden für jede Beschäftigtengruppe jeweils identische Aufgabeninhalte und Kompetenzen abgefragt, um eine Vergleichbarkeit herzustellen.

Der besseren Übersicht halber werden die beiden Items zu Aufgaben und Kompetenzanforderungen im Folgenden gesondert dargestellt.

In Bezug auf die Aufgabenveränderungen wurden die Teilnehmer_innen gebeten, für jede Beschäftigtengruppe einzeln einzuschätzen, inwieweit diese bedingt durch die Digitalisierung mit verschiedenen Aufgaben konfrontiert werden wird. Die Frage wurde für jede einzelne Beschäftigtengruppe wie folgt formuliert:

- (1) Die Digitalisierung trägt dazu bei, dass (An- und Ungelernte/Fachkräfte/Akademiker_innen/Führungskräfte)...
 - mit neuen Technologien arbeiten

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

- Datenanalyse betreiben
- an Innovationen arbeiten
- interdisziplinär zusammenarbeiten
- orts- und zeitunabhängig arbeiten
- kreative Aufgaben übernehmen
- in erster Linie Spezialist_innen statt Generalist_innen sein (nur bzgl. der Beschäftigtengruppe der Fachkräfte abgefragt)
- ihre Macht zunehmend teilen werden (nur bzgl. der Beschäftigtengruppe der Führungskräfte abgefragt)
- in erster Linie Rahmenbedingungen gestalten (nur bzgl. der Beschäftigtengruppe der Führungskräfte abgefragt)

Die beschriebenen Aufgaben waren im Fragebogen fest vorgegeben und wurden von den Teilnehmer_innen einzeln auf einer sechsstufigen Skala von ‚stimme gar nicht zu‘ bis ‚stimme voll und ganz zu‘ bewertet. Auf eine offene Kategorie wurde verzichtet.

In gleicher Weise erfolgte die Einschätzung der Kompetenzen. Auch hier wurde den Teilnehmer_innen für jede Beschäftigtengruppe die Frage danach gestellt, welche Kompetenzen ihrer Meinung nach in den kommenden 5 Jahren für die jeweilige Gruppe wichtiger werden. Die zu bewertenden Kompetenzen waren dabei ebenfalls fest vorgegeben und auch hier wurde auf eine offene Kategorie verzichtet. Die Skala bestand ebenfalls aus 6 Stufen und reichte von ‚völlig unwichtig‘ bis zu ‚sehr wichtig‘. Die Frage wurde im Fragebogen wie folgt formuliert.

(2) Welche Kompetenzen werden in den nächsten 5 Jahren bei Ihnen im Unternehmen für (An- und Ungelernte/Fachkräfte/Akademiker_innen/Führungskräfte) wichtiger?

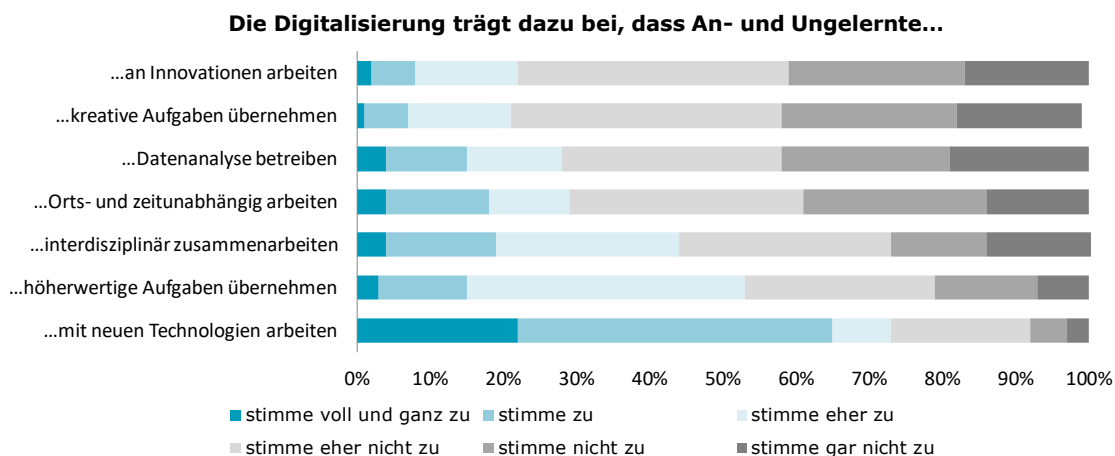
- Offenheit für den Wandel
- Lernfähigkeit
- Flexibilität
- Teamfähigkeit
- Kommunikative Kompetenzen
- IT- und Medienkompetenzen
- Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken
- Selbstorganisation

- Erfahrungswissen
- Problemlösekompetenz
- Interdisziplinäres Denken und Handeln
- Analytische Fähigkeiten
- Entscheidungsfähigkeit
- Innovationskompetenz

4.3.2 Aufgaben und Kompetenzen der An- und Ungelernten

Insgesamt stimmten 73 % der befragten Studienteilnehmer_innen der Aussage, dass bedingt durch die Digitalisierung An- und Ungelernte mit neuen Technologien arbeiten werden, eher bis voll und ganz zu (vgl. Abbildung 20).

Abbildung 19: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der An- und Ungelernten



Quelle: Eigene Darstellung

Bei allen anderen Aufgaben gingen die Einschätzungen in eine andere Richtung. Bei einem Vergleich derjenigen, die voll und ganz zustimmen, mit denen, die gar nicht zustimmen, wurde deutlich, dass bei allen Aufgaben die Werte derjenigen, die nicht zustimmen, höher lagen. Die geringste Zustimmung erhielt bei dieser Betrachtung die Frage danach, inwieweit An- und Ungelernte kreative Aufgaben übernehmen; nur 1 % stimmte dieser Aussage voll und ganz zu, im Gegensatz zu 17 %, die dieser Aussage gar nicht zustimmten.

Und auch die Ergebnisse bei der ergänzenden Frage danach, ob die Digitalisierung dazu beiträgt, dass An- und Ungelernte höherwertige Aufgaben übernehmen werden, verdeutlichten, dass 47 % eher nicht bis gar nicht davon ausgehen, im Vergleich zu 53 %, die dieser Aussage eher bis voll und ganz zustimmen würden.

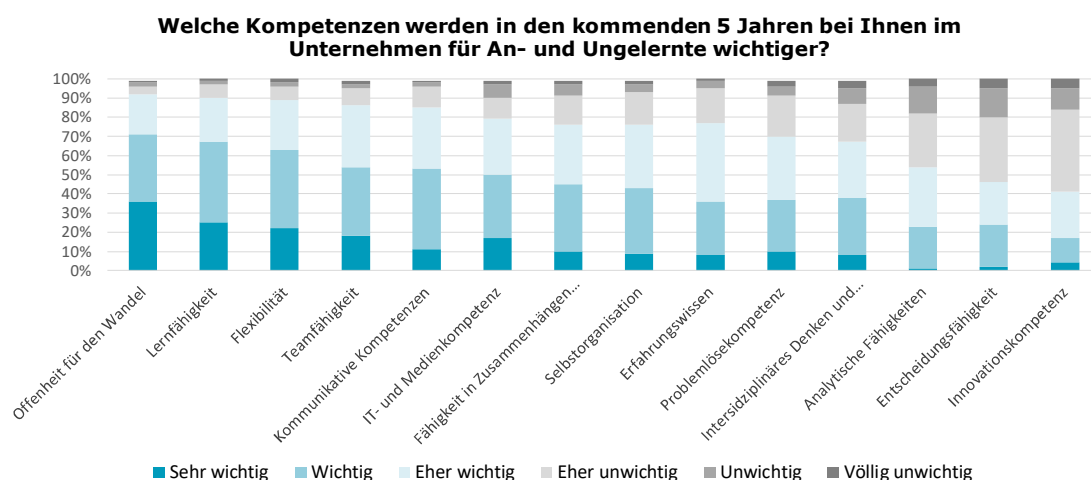
Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Die beschriebenen Aufgaben stellen ein Anforderungsniveau dar, dessen Erfüllbarkeit den an- und ungelerten Arbeitskräften nicht zugesprochen wird. Die Digitalisierung als technischer Fortschritt wird nicht unbedingt dazu beitragen, Geringqualifizierte in die Lage zu versetzen, höherwertige Aufgaben zu übernehmen.

Voraussetzung dafür ist vielmehr die persönliche Weiterbildung und damit die Bereitschaft und Fähigkeit zum Lernen, wie die Ergebnisse bei der Frage nach den zukünftig wichtigen Kompetenzen in dieser Gruppe zeigen (vgl. Abbildung 21).

Abbildung 20: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der An- und Ungelernten in den nächsten 5 Jahren



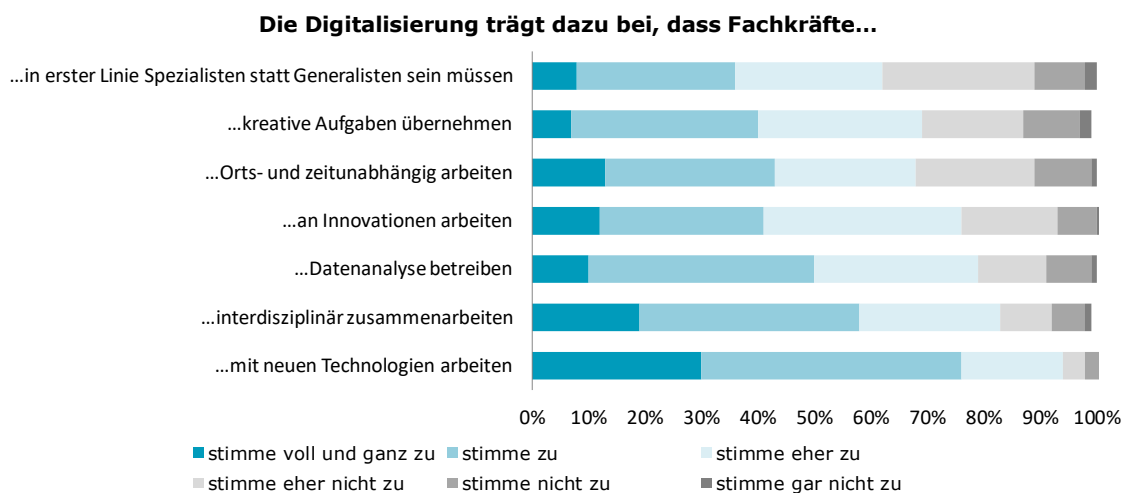
Quelle: Eigene Darstellung

So sahen 92 % der Teilnehmer_innen die Offenheit für den Wandel und 90 % die Lernfähigkeit als eher bzw. sehr wichtige Kompetenz an.

4.3.3 Aufgaben und Kompetenzen der Fachkräfte

Auch bei den Fachkräften trägt die Digitalisierung bereits heute dazu bei, dass diese verstärkt mit neuen Technologien arbeiten. Mit einer Zustimmung von 94 % waren sich die Befragten einig, dass Fachkräfte zukünftig Aufgaben übernehmen werden, die hauptsächlich mit der Nutzung von Technologien der Industrie 4.0 verbunden sind.

