

FORSCHUNGSBEIRAT



Expertise des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0

Blinde Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 – identifizieren und verstehen

Empfohlene Zitierweise:

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Blinde Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 – identifizieren und verstehen*, 2022, DOI: 10.48669/fb40_2022-1

Impressum

Herausgeber

Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 /
acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften

Projektbüro

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften
Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München

Autorinnen und Autoren

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Malte Volkwein (Projektleitung)
Jan Schmitt
Joachim Heidelberg
Oliver Schöllhammer
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Dimitri Evcenko
Holger Kett

Koordination

Lisa Hubrecht, acatech
Jan Biehler, acatech

Redaktion und Lektorat

Karola Klatt, Berlin

Gestaltung und Produktion

GROOTHUIS. Gesellschaft der Ideen und Passionen mbH
für Kommunikation und Medien, Marketing und Gestaltung;
groothuis.de

Bildnachweis

Getty Images/iStockphoto

Stand

März 2022



Plattform Industrie 4.0



acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **acatech**

DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN

 **Fraunhofer**
IPA

 **Fraunhofer**
IAO

Der **Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0** berät als strategisches und unabhängiges Gremium die Plattform Industrie 4.0, ihre Arbeitsgruppen und die beteiligten Bundesministerien, insbesondere das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Als **Sensor** von Entwicklungsströmungen beobachtet und bewertet der Forschungsbeirat die Leistungsprofilentwicklung von Industrie 4.0 und versteht sich als **Impulsgeber** für künftige Forschungsthemen und Begleiter beziehungsweise Berater zur Umsetzung von Industrie 4.0. Dabei konzentriert sich der Forschungsbeirat inhaltlich auf folgende **Themenfelder im Kontext von Industrie 4.0**:

- Wertschöpfungsnetzwerke
- Technologische Wegbereiter
- Neue Methoden und Werkzeuge
- Arbeit und Gesellschaft

Hier setzen die **Expertisen des Forschungsbeirats** an. Vor dem Hintergrund der Themenfelder werden klar umrissene Problemstellungen aufgezeigt, Forschungs- und Entwicklungsbedarfe definiert und Handlungsoptionen für eine erfolgreiche Gestaltung von Industrie 4.0 abgeleitet.

Die Expertisen liegen in der inhaltlichen Verantwortung der jeweiligen Autorinnen und Autoren. Alle bisher erschienenen Publikationen des Forschungsbeirats stehen unter www.acatech.de/projekt/forschungsbeirat-industrie-4-0/ zur Verfügung.

Inhalt

Management Summary	3
1. Einleitung	5
1.1. Digitalisierung – Begriffsabgrenzung und Definition	5
1.2. Industrie 4.0 – Digitale Transformation des produzierenden Gewerbes.....	6
1.3. Begriffsdefinitionen.....	6
1.4. Methodisches Vorgehen	7
1.5. Symptomatik der blinden Flecken.....	9
1.6. Digitalisierungshemmnisse	10
2. Hemmnisse aus Verbands- und Unternehmensperspektive	12
2.1. Fehlender Startimpuls für Digitalisierung.....	13
2.2. Mangelnde Strategiefähigkeiten.....	16
2.3. Bewusste Entscheidung gegen Digitalisierung.....	18
2.4. Interne Umsetzungsprobleme	20
2.5. Unzureichende externe Rahmenbedingungen	24
3. Handlungsoptionen	28
3.1. Digitalisierungskultur.....	28
3.2. Qualifizierung	28
3.3. Verantwortlichkeit im Unternehmen.....	30
3.4. Nutzenbewertung.....	30
3.5. Förderlandschaft.....	30
3.6. Innovationsumfeld	31
4. Fazit und Ausblick	32
Literatur	33
Anhang	37
Mitglieder des Forschungsbeirats	38

Management Summary

Während Vorreiterunternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 im Fokus der Aufmerksamkeit stehen, wird nur selten über diejenigen Unternehmen berichtet, die Digitalisierungsmaßnahmen nicht mit der erwarteten Geschwindigkeit umsetzen. Wenig ist über die Gründe dieser langsameren Umsetzungsgeschwindigkeit bekannt. Dadurch ist ein blinder Fleck entstanden. Zwei Ursachen können zu einem geringeren Fortschritt bei der Umsetzung von Industrie 4.0 führen. Zum einen können sich Unternehmen (in Teilen) bewusst gegen Digitalisierungsaktivitäten entscheiden. Zum anderen können Unternehmen sowohl durch interne, unternehmensspezifische als auch externe Faktoren in der Branchen- und Makroumwelt gehemmt werden.

Für ein besseres Verständnis von Reichweite und Dynamik der digitalen Transformation müssen die Hemmnisse und Gründe, die Maßnahmen und Aktivitäten zur Umsetzung von Industrie 4.0 einschränken, tiefergehend analysiert werden. Ziel dieser Expertise ist es, ein besseres Verständnis für die Ursachen der blinden Flecken bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu schaffen. In der Expertise werden die folgenden Forschungsfragen beantwortet:

1. Welche Unternehmen und Branchenbereiche werden bislang von Maßnahmen und Aktivitäten zur Umsetzung von Industrie 4.0 nicht erreicht beziehungsweise sind in die Umsetzung der digitalen Transformation kaum involviert?
2. Welche Gründe, zum Beispiel strukturelle, unternehmens- beziehungsweise produkt- und marktspezifische, lassen sich dafür nachzeichnen und welche Transferhemmnisse bei der Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben können identifiziert werden?
3. Ist eine Zurückhaltung von Unternehmen grundsätzlich nur als Digitalisierungsdefizit zu deuten oder kann diese auch als eine situativ begründete und unternehmensspezifische Strategie verstanden werden?
4. Durch welche Maßnahmen lässt sich die Digitalisierung insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) beschleunigen und welche politischen Handlungsoptionen lassen sich hierfür begründen?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen erfolgt zunächst eine Literaturanalyse zu bestehenden Digitalisierungshemmnissen. Darauf aufbauend werden semistrukturierte Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern von Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbänden sowie anschließend mit Ansprechpersonen produzierender Unternehmen geführt. Identifizierte Hemmnisse und nachvollziehbare Gründe gegen Digitalisierung werden in Abhängigkeit verschiedener Unternehmenscharakteristika dargestellt. Schließlich werden Handlungsoptionen für Politik, Verbände und Unternehmen formuliert sowie Hinweise zu weiteren Forschungsansätzen gegeben. Methodische Basis der Expertise ist die Grounded Theory.

Die Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen sowohl mit strategischen als auch operativen Hemmnissen bei der Umsetzung zu kämpfen haben. Strategisch stellt ein *fehlender Startimpuls für die Digitalisierung* ein wichtiges Hemmnis dar. Gründe dafür sind eine fehlende Digitalisierungsaffinität im Management und eine solide ökonomische Situation der Unternehmen aufgrund des damit fehlenden Leidens- und Wettbewerbsdrucks. Die Ausarbeitung einer geeigneten Digitalisierungsstrategie scheitert in vielen Fällen an *mangelnden Strategiefähigkeiten* in den Unternehmen und einer *unklaren Nutzenevaluation* digitaler Projekte. In der Phase der Umsetzung von Industrie 4.0 kommt es in nahezu allen Unternehmen zu *kapazitiven Engpässen*, weil es an Fachkräften mit digitalem Kompetenzprofil mangelt oder diese nicht als Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die Unternehmen gewonnen werden können. Eine Digitalkultur ist in vielen Unternehmen ebenfalls nicht ausgeprägt. Neben *intern induzierten Problemen* hemmen auch *unzureichende externe Rahmenbedingungen* die digitale Transformation. Ursächlich sind eine unzureichende Förderlandschaft und fehlende Standards und Normen.

Bewusste und nachvollziehbare Entscheidungen gegen Digitalisierung werden vor allem aufgrund *fehlender Rentabilität* digitaler Lösungen getroffen.

Die Anzahl der Beschäftigten, die Kundenstruktur, die Art der Fertigung und weitere Unternehmenscharakteristika haben einen großen Einfluss darauf, ob Unternehmen von bestimmten Hemmnissen betroffen sind und wie stark diese wirken. Die nachfolgenden Punkte geben einen Überblick zu den wichtigsten und interessantesten Wirkzusammenhängen:

- **Unabhängig von spezifischen Charakteristika** werden Unternehmen durch den unklaren Digitalisierungsnutzen, fehlende Umsetzungskompetenzen und unzureichende Voraussetzungen in Informations- und Betriebstechnik gehemmt. Bis auf sehr große Unternehmen werden praktisch alle Unternehmen darüber hinaus durch die unzureichende Förderlandschaft gehemmt.
- **KMU** entscheiden sich aufgrund der fehlenden Rentabilität von Digitalisierungslösungen und einer kurzfristigen Erfolgsorientierung tendenziell eher gegen Digitalisierungsmaßnahmen. Zusätzlich werden diese Unternehmen durch Finanzierungsprobleme gehemmt. Darüber hinaus führt der fehlende Leidens- und Wettbewerbsdruck insbesondere von Einzel- und Kleinserienfertigern sowie Serienfertigern zu einem fehlenden Startimpuls für Digitalisierungsmaßnahmen.
- **Mittlere und große Unternehmen** werden durch eine fehlende Digitalisierungsaffinität im Management, veränderungsresistente Führungskräfte, einen mangelnden Überblick über Möglichkeiten der Digitalisierung und eine fehlende Verantwortlichkeit für die Strategieentwicklung gehemmt. Folglich sind es

genau diese Unternehmen, die am stärksten von den Folgen einer nicht vorhandenen Digitalisierungsstrategie betroffen sind.

- **Große, bei der Digitalisierung weit fortgeschrittene Unternehmen** werden durch Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken sowie gesetzliche Beschränkungen und Rechtsunsicherheit an der Ausweitung ihrer Digitalisierungsaktivitäten gehemmt.
- **Unternehmen am Anfang der digitalen Transformation** haben hingegen mit unterschiedlichen Digitalisierungsfortschritten ihrer Partner im Wertschöpfungsnetzwerk sowie fehlenden Standards und Normen zu kämpfen. Letztere stellen eine Eintrittshürde in die Digitalisierung dar.
- **Wirtschaftlich oder finanziell abhängige Unternehmen** werden durch einen eingeschränkten Handlungsspielraum bei der digitalen Transformation gehemmt.
- **Unternehmen in strukturschwachen Regionen** haben nach wie vor das Problem der unzureichenden IKT-Infrastruktur, das heißt fehlende Bandbreite und keine Möglichkeit der redundanten Netzabsicherung.

Im Branchenvergleich sind vor allem Unternehmen des Handwerks und des verarbeitenden Gewerbes weniger digitalisiert als beispielsweise Unternehmen in der Automobilindustrie oder der Elektrotechnik.

Um Hemmnisse abzubauen und damit die Umsetzungsgeschwindigkeit von Industrie 4.0 zu steigern, formuliert die Expertise **Handlungsoptionen für Unternehmen, Politik, Verbände und Umsetzungsakteure** in sechs Bereichen:

1. Jedes Unternehmen muss eine ausgeprägte **Digitalisierungskultur** etablieren – vom Azubi bis ins Topmanagement. Beschäftigte auf allen Ebenen müssen digitale Lösungen als notwendig erkennen und ihre Ideen einbringen können. Auch kritisch eingestellte Beschäftigte müssen involviert werden. Umfassende Kommunikation muss selbstverständlich sein, wenn Digitalisierung schnell und effizient umgesetzt werden soll.
2. **Digitale Bildung** und lebenslange Weiterbildung zu Digitalisierung muss integraler Bestandteil jeder Ausbildung, jedes Berufs und jeder Karriere werden. Langfristig stärkt das die Digitalisierungsaffinität und -kompetenz im Management und in der Belegschaft gleichermaßen.
3. Digitalisierung erfordert eine eindeutige **Verantwortlichkeit auf oberster Managementebene** und setzt eine langfristige Unternehmensstrategie mit klaren Zielen voraus.
4. Es braucht **neue Verfahren zur Nutzenbewertung** digitaler Lösungen abseits der klassischen Wirtschaftlichkeitsbewertungsmethoden. Für eine bessere Rentabilität müssen digitale Lösungen branchenübergreifend standardisiert werden.
5. Die staatliche **Förderlandschaft** für Digitalisierung sollte **Umsetzungslösungen stärker fokussieren**. Um Digitalisierung mit hoher Geschwindigkeit in die gesamte Breite der deutschen Industrie zu bringen, müssen mehr Unternehmen von Förderungen profitieren können.
6. Ein **gesamtwirtschaftliches Innovationsumfeld** unter Beachtung europäischer Datenschutzstandards hilft den Unternehmen beim Erkennen und Umsetzen digitaler Trends.