Abbildung 21: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Fachkräfte



Quelle: Eigene Darstellung

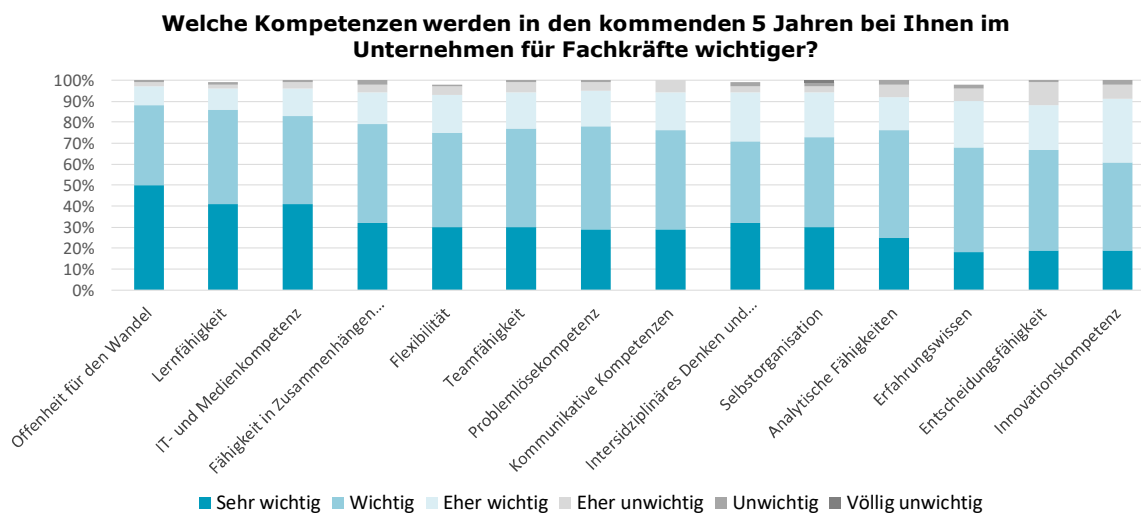
Die Verknüpfung von Maschinen mit Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht neue Prozesse, erhöht aber auch deren Komplexität und reicht über das Fachwissen des Einzelnen hinaus. Insofern verwundert es nicht, dass 83 % der Studienteilnehmer_innen davon überzeugt waren, dass die interdisziplinäre Zusammenarbeit für Fachkräfte zu einem essentiellen Bestandteil ihrer Arbeit werden wird. Darüber hinaus stimmte auch die Mehrheit der Befragten den Aussagen zu, dass Fachkräfte in ihrem Arbeitsbereich innovativ tätig sein werden (76 %) und die Digitalisierung es auch ihnen ermöglicht, orts- und zeitunabhängig zu arbeiten (68 %). 62 % waren darüber hinaus der Meinung, dass Fachkräfte in erster Linie über ein vertieftes Spezialwissen verfügen müssen.

Im Hinblick auf die Kompetenzen wiesen die Antworten der Studienteilnehmer_innen darauf hin, dass wesentlich stärker als bei den An- und Ungelernten von den Fachkräften neben einer offenen Einstellung gegenüber neuen Technologien und Veränderungen die Fähigkeit, das eigene Wissen kontinuierlich weiterzuentwickeln, als wichtigste Kompetenz für die kommenden 5 Jahre erwartet wird (vgl. Abbildung 23).

88 % bzw. 86 % der Teilnehmer_innen sahen die Offenheit für den Wandel bzw. die Fähigkeit zu lernen als wichtige bis sehr wichtige Kompetenzen für diese Beschäftigtengruppe an.

Aber auch bei den anderen Kompetenzen liegen die Werte in einem hohen Zustimmungsbereich und wurden damit allesamt als eher bis sehr wichtig eingestuft. So wurden jeweils von 83 % und 77 % der Befragten IT- und Medienkompetenzen sowie Teamfähigkeit als wichtig bis sehr wichtig in den kommenden 5 Jahren eingeschätzt. Mit jeweils 76 % lagen kommunikative Kompetenzen sowie analytische Fähigkeiten in einem ähnlich hohen Bereich.

Abbildung 22: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Fachkräfte in den nächsten 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung

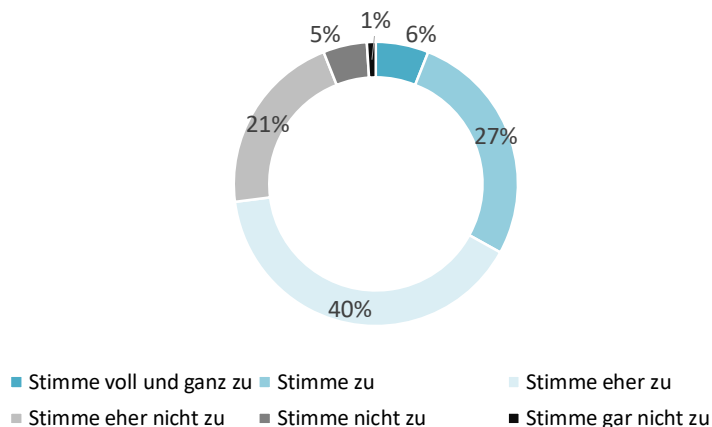
Die Ergebnisse machen deutlich, dass von den Fachkräften zukünftig weitaus mehr erwartet wird als eine sehr gute fachliche Qualifikation.

Bedingt durch die fortschreitende Digitalisierung in Unternehmen werden sie künftig nicht mehr isoliert einzelne Aufgabenschritte ausführen, sondern vielmehr in einem Team aus verschiedenen Spezialist_innen und mithilfe moderner Hard- und Softwarelösungen komplexe Produktionssysteme steuern, analysieren und (weiter)entwickeln. Diese neuen Anforderungen setzen eine weitaus stärkere Ausprägung an überfachlichen Kompetenzen voraus, als dies heutzutage bei Fachkräften der Fall ist.

Dementsprechend waren zwei Drittel (76 %) der Unternehmen voll bzw. eher davon überzeugt, dass Fachkräfte sich im Kontext einer zunehmend digitalisierten Arbeits- und Unternehmenswelt dem Kompetenzniveau von Akademiker_innen annähern werden.

Abbildung 23: Von den Studienteilnehmer_innen prognostiziertes zukünftiges Kompetenzniveau bei Fachkräften

Fachkräfte werden sich dem Kompetenzniveau von Akademiker_innen annähern



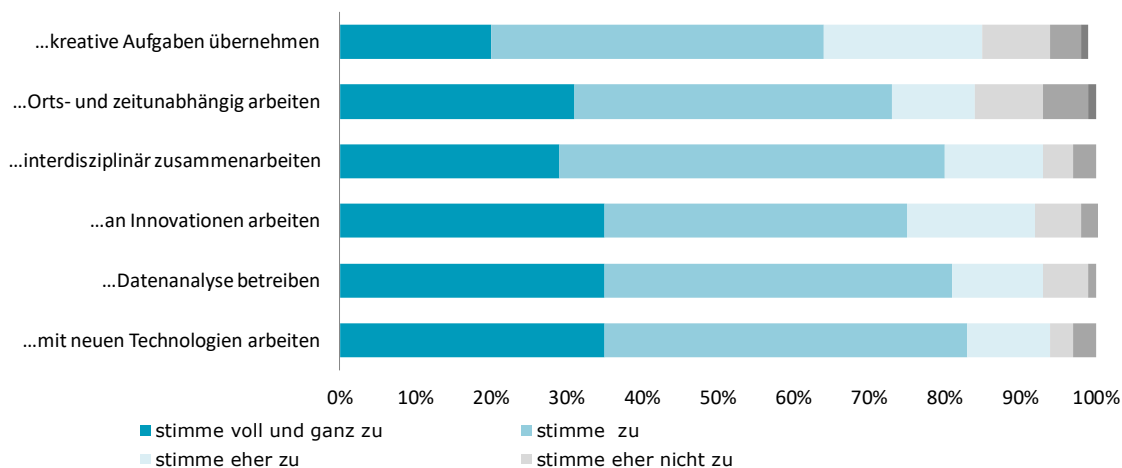
Quelle: Eigene Darstellung

4.3.4 Aufgaben und Kompetenzen der Akademiker_innen

Die Bedeutung von Daten für den Erfolg von Unternehmen im Kontext der voranschreitenden Digitalisierung prägt das Aufgabenfeld der Akademiker_innen, wie die folgenden Ergebnisse zeigen (vgl. Abbildung 25).

Abbildung 24: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Akademiker_innen

Die Digitalisierung trägt dazu bei, dass Akademiker_innen...



Quelle: Eigene Darstellung

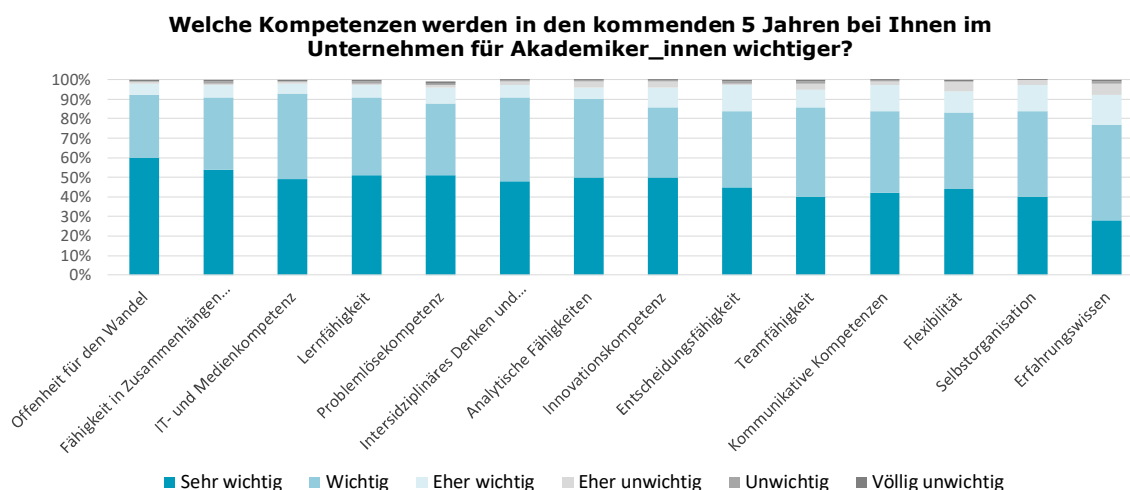
Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Die Befragten gingen davon aus, dass die Arbeit mit neuen Technologien (94 % Zustimmung), die Analyse von Daten (93 % Zustimmung) und das Hervorbringen von Innovation (92 % Zustimmung) künftig die Schwerpunkte von Akademiker_innen in Unternehmen bilden werden. Die Reihenfolge sollte allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch alle anderen Bereiche das zukünftige Anforderungsprofil der Akademiker_innen sehr stark prägen werden.

So stimmten jeweils etwa 80 % eher bis voll und ganz zu, dass die Digitalisierung dazu beiträgt, dass Akademiker_innen interdisziplinär, orts- und zeitunabhängig arbeiten und kreative Aufgaben übernehmen. Im Vergleich zu den anderen Beschäftigtengruppen lagen die Werte damit für alle abgefragten Aufgaben bei den Akademiker_innen am höchsten. Diese Anforderungen spiegeln sich auch in den Ergebnissen zu den zukünftigen Kompetenzanforderungen wieder (vgl. Abbildung 26).

Abbildung 25: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Akademiker_innen in den nächsten 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung

So sahen 93 % der befragten Unternehmensvertreter_innen in den kommenden fünf Jahren IT- und Medienkompetenz als wichtige bis sehr wichtige Kompetenz der Mitarbeiter_innen mit einem akademischen Hintergrund an. Dicht gefolgt von Offenheit für den Wandel mit 92 % Zustimmung wurden außerdem sowohl die Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken, als auch die Lernfähigkeit mit jeweils 91 % als eher wichtige bis sehr wichtige Kompetenzen betrachtet. Knapp 88 % der Studienteilnehmer_innen maßen der Problemlösekompetenz eine entscheidende Wichtigkeit zu.

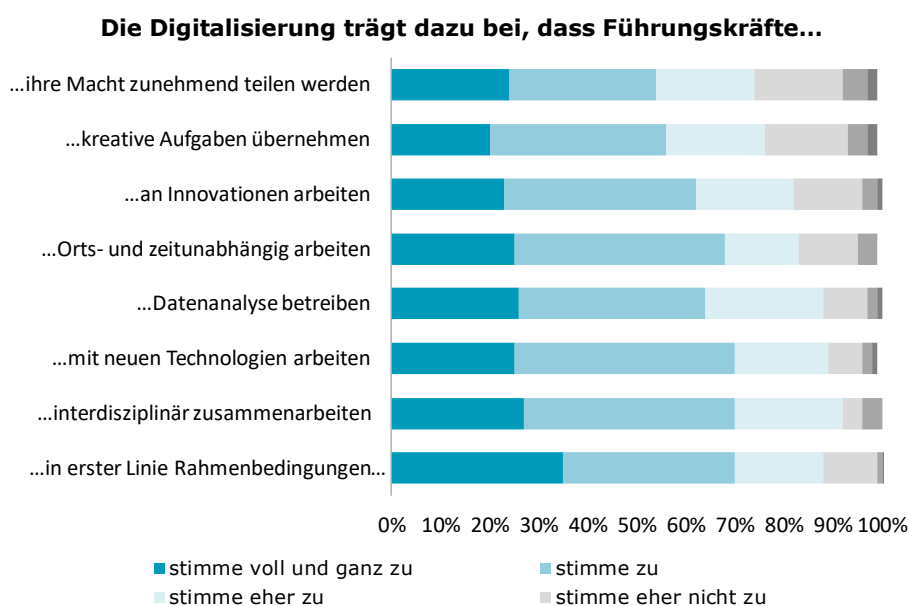
Im Kontext der Digitalisierung steigt die Bedeutung von *Big Data*. Mithilfe der Analyse von Daten sind nicht nur Innovationen im Bereich der internen Effizienzsteigerung verbunden, sondern auch die Möglichkeit, die Kund_innen besser zu verstehen oder gänzlich neue Geschäftsmodelle

aufzubauen. Akademiker_innen als zukünftige Datenexpert_innen müssen in der Lage sein, notwendige Daten zu identifizieren und unter Heranziehung von Analysen relevante Informationen für die Entscheidungsfindung zu gewinnen. Dafür benötigen sie neben der Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken, eine ausgeprägte IT- und Medienkompetenz, aber auch eine hohe Lernbereitschaft, sich dem stetigen Wandel der Kundenanforderungen und den daraus resultierenden Auswirkungen auf das eigene Unternehmen anzupassen.

4.3.5 Aufgaben und Kompetenzen der Führungskräfte

Zusätzlich zu den sechs fest definierten Aufgaben wurden bei den Führungskräften noch zwei weitere Inhalte abgefragt. Zum einen wurde danach gefragt, inwieweit die Teilnehmer_innen zustimmen, dass die Digitalisierung dazu beiträgt, dass Führungskräfte ‚in erster Linie Rahmenbedingungen gestalten‘ und zum anderen, inwieweit sie ‚ihre Macht zunehmend teilen werden‘. Die Formulierung „Macht teilen“ wurde in Einklang mit einigen Aussagen aus der Literatur zum Wandel des Führungsverständnisses verwendet, wobei es um mehr Partizipation und Einbeziehung der Mitarbeitenden bei Führungsentscheidungen geht.

Abbildung 26: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Auswirkungen der Digitalisierung auf die Aufgaben in der Beschäftigtengruppe der Führungskräfte



Quelle: Eigene Darstellung

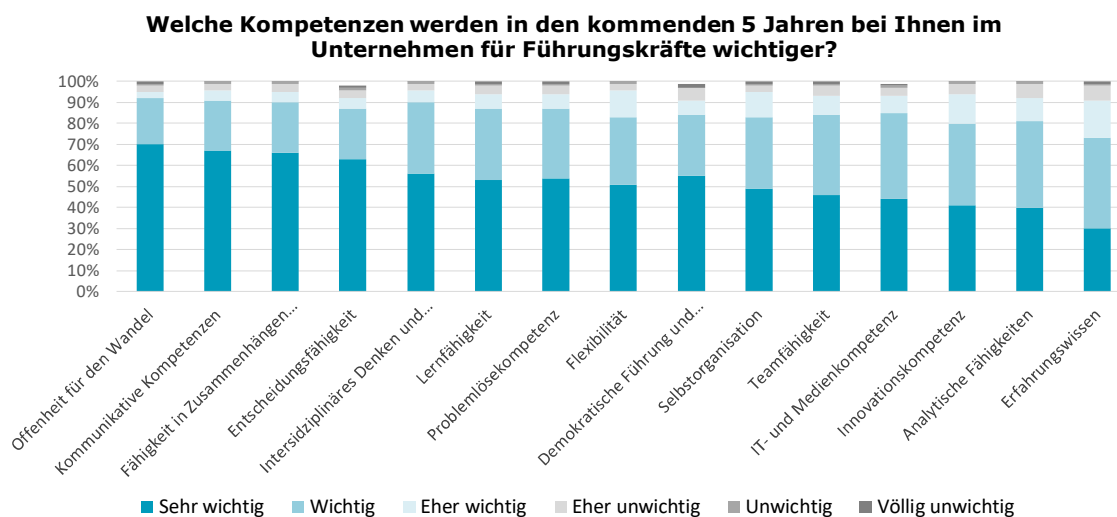
Den höchsten Wert, gemessen an der vollen Zustimmung, erreicht die zusätzliche Frage danach, inwieweit Führungskräfte in erster Linie den Rahmen gestalten. An zweiter Stelle folgt die interdisziplinäre Zusammenarbeit und auf dem dritten Platz die Arbeit mit neuen Technologien. Die Auswertung zeigt aber auch, dass im Kontext der Digitalisierung alle abgefragten Aufgaben für die Führungskräfte als relevant und wichtig erachtet wurden, da die Zustimmung bei allen Aufgaben oberhalb der 70-Prozent-Marke liegt.

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Die wohl wichtigste Kompetenz in den nächsten 5 Jahren war laut Studienteilnehmer_innen für Führungskräfte die Offenheit für den Wandel. Zwei Drittel aller Studienteilnehmer_innen sahen dies als sehr wichtig an. Mit 70 % lag dieser Wert auch gegenüber allen anderen Beschäftigtengruppen am höchsten (vgl. Abbildung 28).

Abbildung 27: Von den Studienteilnehmer_innen prognostizierte Kompetenzanforderungen für die Beschäftigtengruppe der Führungskräfte in den nächsten 5 Jahren



Quelle: Eigene Darstellung

Als weitere sehr wichtige Kompetenzen sahen die Studienteilnehmer_innen kommunikative Kompetenzen (67 %), die Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken (66 %), und die Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen (63 %), sowie interdisziplinäres Denken und Handeln (56 %) an.

Die Digitalisierung stellt für Unternehmen eine umfassende Aufgabe dar. Sie müssen technologische Entwicklungen antizipieren, auf eigene Geschäftsbereiche übertragen, bestehende Geschäftsmodelle und Produkte laufend anpassen oder gänzlich neu denken und aufbauen. Dafür werden Technologien und Organisationsstrukturen benötigt, die sowohl die Effizienz steigern als auch Freiräume für Kreativität und Innovation schaffen.

Dieses Umfeld in Unternehmen zu schaffen, wird zur zentralen Aufgabe von Führungskräften. Sie sind gefordert, die digitale Transformation aktiv zu gestalten und zu begleiten.

Um Organisationen aufzubauen, die kontinuierlich innovativ sind, geht es weniger darum, ein festes Ziel vorzugeben, dem Mitarbeiter_innen folgen. Vielmehr besteht die Herausforderung darin, Expertenteams aufzubauen, die fähig sind, eigene Ideen zu entwickeln und umzusetzen. Vor diesem Hintergrund sind Führungskräfte darauf angewiesen, ihre bisherige Funktion, Anweisungen zu erteilen, neu zu definieren. Gefragt sind Führungskräfte, die als Vorbilder ihre Mitarbeiter_innen für die Digitalisierung und die damit verbundenen Veränderungen begeistern, motivieren und befähigen können.

Dabei zeigten die Ergebnisse sehr eindeutig, dass es neben der Entwicklung von Kompetenzen in Bezug auf Technologie und sich wandelnden Wertschöpfungsstrukturen insbesondere gilt, zwischenmenschliche und persönliche Fähigkeiten auszubauen und zu stärken. Führung in der digitalen Transformation braucht alle drei Dinge: den Umgang mit neuen Technologien und das Verständnis für die komplexen Zusammenhänge, die sich durch die Digitalisierung ergeben, Kompetenzen für Kommunikation und Zusammenarbeit und nicht zuletzt ein Bewusstsein und die Bereitschaft, durch Lernen und persönliche Weiterentwicklung die Fähigkeit zum kontinuierlichen Wandel zu erlangen.

Offenheit für den Wandel und die Fähigkeit, Werte und Prinzipien einer neuen, durch intelligente Technologie ermöglichten Arbeitsweise transparent über verschiedene Kanäle zu kommunizieren, werden zu den Schlüsselkompetenzen für Führungskräfte in der digitalen Transformation gehören.

4.3.6 Führungsverständnis je nach Geschlecht und Alter

Vor dem Hintergrund der zentralen Rolle der Führungskraft für den Erfolg der digitalen Transformation wurden die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Führungskräfte nicht nur allgemein, sondern auch differenziert nach Geschlecht und verschiedenen Altersgruppen betrachtet.

Der Vergleich zwischen weiblichen und männlichen Teilnehmer_innen zeigte, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt, was die Einschätzung der zukünftigen Kompetenzanforderungen an Führungskräfte betrifft. Sowohl für Frauen als auch für Männer zählten Offenheit für den Wandel, kommunikative Kompetenzen sowie die Fähigkeit, in Zusammenhängen zu denken, zu den zentral erforderlichen Kompetenzen in den kommenden fünf Jahren.

Einigkeit bestand auch bei den Aufgaben. Beide Geschlechter stimmten vor allem zu, dass zum einen die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams für Führungskräfte zunehmend bedeutsamer wird und zum anderen, dass die zukünftige Hauptaufgabe der Führungskräfte im Zuge der digitalen Transformation darin bestehen wird, geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, in denen ihre Mitarbeiter_innen selbstorganisiert und eigenständig zusammenarbeiten können. Ebenso stimmten männliche und weibliche Teilnehmer_innen darin überein, dass Führungskräfte verstärkt neue Technologien nutzen und Datenanalyse betreiben werden.