1. Einleitung

Ein hoher Digitalisierungsgrad verkürzt die Dauer von der Entwicklung eines Produkts bis zu seiner Platzierung im Markt, steigert Kosteneffizienz, Produktqualität sowie Kundenzufriedenheit und kann dadurch zu einem Wettbewerbsvorteil führen.¹ Zahlreiche Unternehmen gehen die digitale Transformation bereits aktiv an und profitieren von digitalen Lösungen.² Diese Unternehmen stehen zumeist im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit und fungieren als Leuchttürme und lebendige Umsetzungsfelder der Digitalisierung. So werden etwa von der *Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg* regelmäßig innovative Umsetzungsbeispiele für die Digitalisierung in Unternehmen ausgezeichnet.³ Trotz der Vorteile von Industrie 4.0 indiziert die quantitative Forschung der vergangenen Jahre jedoch ein mehr oder weniger großes Defizit in der erwarteten Geschwindigkeit und Breite der digitalen Transformation und Umsetzung von Industrie 4.0. Erkennbar wird dies zum Beispiel an der Tatsache, dass ein Großteil der deutschen Unternehmen durch einen geringen Digitalisierungsreifeegrad gekennzeichnet ist.⁴ Im Schatten der Leuchtturmanwendungen ist so ein blinder Fleck entstanden: Unternehmen, die bei der digitalen Transformation noch nicht so weit vorangeschritten sind, werden nur selten vom öffentlichen Diskurs wahrgenommen.

Die langsamere Geschwindigkeit bei der digitalen Transformation kann zwei grundsätzliche Ursachen haben. Zum einen können Unternehmen bei der Umsetzung auf verschiedene Hemmnisse stoßen, welche die Umsetzungsgeschwindigkeit verlangsamen.⁵ Zum anderen können sich Unternehmen auch bewusst, das heißt aus für sie nachvollziehbaren Gründen, gegen eine schnelle beziehungsweise umfassende Digitalisierung entscheiden.⁶ Diese Gründe können höchst unterschiedlicher Natur sein. Um die digitale Transformation und die vorhandenen blinden Flecken in Dynamik und Reichweite zu verstehen, müssen die Hemmnisse bei der Digitalisierung und nachvollziehbare Gründe gegen die digitale Transformation in der Tiefe analysiert werden. Einfache Erklärungsversuche reichen zur nachhaltigen Auflösung vorhandener Hemmnisse nicht aus.

Ziel dieser Expertise ist die Entwicklung eines besseren Verständnisses für die Ursachen blinder Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0. Dabei geht es nicht um eine Evaluierung der Transferaktivitäten der Plattform Industrie 4.0 oder der einschlägigen Forschungsförderung. Vielmehr soll ein differenziertes Bild der nicht sichtbaren, leiseren und vielleicht auch bewusst vorsichtigeren und langsameren Umsetzungsdynamiken gezeichnet werden. Die sich üblicherweise auf in der Umsetzung aktivere Unternehmen fokussierende Forschung soll ergänzt werden um eine tiefe

und methodisch verstehende Analyse der noch vorhandenen blinden Flecken und einen analytisch valideren Blick auf die Dynamik und Reichweite der digitalen Transformation in Gänze. In diesem Zusammenhang sollen die folgenden **Forschungsfragen** beantwortet werden:

1. Welche Unternehmen und Branchenbereiche werden bislang von Maßnahmen und Aktivitäten zur Umsetzung von Industrie 4.0 nicht erreicht, beziehungsweise sind in die Umsetzung der digitalen Transformation kaum involviert?
2. Welche Gründe – zum Beispiel strukturelle, unternehmens- beziehungsweise produkt- und marktspezifische – lassen sich dafür nachzeichnen und welche Transferhemmnisse bei der Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben können identifiziert werden?
3. Ist eine Zurückhaltung von Unternehmen grundsätzlich nur als Digitalisierungsdefizit zu deuten oder kann diese auch als eine situativ begründete und unternehmensspezifische Strategie verstanden werden?
4. Durch welche Maßnahmen lässt sich die Digitalisierung insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) beschleunigen und welche politischen Handlungsoptionen lassen sich hierfür begründen?

1.1. Digitalisierung – Begriffsabgrenzung und Definition

Es können zwei Sichtweisen auf die Digitalisierung unterschieden werden: zum einen Digitalisierung aus rein technischer Sicht (Englisch: Digitization), zum anderen Digitalisierung im weiteren Sinne (Englisch: Digitalization), die auch den Begriff der „Digitalen Transformation“ miteinschließt.⁷

Nach dem rein technischen Verständnis ist Digitalisierung die Überführung von Informationen von analogen hin zu digitalen Speicherformen sowie die Übertragung von Aufgaben vom Menschen auf den Computer.⁸ Es bildet somit den grundlegendsten, jedoch auch eingeschränktesten Betrachtungsrahmen. Im weiteren Sinne hingegen umfasst der Begriff „Digitalisierung“ die Einführung und Verbreitung von digitalen Technologien auf der individuellen, organisationalen sowie gesellschaftlichen Ebene.⁹ Diese Sichtweise bildet somit ein sehr breites Verständnis von Digitalisierung ab.

1 Vgl. Grebe et al. 2018.

2 Vgl. Dispan 2021.

3 Für nähere Informationen, siehe zum Beispiel <https://www.i40-bw.de/>

4 Vgl. acatech 2020c.

5 Vgl. Appelfeller/Feldmann 2018.

6 Vgl. Scheer 2016.

7 Vgl. Hess 2019, Pousttchi et al. 2019, Reis et al. 2018.

8 Vgl. Hess 2019.

9 Vgl. Gimpel/Röglinger 2015, Legner et al. 2017.

Der Begriff „digitale Transformation“ wird oftmals synonym mit dem Begriff der „Digitalisierung“ verwendet und beschreibt die Wandlung von Gesellschaft und Wirtschaft durch die fortschreitende Digitalisierung, zumeist jedoch im Unternehmenskontext. So ist die digitale Transformation nach Reis et al. (2018) charakterisiert durch die drei Kernelemente: „Einführung neuer, digitaler Technologien“, „organisationale Veränderungsprozesse durch den Einsatz digitaler Technologien“ und „digitale Transformation als gesellschaftlicher Wandlungsprozess“.¹⁰

Die vorliegende Expertise folgt gängiger Praxis und verwendet die Begriffe „Digitalisierung“ und „digitale Transformation“ weitgehend synonym. Die Expertise befasst sich im Folgenden mit der Digitalisierung beziehungsweise digitalen Transformation im weiteren Sinne und legt dabei den Fokus auf verarbeitende beziehungsweise produzierende Unternehmen.

1.2. Industrie 4.0 – Digitale Transformation des produzierenden Gewerbes

Die digitale Transformation des produzierenden Gewerbes sowie die Chancen und Nutzenpotenziale, die sich hieraus für die deutsche Industrie ergeben, werden im Konzept „Industrie 4.0“ subsumiert. Dabei beschreibt der Begriff die Möglichkeiten zur Vernetzung von Maschinen, Produktkomponenten und Wertschöpfungsaktivitäten sowie der daran beteiligten Stakeholder (Zulieferer, Kunden und Beschäftigte) durch den Einsatz digitaler Technologien sowie Informations- und Kommunikationstechnologien in der Produktion.

Den Kern von Industrie 4.0 bilden nach Bauernhansl et al. (2016) das „Internet der Dinge und die neuen Möglichkeiten, Ressourcen, Dienste und Menschen in der Produktion auf Basis Cyber-physischer Systeme in Echtzeit zu vernetzen“.¹¹ Das Ziel von Industrie 4.0 ist es, durch den Einsatz mobiler und intelligenter Assistenzsysteme, der Echtzeitanalyse von Produktionsdaten sowie der Vernetzung von Mensch und Maschine mittels Informations- und Kommunikationstechnologien intelligente, selbststeuernde, adaptive und lernende Fabriken und Unternehmen zu schaffen, die als Teil eines Ökosystems entlang der integrierten Wertschöpfungskette eine Individualisierung des Leistungsangebots bis hin zur Losgröße 1 ermöglichen.¹²

Ziel der durch Industrie 4.0 angeschobenen digitalen Transformation in produzierenden Unternehmen ist somit die Schaffung „hochflexibler, wandlungsfähiger Wertschöpfungs-systeme, die es

erlauben, Wertschöpfung dorthin zu transferieren, wo sie am besten erbracht werden kann“.¹³ Hieraus entstehen Potenziale zur Steigerung der Effizienz, der Einsparung von Kosten und Ressourcen in der Produktion, aber darüber hinaus auch für neue, intelligente Produkte, Dienstleistungen sowie neue, digitale Geschäftsmodelle.¹⁴

In Zukunftsszenarien der Industrie 4.0 werden digitale Geschäftsmodelle, Unternehmensnetzwerke und Ökosysteme sowie die Einbindung von Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) eine immer größere Rolle spielen.¹⁵ Um diese Szenarien zu ermöglichen, wird bereits heute an den notwendigen Infrastrukturprojekten gearbeitet. So hat beispielsweise das Projekt GAIA-X zum Ziel, eine integrierte, standardisierte Dateninfrastruktur zu schaffen, die den Zugang und Austausch von Daten über Unternehmensgrenzen und Industrien hinweg ermöglicht. Ein standardisierter, fairer und sicherer Zugang zu einem gemeinsamen Datenpool bildet eine der Kernvoraussetzungen, um datengetriebene Formen der Wertschöpfung, Geschäftsmodelle und Innovationen ermöglichen zu können.¹⁶

1.3. Begriffsdefinitionen

Für die Expertise werden folgende Definitionen verwendet:

Als **Digitalisierungshemmnisse** werden alle Phänomene oder Defizite bezeichnet, die – eine Entscheidung zur Digitalisierung vorausgesetzt – die Umsetzung der Digitalisierung ungewollt verlangsamen oder behindern.

Als **Gründe gegen die Digitalisierung** werden Phänomene oder Bedingungen bezeichnet, die zu einer bewussten Entscheidung gegen die Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen führen oder die ursächlich für das Auftreten von Digitalisierungshemmnissen sind.

Als **blinde Flecken** werden zurückhaltende Umsetzungsdynamiken von Industrie 4.0 sowie die dafür ursächlichen Hemmnisse und nachvollziehbaren Gründe bezeichnet, die im öffentlichen Diskurs nur wenig wahrgenommen werden.

10 Siehe Reis et al. 2018, S. 418–419.

11 Siehe Bauernhansl et al. 2016, S. 6.

12 Vgl. Bauernhansl et al. 2016, Spath et al. 2013, Plattform Industrie 4.0 2021.

13 Siehe Bauernhansl et al. 2016, S. 7.

14 Vgl. Bauernhansl et al. 2016, Emmrich et al. 2015, Bauer et al. 2014.

15 Vgl. Plattform Lernende Systeme 2019, BMWi 2021, BMBF 2019.

16 Vgl. BMWi/BMBF 2019.

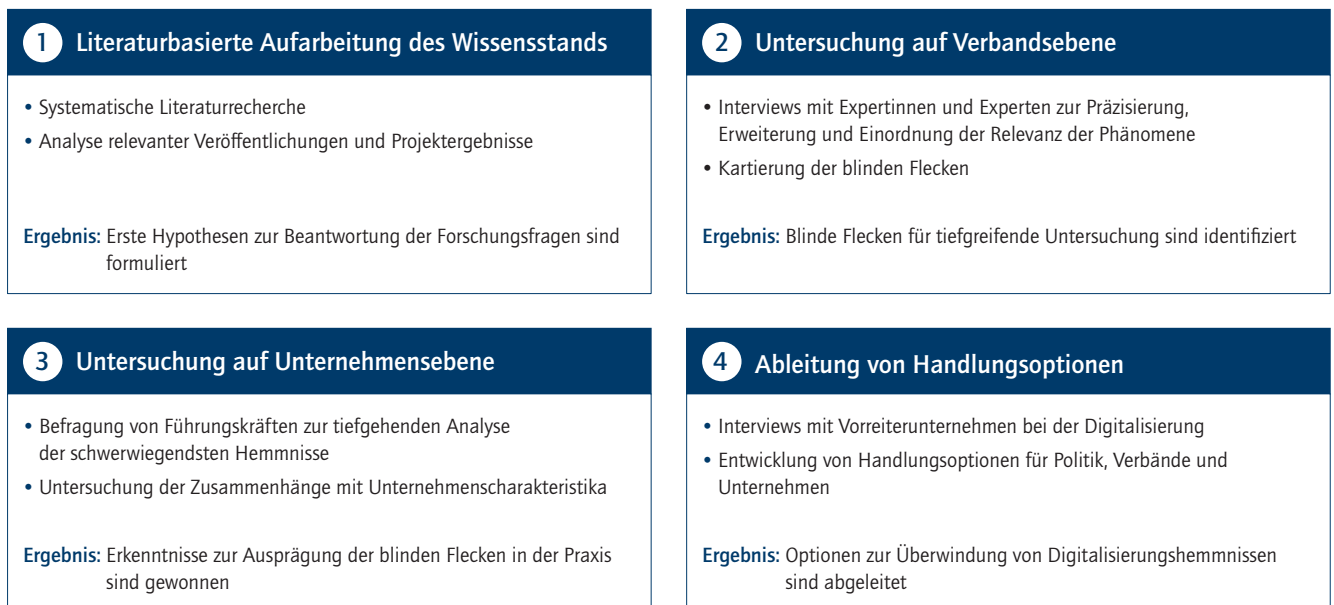
1.4. Methodisches Vorgehen

Das Vorgehen dieser Expertise beruht auf der **Grounded Theory**, einem Ansatz der qualitativen Sozialforschung.¹⁷ Die handlungsleitenden Methoden und Instrumente der Grounded Theory unterstützen das systematische Erheben und Analysieren empirischer Daten mit dem Ziel, ein tieferes Verständnis der blinden Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 zu gewinnen.¹⁸ In diesem Zusammenhang werden fünf Forschungsfragen formuliert (siehe [Kapitel 1](#)).