Die Ergebnisse sind in zweifacher Hinsicht zu betrachten: Zum einen zeigte sich, dass Frauen und Männer dasselbe Führungsverständnis teilen und wichtige Aufgaben und Kompetenzen im Kontext des digitalen Wandels gleich bewerten. Gleichzeitig belegen diese Ergebnisse, dass es unter den befragten Studienteilnehmer_innen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gibt, was die Einschätzung der Digitalisierung betrifft. In dem Maße, in dem sich im Zuge der digitalen Transformation Prozesse und Geschäftsmodelle verändern, hat dies Auswirkungen auf die Be-

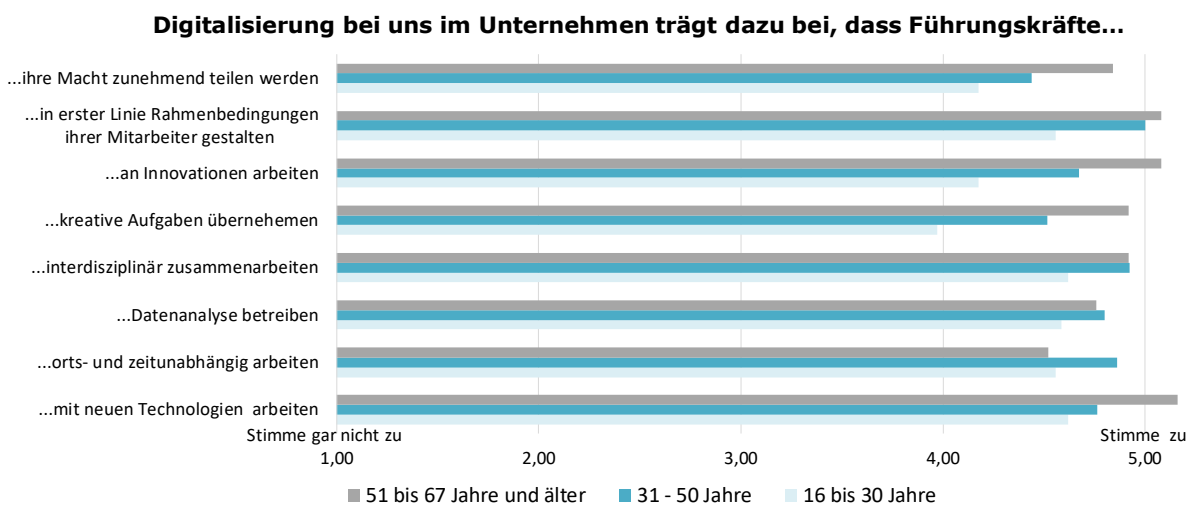
Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

legschaften und Führungskräfte. Frauen sowie Männer erkennen gleichermaßen die Möglichkeiten, aber auch die Herausforderungen, die neue Technologien mit sich bringen, und können diese in entsprechende Kompetenz- und Qualifikationsanforderungen übersetzen.

Vergleicht man die Einschätzungen der Aufgaben durch Befragte verschiedener Altersgruppen, zeigten sich überraschende Unterschiede. So schien die Generation der über 50-Jährigen bei der Mehrzahl der Aufgaben am stärksten davon überzeugt zu sein, dass sich die Aufgaben von Führungskräften im Zuge der Digitalisierung verändern werden. Damit unterschieden sie sich in erster Linie von der Gruppe der 16- bis 30-Jährigen. Bemerkenswert war dieser generationale Unterschied vor allem bei der Frage, inwieweit die Digitalisierung dazu beiträgt, dass bestehende hierarchische Strukturen aufgelöst werden und Führungskräfte mehr Macht an ihre Mitarbeiter_innen abgeben werden. Hier zeigte sich, dass die junge Generation diese Entwicklung sehr viel zurückhaltender einschätzt als die Generation über 50 (vgl. Abbildung 29). Die Ergebnisse überraschen insofern, da es gerade die Jüngeren der Generation Y sind, die sich mehr Eigenverantwortung bei der Arbeit wünschen und entsprechende Möglichkeiten zur Teilhabe und Partizipationsmöglichkeiten erwarten (vgl. Franken 2016, S. 104).

Abbildung 28: Einschätzung der Studienteilnehmer_innen hinsichtlich der Aufgabenveränderung bei Führungskräften durch die Digitalisierung nach Alter



Quelle: Eigene Darstellung

Ein ähnliches Bild ergibt sich im Hinblick darauf, dass Führungskräfte kreative Aufgaben übernehmen und an Innovationen arbeiten werden. Auch hier fiel der Abstand zwischen der älteren und der jüngeren Generation sehr viel größer aus, im Vergleich beider Gruppen mit der mittleren Generation, die zwischen 30 und 50 Jahre alt ist.

4.4 Weiterbildung im Kontext der Digitalisierung

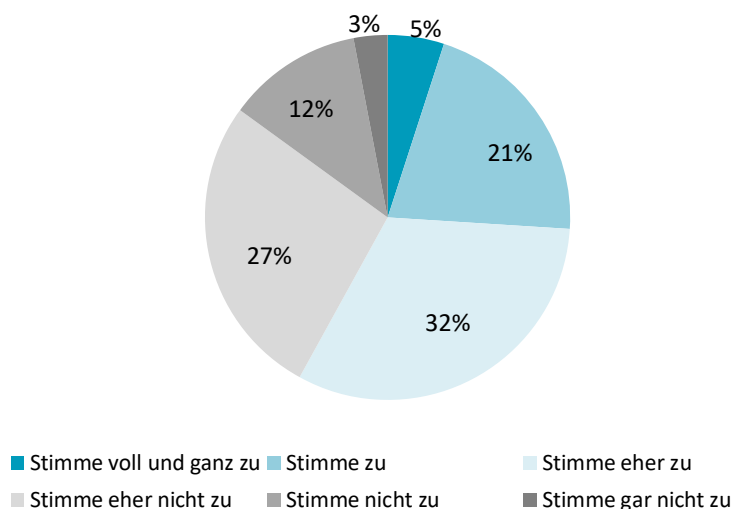
Im Rahmen der Onlinebefragung wurde auch das Thema Weiterbildung im Unternehmen beleuchtet. Konkret wurde zum einen erfasst, inwieweit die Inhalte der Weiterbildung bereits an die Digitalisierung angepasst wurden. Zum anderen wurde die Frage gestellt, in welchem Ausmaß verschiedene Weiterbildungsmöglichkeiten aktuell und in den kommenden 5 Jahren im Unternehmen jeweils stattfinden werden.

4.4.1 Inhalte der Weiterbildung

Die Mehrzahl der befragten Unternehmen hat die Bedeutung der Qualifizierung für eine erfolgreiche Digitalisierung erkannt und entsprechend reagiert. 42 % der Befragten sahen an dieser Stelle jedoch noch weiteren Bedarf, die Weiterbildungsangebote im eigenen Unternehmen an den Erfordernissen der Digitalisierung auszurichten.

Abbildung 29: Einschätzung der Studienteilnehmer_innen hinsichtlich der Weiterbildungsangebote in Bezug auf die Digitalisierung

Unsere Weiterbildungsangebote sind inhaltlich an die Anforderungen der Digitalisierung angepasst

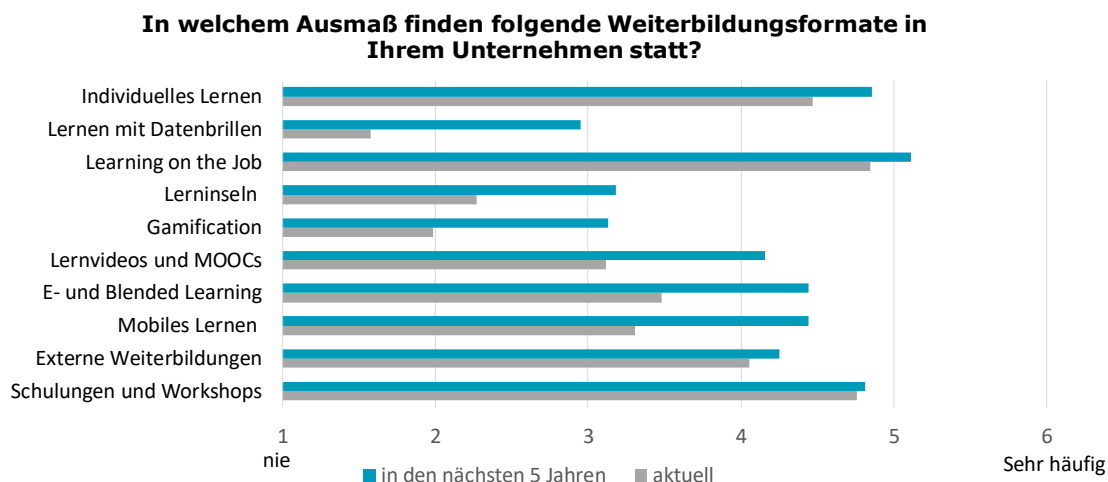


Quelle: Eigene Darstellung

4.4.2 Neue Weiterbildungsformate

Aktuell kommen in den befragten Unternehmen individuelles Lernen und *Learning on the job* sowie Schulungen und *Workshops* am häufigsten zum Einsatz (vgl. Abbildung 31).

Abbildung 30: Weiterbildungsformate aktuell und zukünftig

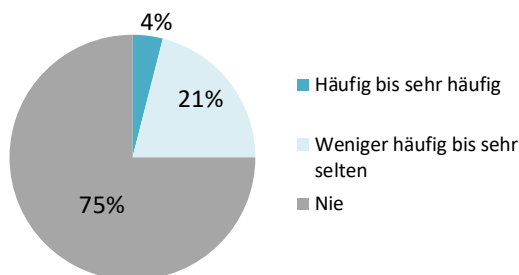


Quelle: Eigene Darstellung

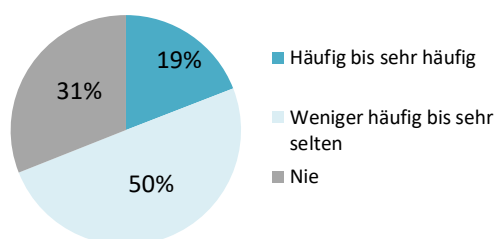
Daran wird sich den Studienteilnehmer_innen zufolge auch in Zukunft nichts ändern. Auch im Hinblick auf die kommenden 5 Jahre zählen diese zu den Top drei der Weiterbildungsformate, die in Unternehmen stattfinden werden. Neue Formate wie das Lernen mit Datenbrillen, *Gamification* und Lerninseln werden hingegen derzeit noch kaum für die Weiterbildung genutzt. Der Vergleich zwischen der aktuellen und der zukünftigen Weiterbildungssituation machte deutlich, welchen Stellenwert dem Thema Qualifizierung in Unternehmen zugeschrieben wird. So werden in den nächsten 5 Jahren nach Meinung der Studienteilnehmer_innen alle Formate zur Weiterbildung in einem stärkeren Ausmaß in Unternehmen genutzt werden, als dies heute schon der Fall ist. Den größten Bedeutungszuwachs bei der Weiterqualifizierung erfahren die Formate, die aktuell so gut wie keine Rolle spielen. So plant fast jedes fünfte Unternehmen, in den nächsten 5 Jahren Datenbrillen häufig bis sehr häufig im Rahmen ihrer Weiterbildungsmaßnahmen einzusetzen. Aktuell tun dies nicht einmal 5 %.

Abbildung 31: Lernen mit Datenbrillen

In welchem Ausmaß finden heute in ihrem Unternehmen Lernen mit Datenbrillen statt?



In welchem Ausmaß wird in den kommenden 5 Jahren ihrem Unternehmen Lernen mit Datenbrillen stattfinden?



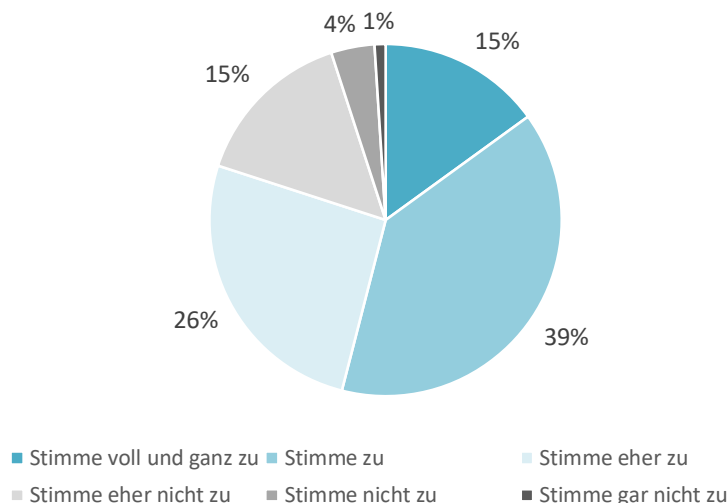
Quelle: Eigene Darstellung

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Diversität wird in Zeiten der Digitalisierung eine besondere Bedeutung zugesprochen. Insbesondere in der Weiterbildung profitieren Jung und Alt voneinander. So stimmten die Befragten mehrheitlich der Aussage zu, dass altersgemischte Teams für die Vermittlung von digitalen Kompetenzen besonders gut geeignet sind.

Abbildung 32: Altersgemischte Teams sind für die Vermittlung von digitalen Kompetenzen besonders gut geeignet



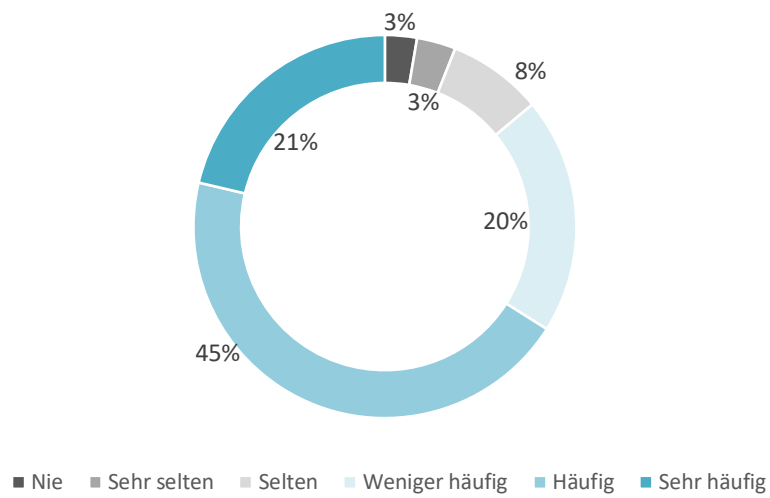
Quelle: Eigene Darstellung

Darüber hinaus gaben die Studienteilnehmer_innen an, dass die Weiterbildungsinhalte derzeit mehrheitlich im eigenen Unternehmen erstellt und entwickelt werden, wie die Abbildung 34 verdeutlicht: So äußerten insgesamt 66 % der befragten Unternehmensvertreter_innen, dass dies häufig bis sehr häufig der Fall sei. Dies lässt die Vermutung zu, dass zumindest für einen Großteil der Studienteilnehmer_innen davon ausgegangen werden kann, dass Weiterbildungen einen gewissen Stellenwert im Unternehmen besitzt und ihre Notwendigkeit einer unternehmensspezifischen Ausrichtung erkannt und umgesetzt wird.

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

Abbildung 33: Die Weiterbildungsinhalte werden im Unternehmen intern erstellt



Quelle: Eigene Darstellung

5 Fazit und Handlungsempfehlungen

5.1 Zusammenfassung: Ergebnisse im Überblick

Die **Digitalisierung** gewinnt in Unternehmen aller Größen und Branchen zunehmend an Bedeutung, wird überwiegend mit dem **Fokus auf internen Maßnahmen** (wie ERP-Systemen, internen Kommunikationsplattformen oder der Nutzung mobiler Endgeräte etc.) betrieben, weitet sich allerdings immer mehr auf die ganze **Wertschöpfungskette** aus (wie Kundenportale oder die Vernetzung mit Zulieferern). Auch die **Geschäftsmodelle** werden in den befragten Unternehmen häufig hinterfragt und im Kontext der Digitalisierung angepasst. Dadurch erwarten sich Unternehmen klare **Vorteile** gegenüber den Wettbewerbern.

Der Wandel der Arbeit findet differenziert in Abhängigkeit von Unternehmensgröße, betrieblichen Funktionsbereichen und Beschäftigtengruppen statt, allerdings sind neben den produzierenden auch die indirekten Bereiche und die Führungspositionen betroffen (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2018, S. 383).

Es ist wichtig, die Digitalisierung nicht als rein technische Angelegenheit, sondern als eine **Gestaltungsaufgabe** zu betrachten und umzusetzen, bei der die Menschen und Organisationen eine entscheidende Rolle spielen. Dass es bei der Digitalisierung nicht nur (und nicht primär) um die Technik geht, belegt die PwC-Studie *Digital Factories 2020*: Rund die Hälfte der Befragten räumt ein, dass ihre Mitarbeiter_innen dem digitalen Wandel nicht offen gegenüberstehen und dass ihrem Unternehmen eine echte digitale Kultur fehlt (vgl. PwC 2017). Die von den Teilnehmer_innen der Studie *Fit für Industrie 4.0* hervorgehobene Bedeutsamkeit der **Unternehmenskultur** für die Gestaltung der Digitalisierung belegt, dass die befragten Expert_innen aus NRW-Unternehmen bei der Gestaltung der digitalen Transformation nicht nur Technik, sondern auch Menschen und Organisation fokussieren.

Abgesehen von den Folgen die Gruppe der ‚An- und Ungelernten‘ wurden in der Studie keine gravierenden Auswirkungen der Digitalisierung auf die **Beschäftigung** identifiziert (zumindest werden diese, den Erhebungen zufolge, für die kommenden fünf Jahre nicht erwartet). Den Meinungen der Studienteilnehmer_innen zufolge können Arbeitsplätze für geringqualifizierte Arbeitskräfte verloren gehen, während für akademisch ausgebildete Fachspezialist_innen neue Stellen entstehen könnten. Allerdings zeigen die Ergebnisse mögliche Entwicklungstendenzen auf und das auch nur für die Stichprobe der untersuchten Unternehmen, die für andere Unternehmen nicht zwangsläufig zutreffen müssen.

Viele Erkenntnisse der Studie *Fit für Industrie 4.0* in NRW-Unternehmen bestätigen die allgemeinen theoretischen Aussagen und die Ergebnisse aktueller Untersuchungen zu den **Kompetenzen** für die digitalisierte Arbeitswelt (vgl. acatech 2016b; Stich et al. 2018). Allerdings liefert die Studie *Fit für Industrie 4.0* ein regionalbezogenes und **differenziertes Bild**, in dem einzelne Beschäf-

tigtengruppen hinsichtlich ihrer spezifischen Aufgaben und Kompetenzanforderungen dargestellt wurden. Für jede Beschäftigtengruppe (un- und angelernte Arbeitskräfte, Fachkräfte, Akademiker_innen und Führungskräfte) prognostizierten die befragten Expert_innen aus NRW-Unternehmen so die neuen Arbeitsaufgaben und spezifischen Kompetenzanforderungen im Kontext der Digitalisierung mit einem Zeithorizont von fünf Jahren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können eine **differenziertere Analyse** in Bezug auf die künftigen Aufgaben und Kompetenzbedarfe in jedem einzelnen Unternehmen erleichtern. So können Unterschiede in einzelnen Beschäftigtengruppen beispielsweise bei der Gestaltung von Weiterbildungsangeboten berücksichtigt werden.

Zusammenfassend kann man als **zentrale Erkenntnisse** der Studie folgendes ableiten:

- Die Digitalisierung gewinnt in Unternehmen aller Größen und Branchen zunehmend an Bedeutung.
- Die meisten der befragten NRW-Unternehmen legen den Fokus auf die interne Digitalisierung (Automatisierung und Vernetzung von Prozessen, Robotik in der Produktion, digitale Kommunikation über Plattformen und mobile Endgeräte, etc.), es gibt allerdings ebenfalls umfassende Maßnahmen mit einem externen Fokus, vor allem die digitale Vernetzung mit Zulieferbetrieben und Kund_innen durch interaktive Plattformen oder Produktkonfiguratoren im Onlinehandel.
- Die überwiegende Mehrheit der befragten Unternehmen setzt sich bereits aktiv mit der Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle auseinander.
- Von den Digitalisierungsmaßnahmen erwarten sich die befragten Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber ihrer Konkurrenz.
- Die Digitalisierung wird (zumindest in den kommenden fünf Jahren) keine massive Arbeitsplatzvernichtung auslösen, so die Einschätzung der Teilnehmenden der Befragung. Die Beschäftigung wird auf dem heutigen Niveau bleiben, ein leichter Rückgang wurde nur bezogen auf die Gruppe der An- und Ungelernten prognostiziert.
- Die Aufgaben aller Beschäftigtengruppen werden sich im Zuge der Digitalisierung verändern, wodurch neue Kompetenzanforderungen auf die Tagesordnung kommen. Besonders starke Veränderungen zeichnen sich für die qualifizierten Arbeitskräfte ab, insbesondere bei den Akademiker_innen. Mehr als bei allen anderen Beschäftigtengruppen gehen die befragten Studienteilnehmer_innen davon aus, dass diese Gruppe zukünftig verstärkt Datenanalyse betreiben und an Innovationen arbeiten wird. Dementsprechend wird auch die IT- und Medienkompetenz für diese Beschäftigtengruppe als von einer höheren Wichtigkeit eingeschätzt, als dies für andere Beschäftigtengruppen der Fall ist.

- Die wichtigsten Voraussetzungen für die Digitalisierung für alle Beschäftigtengruppen sind die Offenheit für Veränderungen und lebenslanges Lernen.
- Die Weiterbildung im Kontext der Digitalisierung wird sich ändern, jedoch bleiben zunächst die klassischen Formate wie individuelles Lernen, *Learning on the Job* oder Schulungen und Workshops relevant. In fünf Jahren sollen jedoch auch das Lernen mit Datenbrillen, Lerninseln im Betrieb oder *Gamification* an Bedeutung gewinnen.
- Nahezu alle Befragten haben der Aussage zugestimmt, dass die Unternehmenskultur von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Digitalisierung ist – nicht die Technik, sondern die Unternehmenskultur sollte diesem Ergebnis nach zu urteilen bei der digitalen Transformation im Mittelpunkt stehen.

5.2 Ausblick und Handlungsempfehlungen

Die Digitalisierung verändert zunehmend die Arbeitswelt und stellt Unternehmen, ihre Führung und ihre Belegschaften vor neue Herausforderungen. Diese können nur dann bewältigt werden, wenn die digitale Transformation im Kontext des soziotechnischen Systems, im Dreieck Technik-Organisation-Mensch betrachtet wird, das ist die zentrale Erkenntnis der Studie. Die Ergebnisse der Untersuchung geben einen Einblick dazu, wie die Gestaltung der drei Bereiche aussehen könnte.

(Digitale) **Technik** als Element wird sowohl im Hinblick auf Prozessverbesserungen genutzt als auch im Hinblick auf die Innovationsentwicklung und (Neu-)Gestaltung von Produkten und ganzen Geschäftsmodellen. Dafür sollten – nach Meinung von Interviewpartner_innen – die Führungskräfte mehr Freiräume schaffen, die Beschäftigten an Entscheidungen partizipieren lassen und ihre Initiative unterstützen. Digitalisierung erfordert interne Veränderungen wie Optimierung und Automatisierung von Prozessen und inkrementelle Innovationen bei den bestehenden Produkten. Aber auch die Entwicklung von radikalen Innovationen könnte von der Beteiligung der ganzen Belegschaft profitieren. Es liegt zwar in der Verantwortung der Unternehmensführung, intelligente, zukunftssträchtige und strategische Entscheidungen zu treffen, dies gelingt jedoch nur, wenn man die Beschäftigten aktiv miteinbezieht und ihre Kreativitätspotenziale erschließt. Es ist entscheidend, dass die Menschen in Unternehmen die Vorteile der digitalen Technologie für ihren Arbeitsalltag erkennen und die digitale Transformation mitgestalten (vgl. Franken 2016, S. 50-51).