Der Grounded Theory folgend werden im Rahmen der Expertise vier Phasen durchlaufen. Die Granularität der Untersuchung nimmt über die Phasen hinweg zu, sodass die relevanten Phänomene differenziert, das heißt aus verschiedenen Perspektiven und in ihrer notwendigen Tiefe analysiert werden können (siehe Abbildung 1).

Für die Expertise wurden Interviews mit 18 Verbandspersonen und insgesamt 43 Vertreterinnen und Vertretern von Unternehmen geführt. Die ausgewertete Stichprobe hat einen Umfang von 33 Unternehmen, deren wichtigste Eigenschaften in Abbildung 2 zusammengefasst sind.

Abbildung 1: Vorgehen bei der Expertisenerstellung



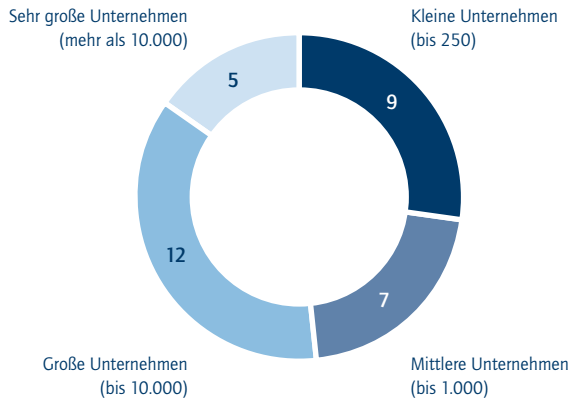
Quelle: eigene Darstellung

17 Vgl. Strübing 2014.

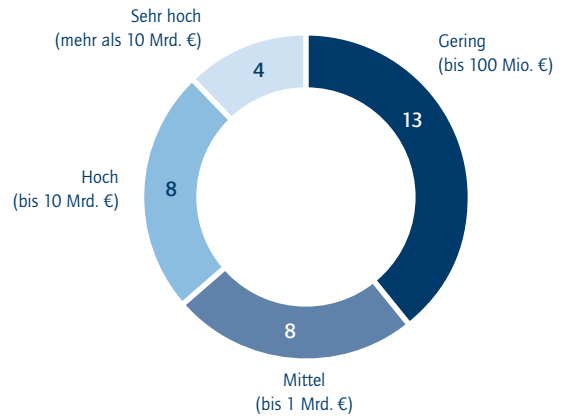
18 Vgl. Charmaz 2015.

Abbildung 2: Charakteristika der Unternehmen in der Stichprobe

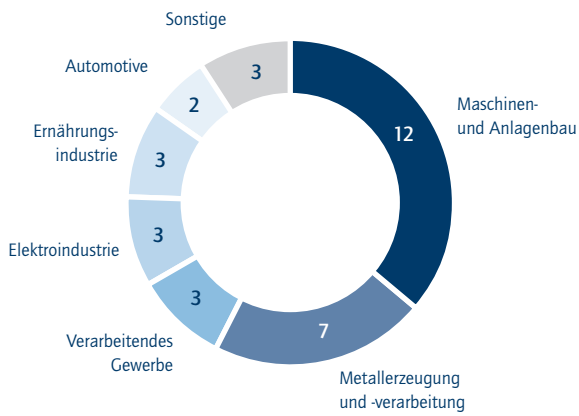
Beschäftigtenanzahl



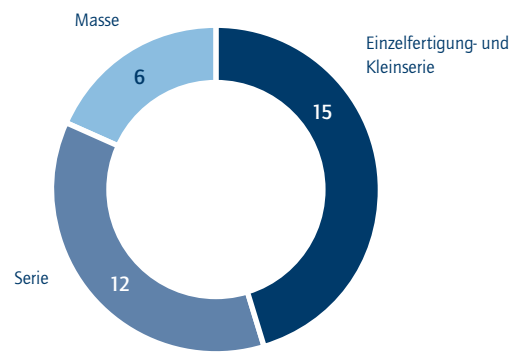
Umsatz



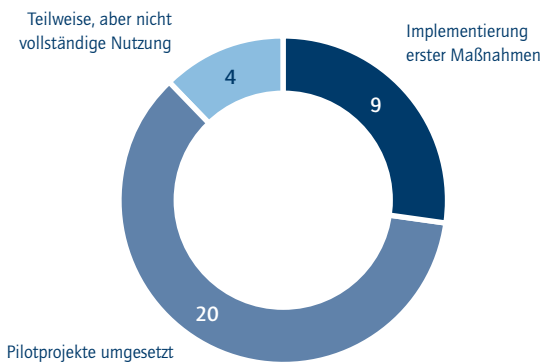
Branche



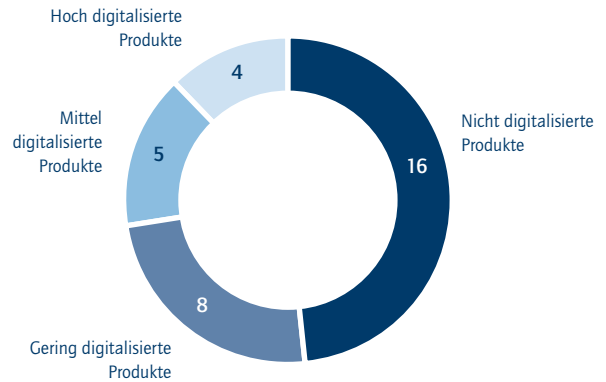
Fertigungsart



Digitalisierungsfortschritt der Prozesse



Digitalisierungsfortschritt der Produkte







Quelle: eigene Darstellung

1.5. Symptomatik der blinden Flecken

Die untersuchten Publikationen beschreiben und analysieren die Umsetzungsdynamik von Industrie 4.0 nach Region, Branche, Unternehmensgröße und Unternehmensfunktion. Dieser Strukturierung folgend werden die einzelnen Aspekte in Tabelle 1 beschrieben.

Tabelle 1: Hypothesen – Symptomatik der blinden Flecken

	Region
<ul style="list-style-type: none"> • Besonders in strukturschwachen Regionen Deutschlands ist die Digitalisierung weniger weit fortgeschritten als in Ballungsgebieten. • Im bundesweiten Vergleich der Digitalisierung fallen Regionen in West- und Ostdeutschland stärker zurück als Regionen in Nord- und Süddeutschland. • Vor allem in den Regionen Ostdeutschlands stellt der Fachkräftemangel eine Herausforderung dar. 	
	Branche
<ul style="list-style-type: none"> • Unternehmen der IKT-Branche, des Fahrzeug- und Maschinenbaus, der Elektrotechnik sowie der Chemie- und Pharmaindustrie gelten als Vorreiter der Digitalisierung. • Unternehmen anderer Branchen, wie des verarbeitenden Gewerbes, der Metallverarbeitung oder der Nahrungsmittelindustrie, sind weniger weit fortgeschritten. 	
	Unternehmensgröße
<ul style="list-style-type: none"> • Besonders kleinere Unternehmen sind bei der Planung und Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen weniger weit fortgeschritten als größere. • Die Gewinnung von Fachkräften stellt eine Herausforderung für KMU dar, da sie als weniger attraktive Arbeitgeber wahrgenommen werden. • Skaleneffekte von digitalen Lösungen sind bei kleinen Unternehmen deutlich geringer. 	
	Unternehmensfunktion
<ul style="list-style-type: none"> • Die Digitalisierung wird verstärkt in den Bereichen Produktion und Logistik, teilweise auch im abteilungsübergreifenden Kontext vorangetrieben. • Indirekte Funktionen wie der Einkauf oder der administrative Bereich werden niedriger priorisiert. 	

Wie Tabelle 2 zeigt, werden unternehmensinterne Hemmnisse in der Literatur häufiger genannt als unzureichende externe Rahmenbedingungen. Darüber hinaus betrachtet ein Großteil der Publikationen viele Hemmnisse gleichzeitig, eine fokussierte Analyse einzelner Aspekte ist die Ausnahme.

Besonders häufig werden die Angst vor Cyberangriffen sowie fehlende Normen und Standards als unternehmensinterne Hemmnisse beschrieben. Zudem stellen der unklare wirtschaftliche Nutzen, die Finanzierung von Digitalisierungsvorhaben und die unzureichende Mitarbeiterqualifikation häufig diskutierte Herausforderungen dar. Als hemmende externe Rahmenbedingungen werden vor allem

gesetzliche Beschränkungen und Rechtsunsicherheiten sowie ein unzureichender Breitbandausbau genannt oder im Kontext beschrieben. Auffällig ist insgesamt, dass benannte Hemmnisse in den Publikationen selten in der notwendigen Tiefe erläutert werden.

Demgegenüber werden einige Hemmnisse nur von sehr wenigen Quellen genannt oder näher beschrieben. Das ist vor allem bei den Hemmnissen der Kategorien *Mangelhaftes Innovationsumfeld*, *Fehlendes Marktpotenzial* und *Mangelnde Kooperationsbereitschaft* der Fall.

Tabelle 3: Quellenverweise für Literatur-Heatmap

Nr.	Quelle	Nr.	Quelle	Nr.	Quelle
1	Vgl. Bertenrath et al. 2018	18	Vgl. Neligan et al. 2021	35	Vgl. Röhl et al. 2021
2	Vgl. Appelfeller/Feldmann 2018	19	Vgl. Frietsch et al. 2016	36	Vgl. Bertschek et al. 2017
3	Vgl. Horváth/Szabo 2019	20	Vgl. Engels/Schäfer 2020	37	Vgl. Lichtblau/Schmitz 2019
4	Vgl. Demary et al. 2016	21	Vgl. Bertenrath et al. 2017	38	Vgl. BDI/Noerr 2015
5	Vgl. Dispan et al. 2017	22	Vgl. Abolhassan 2016	39	Vgl. Bertschek/Briglauer 2018
6	Vgl. Zimmermann 2017	23	Vgl. Zimmermann 2019	40	Vgl. Lang et al. 2020
7	Vgl. Glass et al. 2018	24	Vgl. Engels 2017	41	Vgl. Bülte et al. 2020
8	Vgl. Dahm/Thode 2020	25	Vgl. Leyh/Bley 2016	42	Vgl. Leitao et al. 2020
9	Vgl. Schleiermacher/Stettes 2017	26	Vgl. Industrial Production 2017	43	Vgl. Müller et al. 2016
10	Vgl. Jeglinsky et al. 2020	27	Vgl. Engels/Röhl 2020	44	Vgl. BMWi 2020a
11	Vgl. Daheim et al. 2017	28	Vgl. Machado et al. 2019	45	Vgl. acatech 2019a
12	Vgl. Kempermann/Millack 2016	29	Vgl. Brockhaus et al. 2020	46	Vgl. acatech 2020a
13	Vgl. KfW Bankengruppe 2019	30	Vgl. Goecke et al. 2019	47	Vgl. acatech 2018
14	Vgl. BMWi 2015a und b	31	Vgl. Kilimis et al. 2019	48	Vgl. acatech 2019b
15	Vgl. Bitkom Research 2020	32	Vgl. Müller et al. 2021	49	Vgl. acatech 2019c
16	Vgl. Matt/Rauch 2020	32	Vgl. VBW-Zukunftsrat 2017	50	Vgl. acatech 2020b
17	Vgl. Fritsch et al. 2016	34	Vgl. BMWi 2018	51	Vgl. acatech 2021

2. Hemmnisse aus Verbands- und Unternehmensperspektive

Mit dem Ziel, die im Rahmen der Literaturanalyse entwickelten Hypothesen zu präzisieren, zu erweitern und einzuordnen, wurden zwanzig Interviews mit Expertinnen und Experten regionaler Wirtschaftsförderungen, von Kompetenzzentren sowie Arbeitgeber- und Arbeitnehmervereinigungen geführt. Neben diesen Experteninterviews wurden über dreißig Unternehmen, die sich am Anfang der digitalen Transformation befinden, zu deren Hemmnissen und Herausforderungen befragt.