Doch nicht nur auf Ebene der Produktionsprozesse, sondern auch bei allen anderen Arbeitsprozessen bietet die Technik neue Möglichkeiten und gleichzeitig Anknüpfungspunkte für die Gestaltung der **Arbeitsorganisation**: Mithilfe von Kommunikations- und Kollaborationsplattformen können neben der klassisch-funktionalen Aufbauorganisation parallele Arbeitsstrukturen geschaffen werden, die neue Formen der funktions- und standortübergreifenden Zusammenarbeit entstehen lassen. Daraus ergeben sich für Führungskräfte und Mitarbeiter_innen Möglichkeiten, neue Aufgaben zu übernehmen und die Zusammenarbeit flexibler und die Arbeit insgesamt

selbstbestimmter und damit zufriedenstellender zu organisieren. Die komplexen Veränderungen im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 erfordern einen Wandel der ganzen Organisation, inklusive Managementfunktionen, Strukturen, Arbeitsgestaltung, Kompetenzanforderungen und Weiterbildung. Die klassischen Managementfunktionen der Strategieentwicklung, Planung und Kontrolle sowie Gestaltung der Organisationsstruktur und Personalführung sind in diesem Zusammenhang neu zu überdenken (vgl. Franken/Franken 2018, S. 100). Das Führungsverständnis wird sich nach Meinung der Befragten radikal ändern, in Richtung von mehr Partizipation und Mitwirkung. Bei der Gestaltung der neuen Organisation ist die Beteiligung von Beschäftigten erforderlich, damit Flexibilisierung und Automatisierung den Menschen zugutekommen und nicht zu einer zusätzlichen Belastung werden.

Um dieses Potenzial der Technologie sowohl für den geschäftlichen Erfolg im Sinne von innovativen Produkten als auch für die Produktivität der Arbeit nutzen zu können, ist der **Mensch** von zentraler Bedeutung. Wie die Studie aufgezeigt hat, wird die Einstellung gegenüber der Digitalisierung im Sinne der Offenheit für das Neue, für Veränderungen und für den Erfolg als ausschlaggebend erachtet. Deswegen sollten sich Unternehmen in erster Linie mit einer Sensibilisierung der Beschäftigten für das Thema Digitalisierung und mit der Gestaltung einer wirksamen Unternehmenskultur beschäftigen. Es ist ebenfalls erforderlich, den Beschäftigten eine Perspektive aufzuzeigen, die neuen Aufgaben zu erläutern und ihnen die Möglichkeit für Weiterbildung zu geben. Die Bedeutung von Maßnahmen der Weiterbildung und dem lebenslangen Lernen für die Verbreitung humanorientierter Arbeitsformen im Kontext des digitalen Wandels kann nicht hoch genug eingeschätzt werden (vgl. acatech 2016b; Hirsch-Kreinsen et al. 2018). Grundlegendes Ziel solcher Maßnahmen sollte sein, dass Mitarbeiter_innen dauerhaft die eigene Beschäftigungsfähigkeit erhalten können. Lebenslanges Lernen ermöglicht kontinuierliche Kompetenzentwicklung und stellt dabei eine wesentliche Voraussetzung für alle Beschäftigten dar, um den absehbaren, digital getriebenen Strukturwandel in der Arbeitswelt und der Gesellschaft erfolgreich bewältigen zu können (vgl. Hirsch-Kreinsen et al. 2018, S. 395).

Unternehmen sind gut beraten, sich mit der Weiterbildung für die Zukunft rechtzeitig zu beschäftigen, da diese Investition in die Menschen und ihre Kompetenzen auf Dauer erfolversprechend ist. Auch die Gestaltung oder Neuausrichtung der Unternehmenskultur scheint den Studienergebnissen zufolge zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren der digitalen Transformation zu gehören.

Die digitale Transformation in NRW-Unternehmen ist in vollem Gange. Diesen Wandel sollte man als Chance verstehen, um interessantere Arbeit und bessere Lebensqualität für die Menschen zu schaffen. Das könnte gelingen, wenn man aus den *Best Practices* der Vorreiterunternehmen lernt, die besagen, dass nicht die Technik alleine, sondern auch neue Organisationskonzepte, eine neue Art der Führung und eine breite Mitwirkung von Beschäftigten zu den Erfolgsfaktoren der Digitalisierung zählen.

Literatur

- acatech (Hrsg.) (2016a): Kompetenzen für Industrie 4.0. Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze, <https://www.acatech.de/Publikation/kompetenzen-fuer-industrie-4-0-qualifizierungsbedarfe-und-loesungsansaetze/> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- acatech (Hrsg.) (2016b): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0. Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, München 2016, https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/acatech-kompetenzentwicklungsstudie-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff: 04. April 2017).
- Adamczyk, Christoph/Bäcker, Matthias/Franzen, Ottmar/Kreutz, Manuel/Suntrop, Carsten/Wachter, Philipp (2016): Führung in Zeiten der Digitalisierung. Mitarbeitern neu begegnen, datenbasierte Geschäftsmodelle entwickeln, Digitale Transformation gestalten. Positionspapier, <http://www.bdu.de/womit-wir-uns-beschaeftigen/digitales-und-it-beratung/fuehrung-in-zeiten-der-digitalisierung> (Zugriff: 04. März 2019).
- Arntz, Melanie/Gregory, Terry/Lehmer, Florian/Matthes, Britta/Zierahn, Ulrich (2016a): Arbeitswelt 4.0 – Stand der Digitalisierung in Deutschland. Dienstleister haben die Nase vorn. IAB-Kurzbericht Nr. 22/12.10.2016, <http://doku.iab.de/kurzber/2016/kb2216.pdf> (Zugriff: 01. März 2017).
- Arntz, Melanie/Gregory, Terry/Jansen, Simon/Zierahn, Ulrich (2016b): Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation, Mannheim, 28.10.2016, <https://www.zew.de/de/publikationen/taetigkeitswandel-und-weiterbildungsbedarf-in-der-digitalen-transformation/> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- BMAS (Bundesministerium für Arbeit und Soziales) (Hrsg.) (2016): Monitor Digitalisierung am Arbeitsplatz. Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a875-monitor-digitalisierung-am-arbeitsplatz.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (Zugriff: 30. März 2017).
- BMAS (Hrsg.) (2017): Weissbuch Arbeiten 4.0. Stand März 2017, Berlin: BMAS.
- BMWI (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (Hrsg.) (2012): Autonomik für Industrie 4.0. Produktion, Produkte, Dienste im multidimensionalen Internet der Zukunft, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/autonomik-fuer-industrie-4-0-2012.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (Zugriff: 04. März 2019).
- BMWI (Hrsg.) (2015): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft. Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Zugriff: 01. März 2017).

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

- BMW (Hrsg.) (2016): Digitale Bildung. Themenheft Mittelstand-Digital, <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/Themenheft/themenheft-digitale-bildung.html> (Zugriff: 03. April 2017).
- BMW (2019): Digitale Agenda, <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/digitale-agenda.html> (Zugriff: 04. März 2019).
- Bonin, Holger/Gregory, Terry/Zierahn, Ulrich (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Mannheim, 14.04.2015, <https://www.zew.de/de/publikationen/uebertragung-der-studie-von-freyosborne-2013-auf-deutschland/?cHash=841ae91f1f32317c971381aa001daab7> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Bowles, Jeremy (2014): The computerisation of European jobs. Who will win and who will lose from the impact of new technology onto old areas of employment? <http://bruegel.org/2014/07/the-computerisation-of-european-jobs/> (Zugriff: 21. März 2017).
- Brendle, Sebastian/Stamm, Simon/Sibold, Jan/Vogel, Uwe (2016): Deutscher Industrie 4.0 Index 2016. Eine Studie der Staufen AG und der Staufen Digital Workx GmbH, https://www.staufen.ag/fileadmin/HQ/02-Company/05-Media/2-Studies/STAUFEIN.-studie-industrie-4.0-2016-de_DE.pdf (Zugriff: 08. März 2017).
- Capgemini Consulting (2015): Superkräfte oder Superteam? Wie Führungskräfte ihre Welt wirklich verändern können. Change Management Studie 2015, https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/change-management-studie-2015_5.pdf (Zugriff: 30. März 2017).
- Crummenerl, Claudia/Kemmer, Kilian (2015): Digital Leadership. Führungskräfteentwicklung im digitalen Zeitalter, https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/14-10-16_digital_leadership_v11_web_17102016.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- Dehnbostel, Peter (2014): Perspektiven für betriebliches und eLearning. Informelles Lernen im Prozess der Arbeit, <http://www.community-of-knowledge.de/beitrag/perspektiven-fuer-betriebliches-und-elearning-informelles-lernen-im-prozess-der-arbeit/> (Zugriff: 06. April 2017).
- Dengler, Katharina/Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland, IAB-Forschungsbericht 11/2015, <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb1115.pdf> (Zugriff: 21. März 2017).
- DIHK (Deutscher Industrie und Handelskammertag e.V.) (Hrsg.) (2014): Wirtschaft 4.0 – Große Chancen, viel zu tun. Das IHK Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8>

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

&ved=2ahUKEwjSouTf897gAhWGCuwKHf_uA9EQFjAAegQICBAC&url=https%3A%2F%2Fwww.dihk.de%2Fressourcen%2Fdownloads%2Fihk-unternehmensbarometer-digitalisierung.pdf&usq=AOvVaw1NDDdahlgB3t-HW1xTcMk3 (Zugriff: 04. April 2017).

DIHK (Hrsg.) (2016): *Wirtschaft Digital. Perspektiven erkannt, erste Schritte getan. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung*, https://www.ihk-rheinland-wirtschaft40.de/wp-content/uploads/2016/07/2016-06-29_IHK-Unternehmensbarometer_mit_Deckblatt.pdf (Zugriff: 09. März 2017).

Dirks, Thorsten (2016): *Neue Arbeit. Wie die Digitalisierung unsere Jobs verändert*, Berlin, 30.06.2016, <https://www.bitkom.org/sites/default/files/file/import/Bitkom-Charts-PK-Neue-Arbeit-30-06-2016.pdf> (Zugriff: 28. Feb. 2019).

Dirks, Thorsten/Rohleder, Bernhard (2016): *Digitalisierung der Wirtschaft*, Berlin, 22.11.2016, <https://www.bitkom.org/sites/default/files/pdf/Presse/Anhaenge-an-Pls/2016/November/hub-2016/Bitkom-Charts-PK-hub-conference-Digitalisierung-der-Wirtschaft-22-11-2016.pdf> (Zugriff: 27.02.2019).

Eichhorst, Werner/ Hinte, Holger/ Rinne, Ulf/ Tobsch, Verena (2016): *Digitalisierung und Arbeitsmarkt: Aktuelle Entwicklungen und sozialpolitische Herausforderungen*. IZA Standpunkte Nr. 85/2016, <http://ftp.iza.org/sp85.pdf> (Zugriff: 27. Feb. 2019).

Eilers, Silke/Möckel, Kathrin/Rump, Jutta/Schabel, Frank (2017): *HR Report 2017. Schwerpunkt Kompetenzen für eine digitale Welt. Eine empirische Studie des Instituts für Beschäftigung und Employability IBE im Auftrag von Hays für Deutschland, Österreich und die Schweiz*, <https://www.hays.de/documents/10192/118775/Hays-Studie-HR-Report-2017.pdf/3df94932-63ca-4706-830b-583c107c098e> (Zugriff: 23. März 2017).

E-teching.org (2015): *MOOCs. Hintergründe und Didaktik*, <https://www.e-teaching.org/lehrszenarien/mooc> (Zugriff: 07. April 2017).

Franken, Swetlana (2016): *Führen in der Arbeitswelt der Zukunft. Instrumente, Techniken und Best-Practice-Beispiele*, Wiesbaden: Springer Gabler.

Franken, Rolf/Franken, Swetlana (2018): *Wandel von Managementfunktionen im Kontext der Digitalisierung*. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): *Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen*, 2. Auflage, Baden-Baden: Nomos, S. 99-120.

Franken, Swetlana/Prädikow, Lotte/Zurmühlen, Miriam (2018): *Digitalisierungsstrategien und neue Kompetenzanforderungen in ausgewählten OWL-Unternehmen. Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes ‚Fit für Industrie 4.0‘*, Whitepaper, Bielefeld: FH Bielefeld.

- Frey, Carl Benedict/Osborne, Michael A. (2013): The future of employment. How susceptible are jobs to computerisation? http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf (Zugriff: 20. März 2017).
- Frey, Andreas/Schwarze, Barbara/Tapke, Heiko (2016): Studie Frauen im Management, https://www.stb-hsos.de/fileadmin/HSOS/Homepages/Kompetenzzentrum_Frauen_im_Management/Dateien/Bisnode_Studie-FiM-Industrie_4_0_2016_A4_final.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- Gebhardt, Birgit/Hofmann, Josephine/Roehl, Heiko (2015): Zukunftsfähige Führung. Die Gestaltung von Führungskompetenzen und -systemen, http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/ZukunftsfahigeFuehrung_final.pdf (Zugriff: 12. April 2017).
- Grote, G. (2015): Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, Baden Baden: Nomos, S. 215-231.
- Haase, Tina/Termath, Wilhelm/Schumann, Marco (2015): Integrierte Lern- und Assistenzsysteme für die Produktion von morgen. In: Meier, Horst (Hrsg.): Lehren und Lernen für die moderne Arbeitswelt, Berlin: GITO mbH Verlag, [https://gito.info/homepage/gito/gitoshop.nsf/download.html/D58AF01B6897175EC1257EEB0036CC41/\\$File/meier_Lehren-und-Lernen-fuer-die-moderne-Arbeitswelt_HAB2015-eBook.pdf](https://gito.info/homepage/gito/gitoshop.nsf/download.html/D58AF01B6897175EC1257EEB0036CC41/$File/meier_Lehren-und-Lernen-fuer-die-moderne-Arbeitswelt_HAB2015-eBook.pdf) (Zugriff: 07. April 2017).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2014): Wandel von Produktionsarbeit – ‚Industrie 4.0‘. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014, Dortmund: Technische Universität Dortmund, http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/ts/de/forschung/veroeff/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-38.pdf (Zugriff: 15. März 2017).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Entwicklungsperspektiven von Produktionsarbeit. In: Botthof, Alfons/Hartmann, Ernst Andreas (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2. Auflage, Baden-Baden: Nomos, S. 13-32.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan/ten Hompel, Michael/Dregger, Johannes/Mättig, Benedikt/Kirks, Thomas (2015): Digitalisierung von Industriearbeit. Forschungsstand und Entwicklungsperspektiven, <http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/de/forschung/gebiete/fp-hirschkreinsen/aktuelles/meldungsmedien/20150817-Zwischenbericht-SoMaLI.pdf> (Zugriff: 22. März 2017).

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

- Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (2018): Fazit: Konturen eines Leitbildes digitaler Industriearbeit. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2. Auflage, Baden-Baden: Nomos, S. 383-396.
- Horváth & Partners (2016): Studie ‚Digitalisierung – Der Realitäts-Check‘, <https://www.horvath-partners.com/de/media-center/studien/detail/digitalisierung-der-realitaets-check/> (Zugriff: 20. Dez. 2018)
- Icks, Annette/Schröder, Christian/Brink, Sigrun/Dienes, Christian/Schneck, Stefan (2017): Digitalisierungsprozesse von KMU im Verarbeitenden Gewerbe, IfM-Materialien Nr. 255, Bonn, März 2017, https://www.ifm-bonn.org/publikationen/publikationendetail/?tx_ifmstudies_publicationdetail%5Bpublication%5D=588&cHash=14658afe36c2846bd06a0db9d402f771 (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Ifidz (Institut für Führungskultur im digitalen Zeitalter) (2016): Führungskompetenzen im digitalen Zeitalter. Eine Analyse von 30 Studien und Umfragen aus den Jahren 2012-2016, https://www.ikf.ch/images/stories/texte/Liebermeister_Digitales-Fhren_Meta-Studie_2016_Kurzfassung.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- IG Metall (2016). Auswirkungen der Industrie 4.0 auf die Beschäftigung. Argumentationshilfe IG Metall, http://www.forschungsnetzwerk.at/downloadpub/docs_Auswirkungen%20der%20Industrie%2040%20auf%20die%20Beschaeftigung%20Argumentationshilfe_b6246b26209207879c04345881a9629ae47ba5bd.pdf (Zugriff: 04. April 2017).
- INQA (Initiative neue Qualität der Arbeit) (Hrsg.) (2016): Monitor Führungskultur im Wandel. Kulturstudie mit 400 Tiefeninterviews, <https://www.inqa.de/SharedDocs/PDFs/DE/Publikationen/fuehrungskultur-im-wandel-monitor.html> (Zugriff: 12. Feb. 2019)
- It's OWL (2018): Homepage it's OWL, <http://www.its-owl.de> (Zugriff: 12. Jan. 2019).
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan/Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015): Arbeiten in der Industrie 4.0. Trendbestimmungen und Arbeitspolitische Handlungsfelder, https://www.boeckler.de/pdf/p_study_hbs_308.pdf (Zugriff: 23. März 2017).
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan/Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Dregger, Johannes/ten Hompel Michael (2016): Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik, Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47/2016, <https://www.tib.eu/de/suchen/id/TIBKAT%3A1005015848/> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (2018): Industrie 4.0 und Wandel von Industriearbeit – revisited. Forschungsstand und Trendbestimmungen. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2. Auflage, Baden-Baden: Nomos, S. 33-60.

- Jäger, Jens M./Görzig, David/Paulus-Rohmer, Dominik/Schatton, Heike/Baku, Sina/Weskamp, Markus/Lucke, Dominik (2015): Industrie 4.0-Chancen und Perspektiven für Unternehmen der Metropolregion Rhein Neckar, https://www.pfalz.ihk24.de/blob/luihk24/innovation_und_umwelt_und_energie/downloads_channel/2962316/f9c0f019d072a7c5581140ae4f166dc0/Studie-Industrie-4-0-Metropolregion-Rhein-Neckar-data.pdf (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Kagermann, Henning/Wahlster, Wolfgang/Helbig, Johannes (2012): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Vorabversion, Berlin, 02.10.2012, http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Kagermann, Henning/Wahlster, Wolfgang/Helbig, Johannes (Hrsg.) (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- Kagermann, Henning/Anderl, Reiner/Gausemeier, Jürgen/Schuh, Günther/Wahlster, Wolfgang (Hrsg.) (2016): Industrie 4.0 im globalen Kontext. Strategien der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern, München: Herbert Utz Verlag.
- Komus, Ayelt/Kuberg, Moritz (2015): Status Quo Agile. Studie zu Verbreitung und Nutzen agiler Methoden, https://www.gpm-ipma.de/fileadmin/user_upload/Know-How/studien/Studie_Agiles-PM_web.pdf (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Kriechel, Ben/Düll, Nicola/Vogler-Ludwig, Kurt (2016): Arbeitsmarkt 2030. Wirtschaft und Arbeitsmarkt im digitalen Zeitalter: Prognose 2016, Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Kriz, Willy Christian (2016): Systemkompetenz für die Führung in Veränderungsprozessen. In: Geramanis, Olaf/Hermann, Kristina (Hrsg.): Führen in ungewissen Zeiten. Impulse, Konzepte und Praxisbeispiele, Wiesbaden: Springer Gabler, S. 49-67.
- Leitherer, Johanna (2017): Mit Games die Mitarbeiter spielend schulen, <https://www.springer-professional.de/aus--und-weiterbildung/softwareentwicklung/mit-games-die-mitarbeiter-spielend-schulen/14216338> (Zugriff: 28. Feb. 2019).
- Lichtblau, Karl/Stich, Volker/Bertenrath, Roman/Blum, Matthias/Bleider, Martin/Millack, Agnes/Schmitt, Katharina/Schmitz, Edgar/Schröter, Moritz (2015): Industrie 4.0-Readiness, <https://industrie40.vdma.org/viewer/-/v2article/render/15525817> (Zugriff: 28. Feb. 2019).
- Mayring, Philipp (2015): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken, Beltz Pädagogik, 12., aktual., überarb. Auflage, Weinheim: Beltz.
- Mlekus, Lisa/Maier, Günter W. (2016): Arbeit 4.0. Lösungen für die Arbeitswelt der Zukunft. Ergebnisse einer Online-Bestandsaufnahme in Ostwestfalen-Lippe, Bielefeld.

- Panetta, Kasey (2016): Three Trends Appear in the Gartner Hype Cycle for Emerging technologies, 2016, <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-trends-appear-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016/> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Pfeiffer, Sabine (2015): Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. ITA-manu:script Nr.: ITA-15-03, http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_03.pdf (Zugriff: 03. April 2017).
- Pfeiffer, Sabine/Lee, Horan/Zirnic, Christopher/Suphan, Anne (2016): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025, <https://www.vdma.org/documents/105628/13417295/VDMA%20Studie%20Industrie%204.0%20-%20Qualifizierung%202025.pdf/bbfe37d6-f738-4558-b2b7-1b01a04d166c> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Plass, Christoph (2018): Wie digitale Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle die Arbeitswelt verändern. In: Maier, Günter W./Engels, Gregor/Steffen, Eckhard (Hrsg.): Handbuch Gestaltung digitaler und vernetzter Arbeitswelten. Springer Reference Psychologie, Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1-27.
- Plattform Industrie 4.0 (2019): Was ist Industrie 4.0? <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Prümper, Jochen/Lorenz, Christian/Hornung, Stefanie/Becker, Matthias (2016): ‚Mobiles Arbeiten‘. Kompetenzen und Assistenzsysteme entwickeln, https://www.dgfp.de/fileadmin/user_upload/DGFP_e.V/Medien/Publicationen/Studien/Ergebnisbericht-Studie-Mobiles-Arbeiten.pdf (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- PwC (PricewaterhouseCoopers) (2016): Industrie 4.0: Building the Digital Enterprise. Ergebnisse Deutschland, <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/assets/pwc-praesentation-industrie-4-0-deutsche-ergebnisse.pdf> (Zugriff: 04. April 2017).
- PwC (2017): Trend zur digitalen Fabrik stärkt den Industriestandort Deutschland, <https://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2017/trend-zur-digitalen-fabrik-staerkt-den-industriestandort-deutschland.html> (Zugriff: 25. Nov. 2018).
- Rensing, Christoph/Després, Lena/Bürger, Sandra (2016): Mitarbeiterqualifizierung und Wissenstransfer im Zusammenhang der Digitalisierung von Arbeits- und Geschäftsprozessen, <https://kommunikation-mittelstand.digital/content/uploads/2017/06/Studie-Qualifizierung-Wissenstransfer-Prozessdigitalisierung.pdf> (Zugriff: 07. April 2017).
- Roth, Armin (2016): Industrie 4.0 – Hype oder Revolution?. In: Roth, Armin (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Berlin/Heidelberg: Springer Verlag, S. 1-15.
- Rüßmann, Michael/Lorenz, Markus/Gerbert, Philipp/Waldner, Manuela/Justus, Jan/Engel, Pascal/Harnisch, Michael (2015): Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