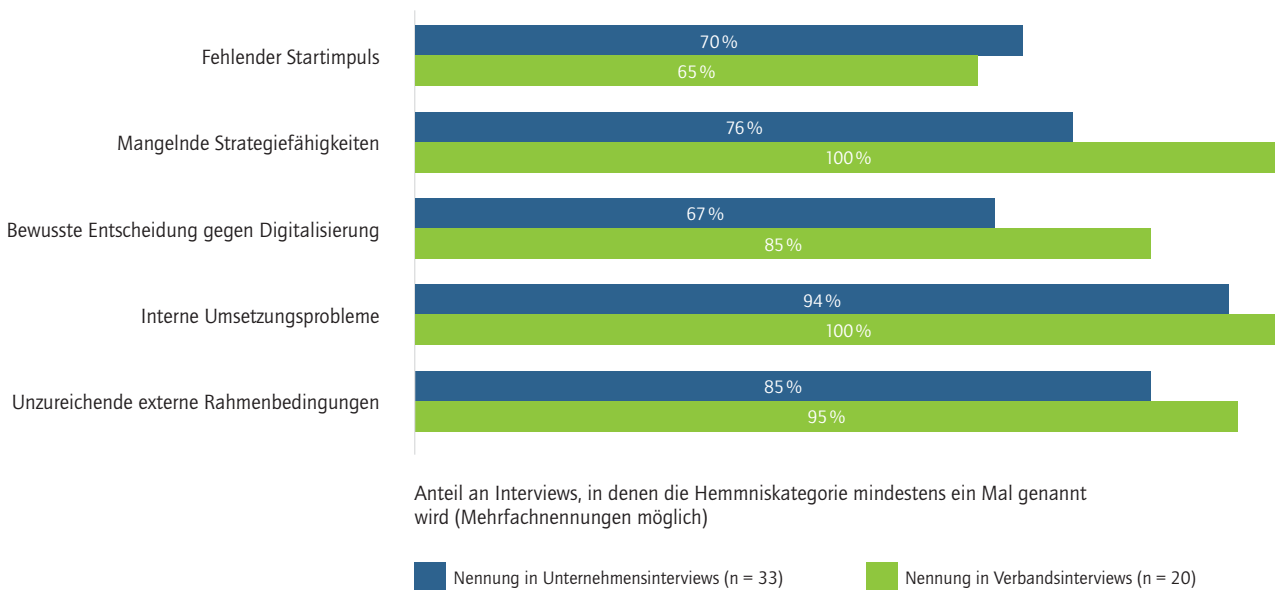
Aus den Ergebnissen der Interviews lassen sich direkt die drei Hemmniskategorien *fehlender Startimpuls für Digitalisierung*, *mangelnde Strategiefähigkeiten* und *interne Umsetzungsprobleme* ableiten. Die ersten beiden Hemmniskategorien beziehen sich auf strategische Aspekte. In der dritten Kategorie sind alle operativen

Aspekte vereint. Umsetzungsprobleme hängen oftmals eng mit *unzureichenden externen Rahmenbedingungen* zusammen, die zur besseren Verortung von Hemmnissen als eigenständige Kategorie geführt werden.

Unternehmen werden in ihren Digitalisierungsvorhaben nicht nur gehemmt, sie entscheiden sich auch bewusst gegen die Digitalisierung. *Bewusste Entscheidungen gegen Digitalisierung* stellen damit eine weitere Kategorie dar, die ebenfalls den strategischen Aspekten zugeordnet werden kann. Insgesamt ergeben sich damit fünf übergeordnete Kategorien. Abbildung 3 zeigt die Relevanz dieser Kategorien anhand der Häufigkeit der Nennung in den Verbands- bzw. Unternehmensinterviews. Die Kategorien werden im Folgenden weiter detailliert.

Abbildung 3: Häufigkeit der Nennung von Digitalisierungshemmnissen in den jeweiligen Kategorien, differenziert nach Interviewart

Umsetzungsprobleme sind in Unternehmen weit verbreitet, wobei viele Unternehmen auch bei strategischen Fragestellungen vor Herausforderungen stehen



Quelle: eigene Darstellung

2.1. Fehlender Startimpuls für Digitalisierung

Ein fehlender Startimpuls für Digitalisierung wird in Verbands- und Unternehmensinterviews mit 65 respektive 70 Prozent Nennungen ähnlich häufig thematisiert (vgl. Abbildung 4). Als Gründe werden in den Interviews *fehlende Digitalisierungsaffinität im Management*, *fehlender Leidens- und Wettbewerbsdruck*, *veränderungsresistentes Management* und *fehlende Marktanforderungen* genannt. Diese Gründe werden allerdings maximal in jedem fünften Unternehmensinterview thematisiert. Das deutet darauf hin, dass die Gründe zwar relevante Hemmnisse bei der digitalen Transformation sind, aber keine industrieweite Gültigkeit aufweisen.

In den Unternehmensinterviews wurden zudem zwei weitere Hemmnisse thematisiert, die einen fehlenden Startimpuls für Digitalisierung erklären können und für die Unternehmen von größerer Bedeutung sind als die vier zuvor genannten Gründe. Zum einen kann die Integration in einen größeren Konzern dazu führen, dass in Bezug auf die Digitalisierungsstrategie der *Handlungsspielraum und die Entscheidungsfreiheit des Unternehmens stark eingeschränkt* ist und das Management sich daher weniger mit der digitalen Transformation auseinandersetzt. Zum anderen liegt der Fokus in Unternehmen, die keine oder eine nur unklare langfristige Perspektive formuliert haben, oftmals stark auf dem Lösen kurzfristiger Probleme

im Tagesgeschäft. Dadurch herrscht nur wenig Aufmerksamkeit für die Digitalisierung vor, wodurch häufig *eine Strategie fehlt*, um Digitalisierung zu gestalten. Beispiele sind in Unternehmen zu finden, die in Umbruchmärkten agieren, unter anderem in den Bereichen Automobilindustrie oder Energieerzeugung.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Hemmnisse, die einen fehlenden Startimpuls bedingen, näher erläutert.

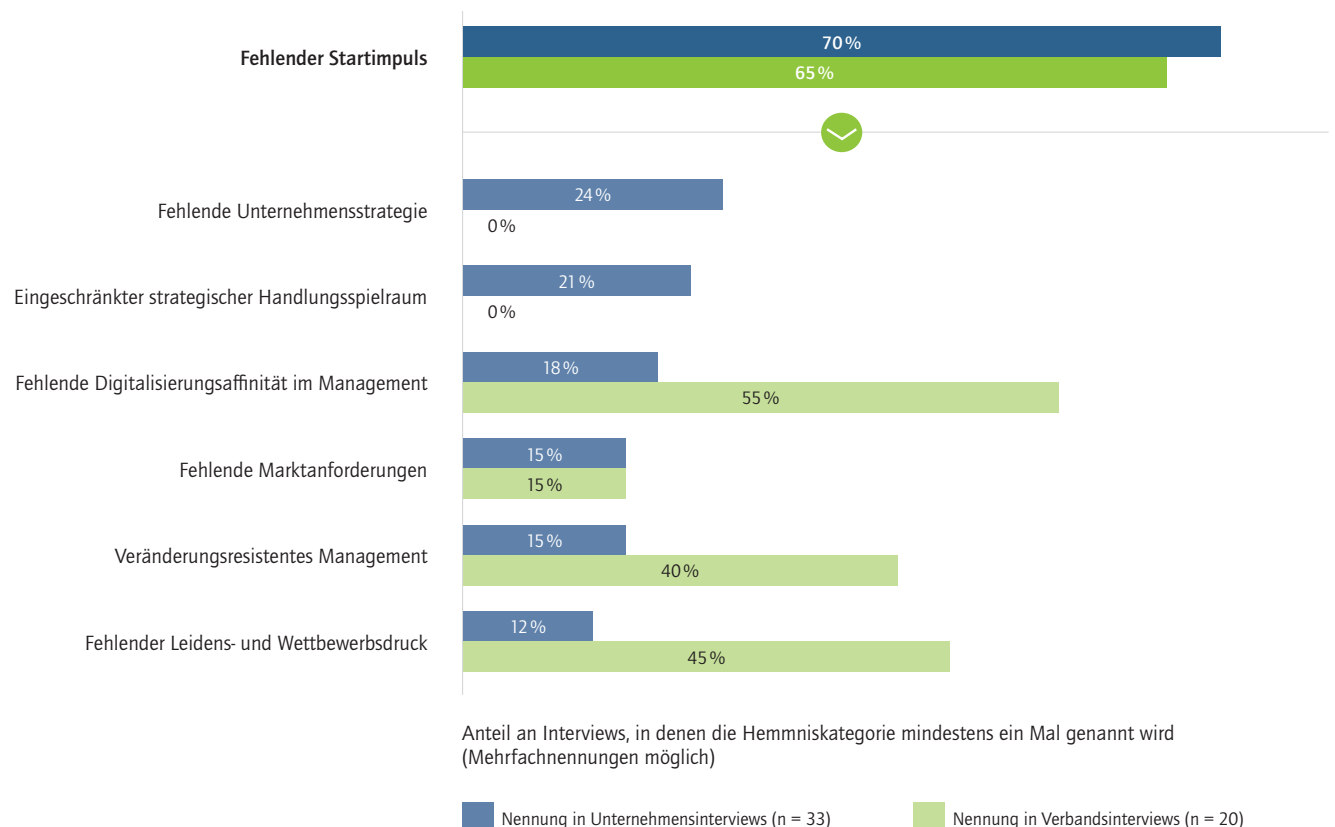
Fehlende Unternehmensstrategie

Digitalisierung ist kein Selbstzweck, sondern Mittel zur Erreichung von Vision und Zielen einer Gesamtunternehmensstrategie. Haben Unternehmen keine Strategie für die Geschäftstätigkeiten der kommenden Jahre festgelegt, kann darauf aufbauend keine sinnvolle Digitalisierungsstrategie entwickelt werden. Gründe für das Fehlen einer Unternehmensstrategie lassen sich intern und extern identifizieren.

Besonders gravierend ist eine intern bedingte Ziellosigkeit von Unternehmen. Sie tritt auf, wenn sich das Management (oftmals Inhaberin oder Inhaber) aus Risikoaversion, Altersgründen (Geschäftsübergang oder -verkauf) oder mangelnder Kompetenz nicht mehr strategisch um das Unternehmen kümmert, sondern

Abbildung 4: Häufigkeit der Nennung von Hemmnissen in der Kategorie „Fehlender Startimpuls“ nach Interviewart

Ein fehlender Startimpuls hat aus der Perspektive der Unternehmen verschiedene Ursachen, wobei eine unklare Strategie der häufigste Grund ist



Quelle: eigene Darstellung

dieses nur noch verwaltet. Wird durch die Geschäftsführung keine langfristige Unternehmensausrichtung vorgegeben, fehlt es in der Regel auch am Notwendigkeitsempfinden für Digitalisierung. Der Grund: Es ist nicht klar, mit welcher Zielsetzung und zu welchem Zweck überhaupt digitalisiert werden soll. Die fehlende Strategie stellt nicht nur ein Problem für die Digitalisierungsmaßnahmen eines Unternehmens dar, sondern kann sich schnell zu einer existenziellen Bedrohung für das gesamte Unternehmen entwickeln.

Zu den externen Einflüssen zählen bereits laufende oder kurz bevorstehende disruptive Marktveränderungen (beispielsweise Transformation der Automobilindustrie in Richtung Elektromobilität oder Transformation der Energieerzeugerbranche hin zur Nutzung erneuerbarer Energien). Hängen Unternehmen stark von einer bisher dominierenden Technologie in solchen Märkten ab und gelingt es ihnen nicht, geeignete und schnelle Antworten auf die Transformation ihrer Branche zu finden, bricht ihnen auf absehbare Zeit die Geschäftsgrundlage weg. Die Folgen sind nicht nur gesamtunternehmerische Perspektivlosigkeit, sondern auch weitgehende Strategielosigkeit bei der Digitalisierung.

Eingeschränkter strategischer Handlungsspielraum

Jedes fünfte Unternehmen nennt einen eingeschränkten Handlungsspielraum bei der Gestaltung digitaler Lösungen und eine daraus resultierende gehemmte Eigeninitiative als Herausforderung bei der digitalen Transformation. Ursachen bei den befragten Unternehmen liegen in der Einbindung in eine Konzernstruktur oder dem Mitspracherecht von Finanzinvestoren. Eine stark ausgeprägte Renditeorientierung der Konzernsteuerung oder des Finanzinvestors sowie eine strikte Strategie des Mutterkonzerns unterbinden längerfristige oder risikobehaftete Investitionen in die Digitalisierung sowie den Aufbau von Digitalisierungskompetenzen. Dass der Nutzen beziehungsweise die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in die Digitalisierung häufig nicht genau quantifiziert werden können, verschärft die Problematik.

Das Hemmnis eines eingeschränkten Handlungsspielraums betrifft fast ausschließlich Unternehmen, die managementgeführt oder Teil eines größeren Konzerns sind. Die Eingebundenheit in einer größeren Struktur kann jedoch auch positive Auswirkungen auf die Geschwindigkeit der digitalen Transformation haben. Unternehmen können beispielsweise vom Know-how und der Finanzstärke eines Konzerns profitieren, sodass die Strategiefindung vereinfacht wird. Teilweise werden auch strategische Anforderungen oder ganze Digitalisierungsstrategien durch den Mutterkonzern vorgegeben, wodurch die Strategiefindung in Tochterunternehmen gänzlich obsolet wird.

Fehlende Digitalisierungsaffinität im Management

Fehlende Digitalisierungsaffinität stellt in der Stichprobe in circa jedem fünften Unternehmen ein Hemmnis dar und ist damit mitursächlich für eine fehlende Digitalisierungsstrategie. Das Hemmnis wird in den Verbands- und Unternehmensinterviews auf die unzureichende Vermittlung digitaler Inhalte in Schul- und Berufsausbildung

zurückgeführt. Insbesondere das mittlere Management wird in diesem Zusammenhang als wenig digital affin charakterisiert. Diese Personengruppe verfügt über langjährige Erfahrung (hohes Prozess-, Produkt- und Kunden-Know-how), ist allerdings nicht mit digitalen Technologien aufgewachsen und deshalb eher konservativ gegenüber der Digitalisierung eingestellt. Wenn sich das Management in der Folge nicht mit den Möglichkeiten der Digitalisierung befasst, kann es Digitalisierungspotenziale nur schwer einschätzen.

„Es gibt einen Mittelbau im Management, das sind Leute mit zwanzig bis dreißig Jahren Erfahrung im Unternehmen. Die sind sehr gut gebildet, kennen die Prozesse, Produkte und Kunden ganz genau und stellen praktisch das Rückgrat des Unternehmens dar. Allerdings sind sie natürlich nicht als digitale Generation aufgewachsen und deswegen konservativ gegenüber Digitalisierung eingestellt. Digitale Hypes, wie Blockchain, Big Data oder moderne IT-Systeme kommen nur sehr langsam bei ihnen an.“

Die Analyse des Hemmnisses in Abhängigkeit verschiedener Unternehmenscharakteristika zeigt, dass vor allem im Zusammenhang mit der Anzahl der Beschäftigten große Unterschiede zwischen den Unternehmen zu finden sind. Betroffen sind ausschließlich Unternehmen ab 1.000 Beschäftigten. Diese Unternehmen sind oftmals durch starre Hierarchien und teilweise lange Betriebszugehörigkeiten der verantwortlichen Führungskräfte geprägt. Flachere Hierarchien und eine stärkere Involvierung von Beschäftigten in kleineren Unternehmen können hingegen eine fehlende Affinität für Digitalisierung auf Seiten des Managements ausgleichen.

Fehlende Marktanforderungen

Externe Marktanforderungen hinsichtlich Produkteigenschaften oder Vernetzung von Unternehmen sind wichtige Treiber dafür, dass sich die Geschäftsführung eines Unternehmens mit der Digitalisierung beschäftigt. Fehlen diese Treiber, muss die Initiative, sich mit der Digitalisierung zu beschäftigen, aus dem eigenen Unternehmen entstehen.

Ähnlich wie ein konservativ eingestelltes Management agieren auch ganze Märkte und damit Kundengruppen produzierender Unternehmen zurückhaltend beim Thema Digitalisierung. Betroffen sind im B2B-Bereich Märkte, die von sehr langlebigen Investitionsgütern oder langen Produktlebenszyklen geprägt sind. Beispiele lassen sich in der Metallerzeugung, in der Ernährungsindustrie oder in der Rohstoffverarbeitung finden. Hier werden große Produktionsanlagen beschafft und oftmals über einen Zeitraum von dreißig bis fünfzig Jahren betrieben. Haben sich einmal beschaffte Anlagen amortisiert, besteht seitens der Unternehmen kaum ein Interesse an digitalen Innovationen bestehender Anlagen, wie Vorausschauender Wartung (*Predictive Maintenance*) oder an einem schnellen Ersatz der Anlagen durch eine neue digitalisierte Generation. Entsprechend werden kaum Anforderungen an die Maschinen- und Anlagenbauer zur (nachträglichen)

Digitalisierung ihrer Produkte gestellt. Darüber hinaus sind auch Unternehmen betroffen, deren Produkte sich gar nicht digitalisieren lassen, zum Beispiel einfache Metallkomponenten. In beiden Fällen fehlt der externe, produktseitige Trigger für Digitalisierungsmaßnahmen. Wenn die Produkte nur schwer, beziehungsweise gar nicht zu digitalisieren sind oder eine Digitalisierung von den Kunden nicht gewünscht ist, fällt es Anbietern schwer, die Notwendigkeit der Digitalisierung ganzheitlich – auch für Prozesse – zu sehen.

Neben fehlenden Produktdigitalisierungsmöglichkeiten kommen als weitere Ursache fehlender Marktanforderungen vor allem im B2C-, aber auch im B2B-Bereich, eine fragmentierte Kundenlandschaft ohne klare Erwartungshaltungen an digitale Schnittstellen hinzu. Bedient ein Unternehmen viele Kunden, so haben diese in der Regel entweder sehr heterogene (B2B) oder gar keine (B2C) Vorstellungen, wie die Interaktion auf der Vertriebsseite aussehen soll. Auch existieren kundenseitig teilweise kaum Prozesse, an denen sich das Anbieterunternehmen im Vertrieb orientieren könnte.

Veränderungsresistentes Management

Die fehlende Managementaffinität für Digitalisierung hängt stark mit der teilweise sehr konservativen Einstellung von Führungskräften hinsichtlich Veränderungen zusammen, die im Kontext der Digitalisierung nahezu alle Unternehmensbereiche betrifft: Prozesse werden neu gedacht, Abteilungen müssen eng vernetzt arbeiten und in vielen Fällen verändert sich auch die Funktionalität von Produkten in Richtung Vernetzung oder Autonomisierung. Ist das Management Veränderungen gegenüber skeptisch eingestellt, wird die Notwendigkeit zur digitalen Transformation oftmals nicht erkannt oder sogar aktiv verneint.

Das Hemmnis eines konservativ eingestellten Managements ist in jedem siebten befragten Unternehmen ein Problem. Auffällig ist, dass kleine Unternehmen mit bis zu 250 Beschäftigten nicht davon betroffen sind. Ein Erklärungsansatz: Kleine Unternehmen müssen aufgrund mangelnder Marktdominanz veränderungsbereit sein und zeigen diese Bereitschaft in der Regel auch. Sie sind in der Lage, sich schnell an wechselnde Markt- und Kundenanforderungen anzupassen, und können diese agilen Fähigkeit gut auf das Thema der Digitalisierung übertragen.

Fehlender Leidens- und Wettbewerbsdruck

Nach dem kurzfristigen und starken Einbruch der Konjunktur durch die Corona-Krise erleben viele Unternehmen aktuell einen Boom an Neuaufträgen. Die Aufmerksamkeit der Beschäftigten und Geschäftsführung richtet sich auf die operative Bearbeitung der Aufträge. Digitalisierung als strategisches Thema gerät dagegen aus dem Blickfeld. Weil Umsätze und Gewinnmargen im

Aufschwung oftmals steigen, verspüren die Unternehmen wenig Handlungsdruck, sich mit der digitalen Transformation zu beschäftigen. Dieses Phänomen wird von den Interviewten der Verbände und Unternehmen gleichermaßen bestätigt. Hinzu kommt ein fehlender Wettbewerbsdruck: Wenn Unternehmen in Nischenmärkten ohne ausgeprägte Konkurrenz agieren, ergibt sich für sie oftmals keine Notwendigkeit zu digitalisieren. Zum einen unterliegen sie keinem Preisdruck, weshalb es keine unmittelbare Notwendigkeit für die Digitalisierung der internen Prozesse zur Effizienzsteigerung gibt. Zum anderen besteht auch produktseitig wenig Innovationsdruck und eine Digitalisierung des Leistungsangebots ist ebenso wenig notwendig, um am Markt zu bestehen.

Besonders betroffen sind kleine Unternehmen mit bis zu 250 Beschäftigten und Unternehmen, deren Geschäftsmodell auf Einzel- und Serienfertigung basiert. Der Grund: Führungskräfte und Geschäftsführung sind besonders stark im Tagesgeschäft involviert, was sie von der Digitalisierung „ablenkt“. Außerdem sind kleine Unternehmen häufiger in Nischenmärkten positioniert als große Unternehmen oder Konzerne. Auffällig ist, dass große Unternehmen und Massenfertiger gar nicht vom Hemmnis eines fehlenden Notwendigkeitsempfindens betroffen sind. Sie agieren in der Regel in internationalen Märkten mit sehr hohem Wettbewerbsdruck und müssen sich vor allem preisseitig von ihren Mitbewerbern abheben. Die Notwendigkeit für eine Digitalisierung der internen Prozesse ist entsprechend hoch und wird durchweg erkannt.

Zusammenfassung und Einordnung

Im Vergleich zu anderen Hemmnissen hat ein *fehlender Startimpuls für Digitalisierung* insgesamt eine geringere Relevanz. Dass Hemmnisse aus diesem Themenbereich dennoch in zwei von drei Unternehmensinterviews angesprochen werden, überrascht insbesondere deshalb, weil hier vor allem die Hemmnisse einer *fehlenden Unternehmensstrategie* sowie eines *veränderungsresistenten Managements* zum Tragen kommen, die zunächst scheinbar nicht mit Digitalisierungsbestrebungen zusammenhängen. Sie stellen vielmehr allgemeine Herausforderungen für jede Geschäftsführung dar. Die Ausprägung dieser beiden Hemmnisse lässt darauf schließen, dass bestimmte Unternehmen den Anschluss an wichtige Innovationen in ihren Branchen zu verlieren drohen. Dass eben diese Unternehmen auch im Bereich der Digitalisierung zurückfallen, kann daher als logische Konsequenz von Führungsdefiziten erscheinen.

Die unternehmensextern bedingten Hemmnisse eines *eingeschränkten Handlungsspielraums*, *fehlender Marktanforderungen* sowie *fehlenden Leidens- und Wettbewerbsdrucks* wirken in diesem Zusammenhang als Katalysatoren für die intern verursachten Probleme. Da sie nicht ohne Weiteres gelöst werden können, ist es für Unternehmen umso wichtiger, die internen Voraussetzungen im Management zu schaffen, damit die Wichtigkeit von Digitalisierung erkannt wird.

2.2. Mangelnde Strategiefähigkeiten

Die übergeordnete Kategorie der mangelnden Strategiefähigkeiten umfasst die Hemmnisse eines *unklaren wirtschaftlichen Nutzens* von Digitalisierungsprojekten, des *fehlenden Wissens über Digitalisierungsmöglichkeiten*, *fehlender Handlungsautonomie* aufseiten des Unternehmens, *fehlender Verantwortlichkeiten* im Unternehmen sowie *fehlender Kapazitäten im Management*.