- Manufacturing Industries, <http://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf> (Zugriff: 15. März 2017).
- Saam, Marianne/Viete, Steffen/Schiel, Stefan (2016): Digitalisierung im Mittelstand. Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen, Mannheim, 18.08.2016, <https://www.zew.de/de/publikationen/digitalisierung-im-mittelstand-status-quo-aktuelle-entwicklungen-und-herausforderungen/> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Schlund, Sebastian/Hämmerle, Moritz/Strölin, Tobias (2014): Industrie 4.0 – Eine Revolution der Arbeitsgestaltung. Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern werden, https://www.ingenics.com/assets/downloads/de/Industrie40_Studie_Ingenics_IAO_VM.pdf (Zugriff: 30. März 2017).
- Schlund, Sebastian/Pokorni, Bastian (2016): Industrie 4.0 – Wo steht die Revolution der Arbeitsgestaltung? Ergebnisse einer Befragung von Produktionsverantwortlichen deutscher Unternehmen, https://www.ingenics.com/assets/downloads/de/Industrie40_Studie2016_Ingenics_IAO_de_VM.pdf?m=1474972068 (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Schüür-Langkau, A. (2015). Betriebsräte unterstützen den Unternehmenserfolg, <https://www.springerprofessional.de/management---fuehrung/unternehmensorganisation/betriebsraete-unterstuetzen-den-unternehmenserfolg/6600930> (Zugriff: 04. März 2019).
- Schwarz Müller, Tanja/Brosi, Prisca/Welpe, Isabelle M. (2017): Führung 4.0 – Wie die Digitalisierung Führung verändert. In: Hildebrandt, Alexandra/Landhäußer, Werner (Hrsg.): CSR und Digitalisierung. Management-Reihe Corporate Social Responsibility, Berlin/Heidelberg: Springer Gabler, S. 617-628.
- Sendler, Ulrich (2013): Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM (Systems Lifecycle Management). In: Sendler, Ulrich (Hrsg.): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM, Berlin: Springer-Vieweg, S. 1-21.
- Shareground/Universität St. Gallen (2015): Arbeit 4.0. Megatrends digitaler Arbeit der Zukunft – 25 Thesen. Ergebnisse eines Projekts von Shareground und der Universität St. Gallen, http://www.ard.de/download/3607912/Alle_25_Thesen_der_Telekom_Sudie_zum_Nachlesen__PDF_.pdf (Zugriff: 10. Feb. 2019).
- Shook, Elynn/Knickrehm, Mark (2017): Harnessing Revolution – Creating the future workforce. Accenture Strategy, https://www.accenture.com/t20170117T110152__w__/us-en/_acnmedia/PDF-40/Accenture-Strategy-Harnessing-Revolution-POV.pdf (Zugriff: 28. Feb. 2019).

- Sieglen, Georg/Buch, Tanja/Dengler, Katharina (2017): Digitalisierung der Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen. Folgen für den Arbeitsmarkt in Nordrhein-Westfalen. IAB-Regional Nordrhein-Westfalen 1/2017, http://doku.iab.de/regional/NRW/2017/regional_nrw_0117.pdf (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Spath, Dieter (Hrsg.)/Ganschar, Oliver/Gerlach, Stefan/Hämmerle, Moritz/Krause, Tobias/Schlund, Sebastian (2013): Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0, <https://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf> (Zugriff: 20. März 2017).
- Spöttl, Georg/Gorltd, Christian/Windelband, Lars/Grantz, Torsten/Richter, Tim (2016): Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie, https://www.baymevbm.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Bildung/2016/Downloads/baymevbm_Studie_Industrie-4-0.pdf (Zugriff: 30. März 2017).
- Staffen, Sarah/Schoenwald, Luisa (2016): Führung im Kontext der industriellen Revolution. Die Schlüsselrolle des Chef 4.0, https://www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/capgemini_pov_chef_4.0_de.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- Staufen AG (2014): Deutscher Industrie 4.0 Index 2014. Auf dem Weg zur Fabrik der Zukunft. Next step Roboterfabrik? <http://docplayer.org/7783919-Deutscher-industrie-4-0-index.html> (Zugriff: 10. April 2017).
- Staufen AG (2015): Deutscher Industrie 4.0 Index 2015, https://www.staufen.ag/fileadmin/HQ/02-Company/05-Media/2-Studies/STAUFGEN.-studie-deutscher-industrie-4.0-index-2015-de_DE.pdf (Zugriff: 10. April 2017).
- Staufen AG (2018): Deutscher Industrie 4.0 Index 2018. Eine Studie der Staufen AG und der Staufen Digital Workx GmbH, <https://www.staufen.ag/fileadmin/HQ/02-Company/05-Media/2-Studies/STAUFGEN.-Studie-Industrie-4.0-Index-2018-Web-DE-de.pdf> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Stich, Volker/Gudergan, Gerhard/Senderek, Roman (2018): Arbeiten und Lernen in der digitalisierten Welt. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut/Ittermann, Peter/Niehaus, Jonathan (Hrsg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen, 2. Auflage, Baden-Baden: Nomos, S. 143-172.
- Trist, Eric L./Bamforth, Ken W. (1951): Some social and psychological consequences of the long wall method of coalgetting: An Examination of the Psychological Situation and Defences of a Work Group in Relation to the Social Structure and Technological Content of the Work System. Human Relations, <http://www.uv.es/~gonzalev/PSI%20ORG%2006-07/ARTICULOS%20RRHH%20SOCIOTEC/Trist%20Long%20Wall%20Method%20HR%201951.pdf> (Zugriff: 02. März 2017).

Fit für Industrie 4.0?

Ergebnisse einer empirischen Untersuchung im Rahmen des Forschungsprojektes *Fit für Industrie 4.0*

- Van Dick, Rolf/Gross, Michael/Helfritz, Kai H./Holz, Fabian/Stickling, Erwin (2016): Digital Leadership. Die Zukunft der Führung in Unternehmen, https://www.dgfp.de/fileadmin/user_upload/DGFP_e.V/Medien/Publikationen/2012-2016/Digital_Leadership_Studie.pdf (Zugriff: 04. März 2019).
- Walker, Guy H./Stanton, Neville A./Salmon, Paul Matthew/Jenkins, Daniel P. (2008): A review of sociotechnical systems theory: a classic concept for new command and control paradigms. In: *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 9, Nr. 6, S. 479-499.
- Wolter, Marc Ingo/Mönnig, Anke/Hummel, Markus/Schneemann, Christian/Weber, Enzo/Zika, Gerd/Helmrich, Robert/Maier, Tobias/Neuber-Pohl, Caroline (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen, IAB-Forschungsbericht 8/2015, <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf> (Zugriff: 27. Feb. 2019).
- Zingrebe, F./Stephan, Michael/ Lorenz, Steffi (2016): Geschäftsmodellinnovationen in der deutschen Automobilindustrie im Zukunftsfeld der Elektromobilität. In: Proff, Heike/Fojcik, Thomas Martin (Hrsg.) (2016): *Nationale und internationale Trends in der Mobilität. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte*, Wiesbaden: Springer Gabler.

Über die Autor_innen



Prof. Dr. Swetlana Franken

hat Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften studiert und über Innovationsmanagement promoviert. Seit 2008 ist sie als Professorin für BWL, insb. Personalmanagement, an der FH Bielefeld tätig. Zu ihren Kernkompetenzen zählen Unternehmens- und Personalführung, Personalentwicklung und organisationales Lernen. Sie leitet mehrere Forschungsprojekte zu den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt und Management, darunter *Fit für Industrie 4.0* und *Women Ressource 4.0*. Seit 2016 ist sie Leiterin der Denkfabrik Digitalisierte Arbeitswelt der FH Bielefeld.



Lotte Prädikow

arbeitet seit 2016 als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Denkfabrik Digitalisierte Arbeitswelt. Sie hat Wirtschaftspsychologie im Bachelor studiert und beschäftigt sich seit dem Jahr 2014 vertieft mit den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt. Neben dem Projekt *Fit für Industrie 4.0* unterstützt sie im Rahmen des Projekts *Zukunftsgarage* Unternehmen der Region bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle durch die Vermittlung agiler Arbeitsmethoden. Seit 2018 befindet sie sich im Masterstudium Personalmanagement und Organisation der FH Bielefeld.



Miriam Vandieken

studierte Wirtschaftspsychologie mit dem Schwerpunkt Personalmanagement und Organisation im Bachelorstudium sowie Betriebswirtschaft mit Masterabschluss (2012-2017). In dieser Zeit wuchs stetig ihr Interesse für die Digitalisierung und die Auswirkungen auf die Arbeitswelt. Seit 2016 widmete sie sich als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Denkfabrik Digitalisierte Arbeitswelt der Forschung, um insbesondere die Auswirkungen der Digitalisierung auf den Menschen und die Organisation zu fokussieren. Neben den Forschungsprojekten *Fit für Industrie 4.0* und der *Zukunftsgarage* bildeten im Projekt *Women Ressource 4.0* die Erschließung und Förderung der Potenziale von Frauen für die Digitalisierung einen Schwerpunkt ihrer Tätigkeit.

Das Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW)

Das Forschungsinstitut für gesellschaftliche Weiterentwicklung (FGW) wurde mit Unterstützung des für Wissenschaft zuständigen Landesministeriums im September 2014 als eigenständiger, gemeinnütziger Verein mit Sitz in Düsseldorf gegründet. Aufgabe und Ziel des FGW ist es, in Zeiten unübersichtlicher sozialer und ökonomischer Veränderungen neue interdisziplinäre Impulse zur gesellschaftlichen Weiterentwicklung zu geben und politische Gestaltungsoptionen für die Gewährleistung sozialer Teilhabe in einer sozial integrierten Gesellschaft zu entwickeln. Durch die Organisation innovativer Dialogformate und die Förderung zukunftsorientierter Forschungsprojekte will das Forschungsinstitut die Vernetzung von Wissenschaft, Politik und zivilgesellschaftlichen Akteur_innen vorantreiben und den zielgruppengerechten Transfer neuer Forschungsergebnisse gewährleisten.

Weitere Informationen zum FGW finden Sie unter: www.fgw-nrw.de

Der Themenbereich „Digitalisierung von Arbeit - Industrie 4.0“

Zentrale Aufgabe des Arbeitsbereichs des FGW ist es, die sozialen und wirtschaftlichen Folgen und wirtschafts- und sozialpolitischen Implikationen der Digitalisierung von Arbeits- und Produktionsprozessen zu erforschen. Ziel ist eine Forschung, die von Anfang an in engem Dialog mit den Gestaltungsakteur_innen aus der betrieblichen Praxis sowie aus Politik und Zivilgesellschaft, Chancen und Risiken identifiziert. Initiiert werden soll Forschung, die empirisch fundiertes, praxisrelevantes Überblickswissen generiert und damit Gestaltungsanforderungen im Hinblick auf Arbeit aufzeigt und gesellschaftlich und betrieblich „bearbeitbar“ macht. Gestaltungsoptionen für gute Arbeit sollen in thematisch strukturierten Forschungssynthesen und empirischen Forschungsprojekten ausgelotet und mit einem ressort- und fachübergreifenden, aber auch betriebs- und branchenübergreifenden Dialog zu Industrie 4.0 verzahnt werden.

Weitere Informationen zum Profil und zu den aktuellen Aktivitäten des Themenbereichs finden Sie unter: www.fgw-nrw.de/industrie