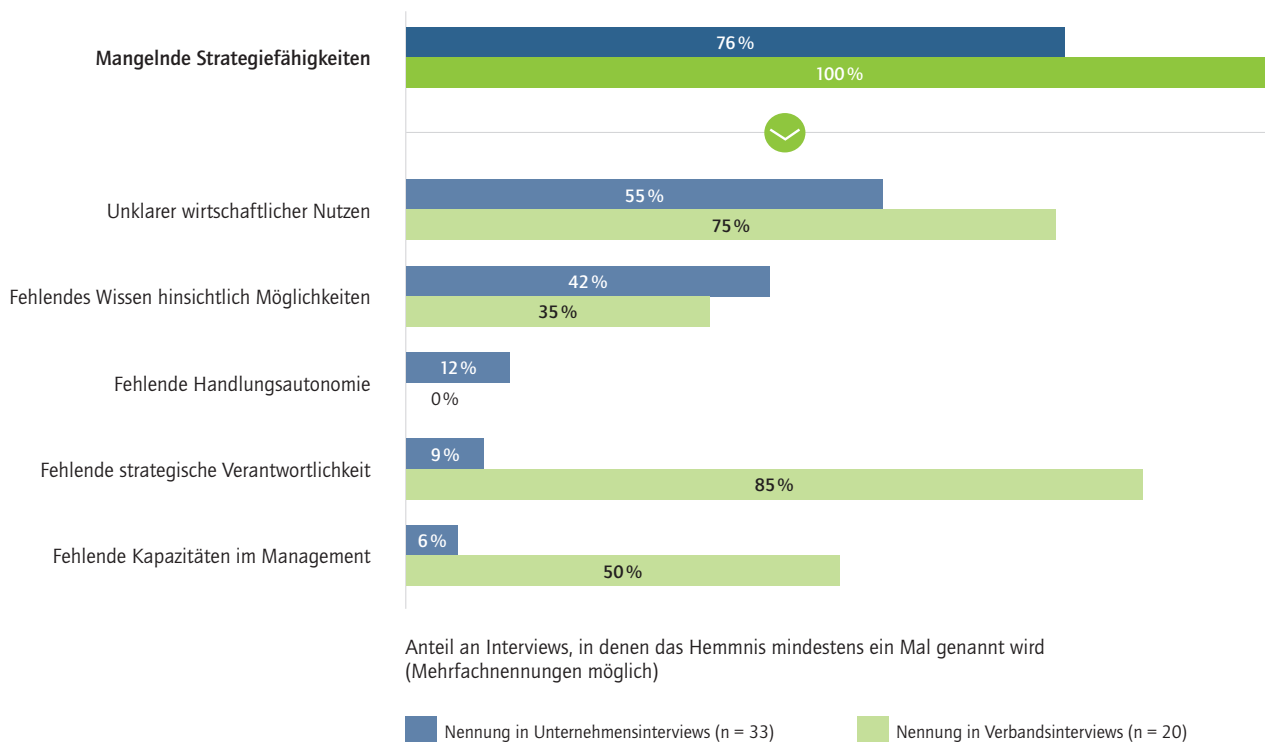
Grundsätzlich spielen mangelnde Strategiefähigkeiten in den Verbandsinterviews eine größere Rolle als in den Unternehmensinterviews. Während alle Verbände und Interessenvertretungen in diesem Bereich grundsätzlich Digitalisierungshemmnisse sehen, nennen nur 76 Prozent aller befragten Unternehmen Hemmnisse dieser Kategorie, wie Abbildung 5 verdeutlicht.

Die Diskrepanz der Relevanzbeurteilung ist besonders deutlich bei den Hemmnissen einer *fehlenden strategischen Verantwortlichkeit* und der *fehlenden Kapazitäten im Management*. Hierin sehen Unternehmen kaum hemmende Ursachen. Eine *fehlende Handlungsautonomie* wurde dagegen in keinem Verbandsinterview als Hemmnis genannt. Alle drei potenziell hemmenden Ursachen scheinen bei den Unternehmen in der Praxis nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. *Fehlendes Wissen über Digitalisierungsmöglichkeiten* scheint für Unternehmen relevanter zu sein, als es von den Verbänden und Interessenvertretungen wahrgenommen wird. Im Gegensatz dazu wird in den Verbandsinterviews das Hemmnis des *unklaren wirtschaftlichen Nutzens* öfter genannt als von den Unternehmen.

Im Folgenden wird detaillierter auf die Hemmnisse des unklaren wirtschaftlichen Nutzens, des fehlenden Wissens über Digitalisierungsmöglichkeiten sowie auf das der fehlenden Handlungsautonomie eingegangen.

Abbildung 5: Häufigkeit der Nennung von Hemmnissen in der Kategorie „Mangelnde Strategiefähigkeiten“ nach Interviewart

Unklarer wirtschaftlicher Nutzen und fehlendes Wissen zu Digitalisierungsmöglichkeiten sind für Unternehmen die zentralen Hürden bei der Strategieentwicklung



Quelle: eigene Darstellung

Unklarer wirtschaftlicher Nutzen

Für die Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen müssen zuerst die Grundlagen geschaffen werden. So müssen beispielsweise für die Automatisierung der Produktionsplanung und -steuerung ausreichend Daten, beispielsweise Maschinendaten, vorhanden sein. Zur Datenerfassung müssen einerseits die Maschinen mit entsprechender Sensorik ausgestattet sein, andererseits müssen die Daten mittels integrierter Systeme speicher- und auswertbar

gemacht werden. Diese Prozesse dauern in der Regel lang und sind kostenintensiv. Dies betrifft vor allem die Anfangsinvestitionen in sogenannte Enabling-Technologien, die nur Kosten verursachen, aber noch keinen monetären Mehrwert liefern. Hinzu kommt, dass erste Ergebnisse von Enabling-Technologien, wie Transparenz über Maschinennutzung und -auslastung, ebenfalls keinen unmittelbaren Mehrwert liefern, der sich in der Gewinn- und Verlustrechnung zeigt. Damit lässt sich eine wirtschaftliche Bewertung von etablierten Technologien nur schwer und für Enabling-Technologien

überhaupt nicht durchführen, weil dazu immer mehrere Projekte gesamtheitlich betrachtet werden müssen.

Unternehmen sind nicht in der Lage, die Wirtschaftlichkeit von Digitalisierungsmaßnahmen adäquat zu bewerten. Dieses Problem sehen 75 Prozent der interviewten Personen von Verbänden und Interessenvertretungen als hoch relevant an. Auf Unternehmensseite wird das Problem in 55 Prozent aller Interviews genannt.

Auffällig ist, dass viele befragte Personen der Unternehmen das Hemmnis des unklaren Nutzens zwar nennen und die damit verbundenen Phänomene beschreiben, oft aber keine tieferen Wirkzusammenhänge dafür erläutern können. Das Verständnis für die Kernursachen – anfallende Kosten können aufgrund des explorativen Charakters nur schwer abgeschätzt werden, viele Enabler-Technologien entfalten keinen eigenständigen Nutzen, qualitative Nutzeneffekte sind kaum quantifizierbar und monetäre Benefits von digitalen Technologien liegen oftmals weit in der Zukunft und sind daher schwer zu evaluieren – scheint auf Seite der Unternehmen weniger stark ausgeprägt zu sein als bei den Verbänden. Die Lösung des Bewertungsproblems in der Praxis, eine Betrachtung von qualitativen Verbesserungen durch digitale Technologien, reicht der Geschäftsführung allerdings in der Regel nicht aus. Die Folge: Die Investitionsunsicherheit bei Digitalisierungsprojekten ist vielen Unternehmen zu hoch und hält sie davon ab, eine klare Entscheidung für digitale Maßnahmen zu treffen und diese in langfristigen Strategien zu verankern.

Im Vergleich zum Kostenrisiko von Digitalisierungsprojekten fällt die Unsicherheit auf der Nutzenseite etwas weniger stark ins Gewicht. Aber auch hier werden mehrfach Probleme beim Abschätzen von Einsparmöglichkeiten als Hemmnis bei der Nutzenevaluierung genannt. Der Grund: Digitalisierungsmaßnahmen wirken sich aufgrund ihres vernetzenden Charakters oftmals bereichsübergreifend positiv auf die Effizienz von Prozessen aus. Viele Bereichsleitungen sind es jedoch gewöhnt, Investitionsrechnungen scharf abgegrenzt und nur bezogen auf ihren eigenen Bereich vorzunehmen. Es fehlt an einer übergreifenden Denkweise.

Fehlendes Wissen über Digitalisierungsmöglichkeiten

Die Vielzahl an digitalen Lösungen sowie die technologische Komplexität führt dazu, dass das Management von Unternehmen sich nur schwierig einen Überblick über Digitalisierungsmöglichkeiten verschaffen kann und deshalb nur begrenzt in der Lage ist, eine adäquate Digitalisierungsstrategie zu formulieren – insbesondere wenn es selbst keine Digitalaffinität besitzt. Der mangelhafte Überblick umfasst auch die angemessene Einschätzung der Wirkweise digitaler Anwendungen, wodurch ihre wirtschaftliche Einschätzung noch weiter erschwert wird. Mit 42 Prozent wird das Hemmnis des fehlenden Wissens über Digitalisierungsmöglichkeiten in den Unternehmensinterviews etwas häufiger genannt als in den Verbandsinterviews.

Vertreterinnen und Vertreter der interviewten Unternehmen nennen insbesondere einen mangelnden Überblick über Erfahrungen anderer Unternehmen mit digitalen Lösungen als großes Problem. Die Ursache liegt in einer starken Fokussierung des Managements auf das eigene Unternehmen. Die tiefe Involvierung ins Tagesgeschäft, das Erfordernis, häufig operative Probleme lösen zu müssen, und eine nach innen gerichtete Kultur führen dazu, dass es kaum Austausch mit den Geschäftsführungen anderer Unternehmen gibt, die ihre Erfahrungen bei der Umsetzung der digitalen Transformation teilen könnten.

Auch Unternehmen, die den Willen zum Dialog mit anderen haben, berichten von konkreten Problemen. Der Grund: Potenzielle Vermittler von Best Practices haben Bedenken, offen über ihre Erfahrungen und Lösungsmöglichkeiten zu sprechen. Sie fürchten Wettbewerbsnachteile und das Abwandern von Know-how und verweigern daher grundsätzlich einen Dialog. Die Folge: Unternehmen fehlt es an realen Vorbildern und Best Practices.

Neben dem fehlenden Wissen und den resultierenden Problemen bei der Nutzenbetrachtung stellt sich das Phänomen eines mangelnden Wissens über Wirkzusammenhänge digitaler Lösungen auf Seiten der Unternehmen als problematisch heraus. Aus Unwissenheit, welche Konsequenzen eine Digitalisierungstechnologie an einer Stelle im Unternehmen auf andere Unternehmensbereiche entfaltet, schrecken Unternehmen vor der Einführung zurück. Sie befürchten irreversible finanzielle Schäden, zum Beispiel durch einen von einer neuen Technologie hervorgerufenen Produktionsausfall.

Fehlende Handlungsautonomie

Die Formulierung einer langfristig orientierten Digitalisierungsstrategie setzt einen gewissen Grad an Handlungsautonomie voraus. Unternehmen müssen in der Lage sein, wichtige Technologien und Vernetzungsschritte mit einem Zeithorizont von einigen Jahren planen zu können. Andernfalls ist eine wirtschaftliche Umsetzung aufgrund langer Amortisationszeiten von Digitalisierungsmaßnahmen nicht möglich.

Bei einigen Unternehmen fehlt der entsprechende Gestaltungsspielraum jedoch. Sie agieren weit hinten in der Lieferkette beispielsweise als Auftragsfertiger in der Metallbranche oder als Zulieferer in der Automobilindustrie. Ihr Problem: Sie stehen sowohl finanziell als auch technologisch in einem starken Abhängigkeitsverhältnis zu ihren Kunden, weil sie in der Regel nur wenige, große Abnehmer haben. Verlangt der Kunde etwa ein neues IT-System auf der Vertriebsseite, müssen sie kurzfristig reagieren und entsprechende Digitalisierungsmaßnahmen umsetzen. Tun sie dies nicht, kommen sie als Geschäftspartner oftmals nicht mehr in Frage.

Die Folge der starken Abhängigkeit sind Probleme beim Entwickeln einer Digitalisierungsstrategie. Anforderungen der Kunden ändern sich so kurzfristig, dass eine langfristig orientierte Strategie kaum erarbeitet werden kann. In der Konsequenz wird Digitalisierung bloß punktuell und reaktiv betrachtet, aber nicht ganzheitlich.

Zusammenfassung und Einordnung

In der übergeordneten Hemmniskategorie Mangelnde Strategiefähigkeiten stechen besonders die beiden Aspekte des *unklaren wirtschaftlichen Nutzens digitaler Projekte* sowie des *fehlenden Wissens über Möglichkeiten der Digitalisierung* hervor. Die beiden Hemmnisse sind eng miteinander verknüpft und resultieren im Problem, dass Führungskräfte nicht in der Lage sind, die Wirkweise und die wirtschaftliche Sinnhaftigkeit wichtiger Digitalisierungslösungen für ihr Unternehmen abschätzen zu können. Rund die Hälfte der Befragten benennt diese Probleme. Die Lösung besteht darin, dass sich Unternehmen von der „Richtigkeit“ eines Vorhabens auch ohne detaillierte Nutzenbetrachtung überzeugen lassen und entsprechend Projekte starten. Es ist davon auszugehen, dass in Unternehmen, in denen eine stärkere Digitalisierungskultur vorhanden ist, das Hemmnis des *unklaren wirtschaftlichen Nutzens* an Relevanz verliert, da den Verantwortlichen die Schwierigkeiten der Nutzenbewertung von IT-Investitionen bewusst sind und sie ein besseres Verständnis von explorativem Projektvorgehen haben. Nichtsdestotrotz kann auch eine Weiterentwicklung bestehender Nutzenbewertungsverfahren für Digitalisierungsvorhaben dazu beitragen, den Unternehmen bei der Nutzenabschätzung mehr Sicherheit zu geben.

Das Hemmnis des *fehlenden Wissens über Digitalisierungsmöglichkeiten* ist ambivalent zu sehen. Während sich einerseits viele Unternehmen davon gehemmt sehen, nicht ausreichend über Best Practices oder auch grundsätzliche Lösungsmöglichkeiten bei Digitalisierungsvorhaben informiert zu sein, fällt anderen die unternehmensübergreifende Kooperation häufig schwer. So ist das Problem hinter dem Hemmnis des fehlenden Wissens über Digitalisierungsmöglichkeiten vielmehr die Befürchtung von Wettbewerbsnachteilen und des Abwanderns von internem Know-how, das erfolgreiche Pioniere in ihrer Kooperation mit interessierten Unternehmen hemmt.

Mangelnde Strategiefähigkeiten stellen insbesondere auf lange Sicht eine zentrale Hürde bei der Digitalisierung dar. So zeigen sich die Folgen einer fehlenden Digitalisierungsstrategie in einem verringerten Umfang und einer langsameren Geschwindigkeit in der Umsetzung. Fehlt eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie, bleiben Synergiepotenziale ungenutzt und Ressourcen werden nicht im notwendigen Umfang bereitgestellt. Aufgrund der fehlenden langfristigen Perspektive findet zudem kein langfristiger Ressourcenaufbau statt, um zukünftige Kompetenzbedarfe frühzeitig decken zu können. Darüber hinaus führen fehlende Datenkonzepte zu einer ungenügenden Datenqualität und -verfügbarkeit. Das führt dazu, dass Unternehmen nicht alle Potenziale von Industrie 4.0-Lösungen ausschöpfen können.

2.3. Bewusste Entscheidung gegen Digitalisierung

Neben ungewollten Hemmnissen können auch bewusste Entscheidungen Digitalisierung verhindern. Während bewusste Entscheidungen gegen Digitalisierung in acht von zehn Verbandsinterviews thematisiert werden, sehen nur sieben von zehn Unternehmen der Stichprobe dieses Hemmnis (vgl. Abbildung 6). Als Gründe werden auf Verbands- und Unternehmensebene *fehlende Rentabilität digitaler Lösungen*, *Bedenken hinsichtlich Datenschutz und -sicherheit* sowie *Ablehnung von Transparenz gegenüber Dritten* genannt. Da die Gründe auf Unternehmensebene deutlich seltener thematisiert werden, scheinen sie keine industrieweiten Hemmnisse für die digitale Transformation darzustellen. Das trifft auch auf das in einem der Verbandsinterviews genannte Hemmnis von *Wettbewerbs- und Compliance-Bedenken* zu, das von keinem der Unternehmen beschrieben wird. Sie werden erst bei der Teilnahme an Datenökosystemen bedeutsam. Da die wenigsten Unternehmen aktuell allerdings die Voraussetzungen dafür mitbringen, ist es nicht verwunderlich, dass dieses Hemmnis weder auf Verbands- noch auf Unternehmensebene gegenwärtig eine große Bedeutung hat.

In den Unternehmensinterviews werden vier weitere Gründe für eine Entscheidung gegen Digitalisierungsmaßnahmen genannt: *kurzfristige Erfolgsorientierung*, *Verantwortungsbewusstsein gegenüber Mitarbeitenden*, *Angst vor Abhängigkeit von Anbietern* (Lock-in-Effekt) und *schlechte Erfahrungen mit der Umsetzung (unausge-reifter) Digitalisierungslösungen in der Vergangenheit*.

Fehlende Rentabilität

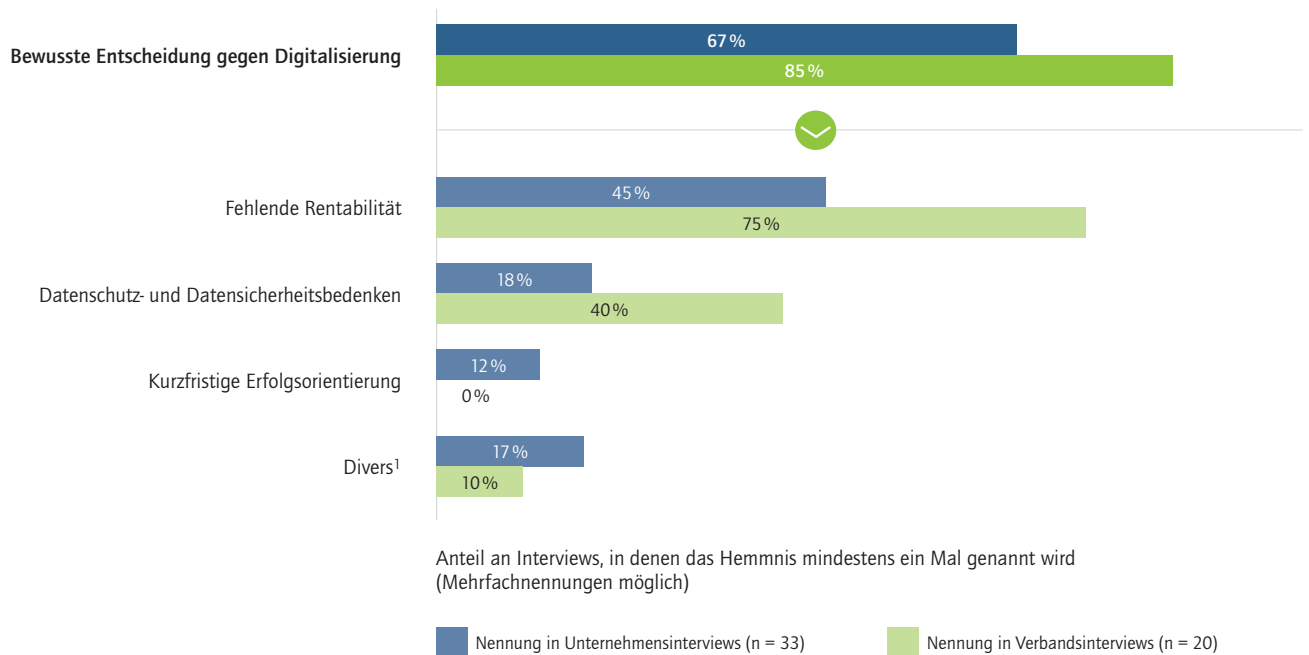
Die fehlende Rentabilität ist der wichtigste Grund (45 Prozent), warum sich Unternehmen (in Teilen) gegen Digitalisierungsmaßnahmen entscheiden. Die wesentlichen Einflüsse sind fehlende Skaleneffekte, zum Beispiel der Aufwand zum Betrieb integrierter IT-Systeme, und der hohe Implementierungsaufwand bei der Digitalisierung bestehender Anlagen aufgrund fehlender Standard- bzw. Retrofitlösungen. Hinzu kommt der Aspekt, dass andere Maßnahmen rentabler sind als Digitalisierungslösungen und aufgrund begrenzter Ressourcen damit zuerst umgesetzt werden.

In der Stichprobe entscheiden sich vor allem Unternehmen aufgrund einer fehlenden Rentabilität gegen Digitalisierungsmaßnahmen, die am Anfang der Digitalisierung stehen und intern noch nicht die Voraussetzungen geschaffen haben, weil beispielsweise eine erhöhte Transparenz erst einmal keinen monetären Mehrwert bringt. Mit zunehmendem Digitalisierungsfortschritt lässt sich das Potenzial von Digitalisierungsmaßnahmen dagegen leichter abschätzen und monetär bewerten.

Darüber hinaus betrifft die fehlende Rentabilität insbesondere KMU mit weniger als 1.000 Beschäftigten. Aufgrund der geringen Umsatzgröße und damit begrenzten Ressourcen scheint hier insbesondere die lange Kapitalbindung ein Hemmnis zu sein.

Abbildung 6: Häufigkeit der Nennung von Hemmnissen in der Kategorie „Bewusste Entscheidung gegen Digitalisierung“

Unternehmen entscheiden sich hauptsächlich wegen einer zu geringen oder fehlenden Rentabilität gegen Digitalisierungsmaßnahmen



¹ Die Kategorie „Divers“ umfasst insbesondere: eine Unternehmensphilosophie, die Rationalisierungsmaßnahmen entgegensteht; Angst vor Abhängigkeit von Lösungsanbietern; fehlende Praxisreife der Anwendungen; Ablehnung von Transparenz gegenüber Kunden sowie schlechte Erfahrungen mit Digitalisierungsprojekten in der Vergangenheit.

Quelle: eigene Darstellung

Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken

In der Stichprobe nennen zwei von zehn Unternehmen Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes und der Datensicherheit als Grund, warum sie sich gegen bestimmte Digitalisierungsmaßnahmen entscheiden. Das betrifft insbesondere Unternehmen, bei denen Daten der Kern des Geschäftsmodells sind. Dort stellen Cyberangriffe und das Abgreifen von Daten eine ernstzunehmende Bedrohung dar, da sie zum Verlust des Wettbewerbsvorteils führen können.

Entgegen anfänglicher Erwartungen, werden in erster Linie nicht KMU, sondern große Unternehmen von Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken gehemmt. Ursächlich erscheint eher der Umsetzungsgrad der Digitalisierung als die damit positiv korrelierte Unternehmensgröße. So treten Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken deutlich häufiger bei Unternehmen auf, die bei der Digitalisierung weiter fortgeschritten sind, beziehungsweise über ein hoch digitalisiertes Produktportfolio verfügen. Durch den Fortschritt sind bereits viele Informationen digital verfügbar und somit – bei unzureichender Cybersicherheit – potenziell für Externe zugänglich. Darüber hinaus verfügen die Unternehmen über die Voraussetzungen, Daten in großen Mengen verarbeiten zu können und über digitalisierte Produkte weitere Kundendaten aufzunehmen. Es stellt sich bei ihnen die Frage, ob und in welcher Weise diese Daten überhaupt verarbeitet werden dürfen.

Kurzfristige Erfolgsorientierung

Stehen bei der Unternehmenssteuerung kurzfristige Gewinn- oder Umsatzgrößen im Fokus, werden nicht nur Investitionen unterlassen, sondern auch das operative Tagesgeschäft fokussiert. Dadurch fehlt Beschäftigten oftmals die Kapazität für Digitalisierungsprojekte. Darüber hinaus steht eine kurzfristige Gewinn- beziehungsweise Umsatzorientierung der Umsetzung neuer „as a Service“-Geschäftsmodelle mit einem Recurring Revenue entgegen, da sich die Erträge für den Anbieter zeitlich nach hinten verschieben.

In der Stichprobe entscheidet sich jedes achte Unternehmen aufgrund einer kurzfristigen Erfolgsorientierung gegen Digitalisierungsmaßnahmen. Dies betrifft vor allem KMU mit weniger als 1.000 Beschäftigten. Weitere Einflussfaktoren sind ein langfristig gut funktionierendes Geschäftsmodell – zum Beispiel bei sogenannten Hidden Champions (weitgehend unbekannte Unternehmen, die in ihrer Branche Marktführer sind) – sowie eine Positionierung am Ende der Lieferkette, die wenig Gestaltungsspielraum hinsichtlich der strategischen Unternehmensausrichtung zulässt und deshalb kurzfristige Umsätze und Gewinne stärker in den Fokus setzt.

Zusammenfassung und Einordnung

Bei übergreifender Betrachtung fällt auf, dass sich zwei Gruppen von Unternehmen bewusst gegen die Digitalisierung entscheiden.

Zum einen ist das die Gruppe der KMU mit einem gering digitalisierten Produktportfolio. Diese Unternehmen entscheiden sich fast ausschließlich aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen gegen die Digitalisierung, weil ihr Geschäftsmodell profitabel ist oder sich Digitalisierungsmaßnahmen nicht rentieren. Ursächlich ist, dass viele Digitalisierungsprojekte hohe Anfangsinvestitionen in Grundlagen und Infrastruktur erfordern. Digitale Lösungen stehen nicht als Out-of-the-Box-Lösungen zur Verfügung und verursachen dadurch hohe Anpassungs- und Implementierungskosten, die sich nur langfristig rechnen. Eine Möglichkeit der Beseitigung dieses Problems liegt in einer umfassenden Standardisierung digitaler Technologien beziehungsweise ihrer Schnittstellen.

Zum anderen entscheidet sich die Gruppe der großen Unternehmen, die bei der Digitalisierung schon weit vorangeschritten sind, aufgrund von Datenschutz- und Datensicherheitsbedenken gegen weitere Digitalisierungsmaßnahmen, obwohl diese möglich und rentabel wären. An dieser Stelle sind Politik und Verbände gefordert, Datenschutzgesetze so weiterzuentwickeln, dass datenbasierte Anwendungen möglich und Datenschutz für Personen beziehungsweise Datensicherheit für Unternehmen gleichermaßen gewährleistet sind.

2.4. Interne Umsetzungsprobleme

Nach der Definition einer Digitalisierungsstrategie folgt die Umsetzung der abgeleiteten Digitalisierungsinitiativen – wobei die Umsetzung auch ohne Strategie erfolgen kann. Dass nahezu jedes Unternehmen in dieser Phase vor erheblichen Herausforderungen steht, bestätigt die Analyse der Unternehmensinterviews.

Fehlende Kompetenzen und Kapazitäten in der Belegschaft werden von rund 80 Prozent der befragten Unternehmen als Hemmnis der Umsetzung von Digitalisierungsinitiativen benannt (siehe Abbildung 7). Demzufolge bestätigt sich die Wahrnehmung der Verbands- und Interessensvertretungen, dass dieses Hemmnis fast alle Unternehmen betrifft. Dass „nur“ acht von zehn Unternehmen die fehlenden Kompetenzen thematisieren, kann damit begründet werden, dass einige der befragten Unternehmen noch nicht mit der Umsetzung begonnen haben. Analog zu den Verbandsinterviews stellt eine *fehlende Digitalkultur* ein ausgeprägtes Hemmnis dar. Auffällig ist die stärkere Wahrnehmung der Relevanz von *unzureichenden IT-Voraussetzungen* im Vergleich zu *fehlenden finanziellen Ressourcen*.

Im Folgenden werden die einzelnen Ausprägungen der Hemmniskategorie detailliert vorgestellt und mit Unternehmenscharakteristika in Zusammenhang gebracht.

Fehlende Kompetenzen und Kapazitäten in der Belegschaft

Voraussetzung der Planung und Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben ist die Verfügbarkeit von Beschäftigten mit geeigneten Kompetenzen und ausreichend Kapazität. Die Stichprobe zeigt, dass ein Ressourcenengpass an diesem Punkt grundsätzlich alle Unternehmen unabhängig von der Beschäftigtenzahl betrifft.

Gleichzeitig kann festgestellt werden, dass fehlende Kompetenzen und Kapazitäten mit zunehmendem Digitalisierungsfortschritt immer häufiger als Hemmnis genannt werden. Diese Beobachtung kann mit der steigenden Komplexität einer fortgeschrittenen Digitalisierung und der damit einhergehenden immer geringeren Verfügbarkeit geeigneter Expertinnen und Experten erklärt werden. Grundsätzlich bremst diese Problematik die Geschwindigkeit der digitalen Transformation von Unternehmen.

Fehlende Fachkräfte

Die Knappheit von Fachkräften mit digitalisierungsrelevantem Wissen und Anwendungserfahrung an der Schnittstelle zwischen Informations- und Betriebstechnik wird von den Interviewten der Verbände, Interessenvertretungen und Unternehmen gleichermaßen benannt. Es herrscht Einigkeit, dass ein falsches Verständnis der Fähigkeiten der IT-Abteilung und die Eingebundenheit von geeigneten Kräften im Tagesgeschäft ursächlich für die Kapazitätsbeziehungsweise Kompetenzengpässe ist. Dass das notwendige Know-how meist auf wenige Köpfe verteilt ist, verschärft die Herausforderung.

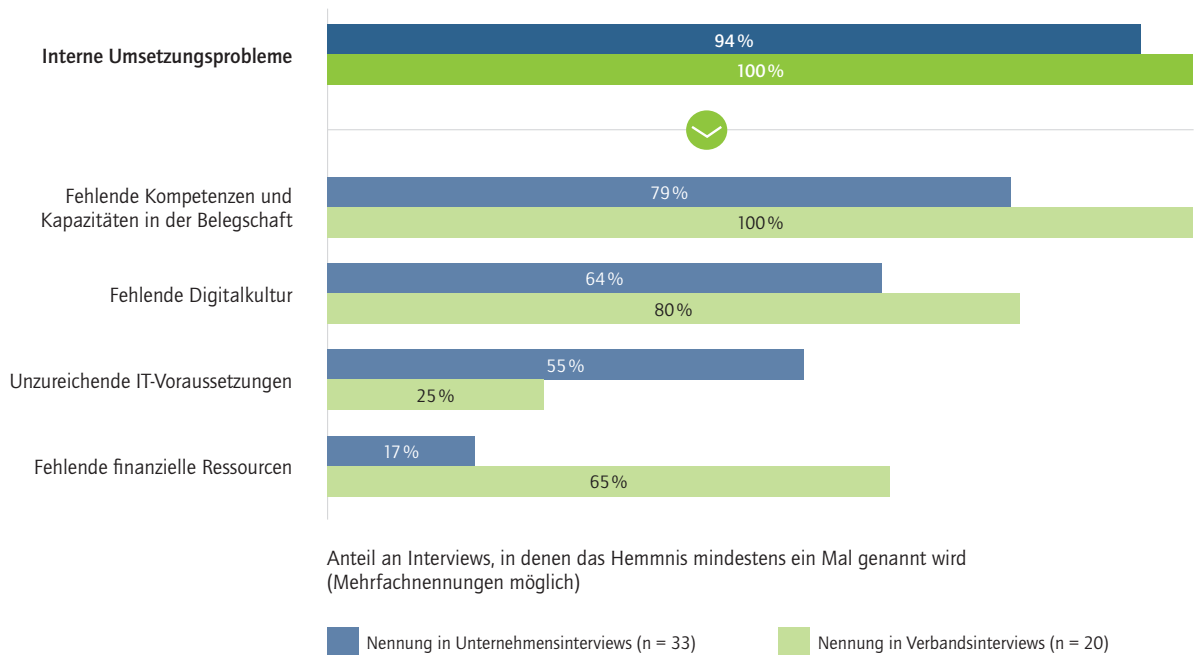
Zudem betonen die befragten Unternehmen die Priorisierung von Großprojekten im IT-Umfeld. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang ERP-Transformationen, die einen Großteil der Ressourcen binden, wodurch die restlichen Themen einer „kleinen Mannschaft“ überlassen werden. Die Vielzahl an Projekten führt dazu, dass innovative Themen keine Aufmerksamkeit bekommen oder bei der kleinsten Störung „hinten runterfallen“.

Einige der befragten Unternehmen benennen außerdem ein Kompetenzproblem im Management. Fehlt es im Topmanagement an Digitalisierungserfahrung, konkret dem Verständnis, dass bestimmte Vorhaben ein iteratives Vorgehen benötigen, werden Projekte nach ersten Misserfolgen abgebrochen.

„Bei zweistelligen Millionen-Investments hat der Vorstand natürlich das absolute Interesse, diese Investments zu steuern. Aber wenn er kein Chief Digital Officer ist, dann fehlen oft die ganzen Zusammenhänge. Long Story short: Neue Produkte mit alten Strukturen zu entwickeln wird nicht funktionieren.“

Abbildung 7: Häufigkeit der Nennung von Hemmnissen in der Kategorie „Interne Umsetzungsprobleme“

Bei der Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben sind fehlende Kompetenzen und Kapazitäten in der Belegschaft das wesentliche Hemmnis



Quelle: eigene Darstellung

Während KMU generell Fachkräfte mit geeigneten Qualifikationen fehlen, oder das Tagesgeschäft im Vordergrund steht, ist es in großen Unternehmen eher die Vielzahl an Initiativen, die zu Kapazitätsengpässen führt.

Schwierige Personalgewinnung und -entwicklung

Eine naheliegende Maßnahme zur Bewältigung des beschriebenen Ressourcenengpasses stellt die gezielte Personalakquise dar. Besonders kleinere, weniger bekannte Unternehmen sowie Nachzügler haben Schwierigkeiten, qualifizierte Arbeitskräfte zu überzeugen. Die befragten Unternehmen heben hier als entscheidenden Vorteil großer Unternehmen bei der Personalgewinnung besonders ihren Bekanntheitsgrad und damit verbunden die Auffindbarkeit für potenzielle Bewerber hervor.

Auch die Qualifikation von in den Beruf einsteigenden Personen wird von einigen Unternehmen bemängelt. In der Wahrnehmung dieser Unternehmen ist die Berufsausbildung zwar „grundsolide“ – jedoch nicht im Hinblick auf Digitalisierung. Gefordert werden Profile, die konkretes Anwendungswissen in den für die Industrie relevanten Themenfeldern im Bereich Digitalisierung miteinschließen. Häufig wird ein geeignetes Qualifikationslevel erst nach gezielter Weiterqualifikation der Nachwuchskräfte erreicht, wobei lediglich größere Unternehmen finanziell in der Lage sind, diese Kompetenzlücke zu schließen. In diesem Zusammenhang wird eine verzögerte Adaption der Lehrinhalte in Bildungseinrichtungen wahrgenommen.

Fallbeispiel

Zwei Herausforderungen stechen dem Leiter des internen Beratungshauses eines Weltkonzerns beim Thema Kompetenzmanagement direkt ins Auge: Unzureichende digitale Kompetenzen von Personen, die in den Beruf einsteigen, sowie eine erhebliche Verzögerung der Kompetenzverfügbarkeit, wenn Nachwuchskräfte intern weitergebildet werden müssen. Aus seiner Sicht reicht es nicht, sogenannter Digital Native zu sein. Der berufliche Nachwuchs muss in der Ausbildung industrierelevante digitale Kompetenzen erworben haben. Aktuelle Universitäts- oder Hochschulausbildungen erfüllen diese Anforderungen selten. Bei interner Qualifizierung, beispielsweise im Rahmen von Ausbildungsprogrammen, entstehen Verzögerungszeiten vom Erkennen des Bedarfs bis zur Kompetenzverfügbarkeit von zwei bis drei Jahren. In seinen Augen wird das der Themenvielfalt und Dynamik der Digitalisierung nicht gerecht.

Abschließend ist festzuhalten, dass eine mangelnde interne Kommunikation über benötigte Kompetenzprofile in den Unternehmensinterviews anders als in den Verbandsinterviews nicht konkret als Hemmnis benannt wird. Vielmehr wird die Vorausplanung zukünftig benötigter Kompetenzen von den befragten Unternehmen als Herausforderung wahrgenommen. Unternehmen ohne klare Strategie und Ziele für Digitalisierung erkennen den Bedarf zum Aufbau von Fachkräften nicht.

Fehlende Digitalkultur

Rund zwei Drittel der befragten Unternehmen nehmen als Umsetzungsbarriere eine fehlende digitale Kultur der Belegschaft wahr. Es herrscht eine starre, risikoaverse Denkweise vor, die Beschäftigten werden nur unzureichend involviert und es fehlt Austausch zwischen Organisationseinheiten. In der Folge werden Digitalisierungsvorhaben sicherheitshalber nicht gestartet, bewusst blockiert oder die Projekte schöpfen nur einen Bruchteil ihres Potenzials aus.

In den Interviews lassen sich vier Ausprägungen einer unzureichenden Digitalkultur erkennen: **unzureichende Kommunikation von Veränderung, Silodenken, German Engineering** und **fehlende Offenheit**. Diese werden im Folgenden näher beleuchtet.

Unzureichende Kommunikation

Werden Arbeitnehmervertretungen und unmittelbar von der geplanten Veränderung betroffene Beschäftigte nicht ausreichend über die Vorhaben aufgeklärt oder bei der Ausgestaltung nicht involviert, drohen Initiativen fehlzuschlagen. Die Vernachlässigung der Kommunikation mit den Beschäftigten hat zur Folge, dass Lösungen nicht oder nur unzureichend genutzt werden und Beschäftigte durch scheinbar drohende Rationalisierung verunsichert werden. Letztlich entfalten Digitalisierungsvorhaben nicht ihr volles Potenzial und das Vertrauen der Belegschaft leidet.

Fallbeispiel

Um Shopfloor-Meetings effektiver zu gestalten, wurde im Beispielunternehmen ein Kennzahlen-Dashboard basierend auf echtzeitnaher Betriebsdatenerfassung entwickelt. Das Digitalisierungsteam war überzeugt von der Lösung und sicher, dass die Führungskräfte bei der täglichen Standardkommunikation davon profitieren. Das Problem: Die Führungskräfte wurden bei der Entwicklung und Implementierung der Lösung nicht involviert. Stattdessen wurde ihnen die fertige Lösung „aufgedrückt“. Die Folge: Die Führungskräfte haben nicht verstanden, welche Vorteile die Lösung bringt, und sie daher nicht genutzt. Fazit: Viel Geld und Aufwand wurden in eine eigentlich sinnvolle Lösung gesteckt, die aber komplett ins Leere läuft, da sie von den Adressaten nicht verstanden und angewandt wird.

Anders als die Verbands- und Interessensvertretungen stellen die befragten Unternehmen Datenschutzbedenken von Arbeitnehmervertretungen als Hemmnis in den Vordergrund. Konkret geht es um die Angst vor Überwachung am Arbeitsplatz beziehungsweise der Auswertung von personenbezogenen Daten. Werden Arbeitnehmervertretungen nicht frühzeitig in Vorhaben involviert, werden diese entweder vollständig gestoppt oder die Möglichkeiten der Datenauswertung so weit eingeschränkt, dass praktisch keine Erkenntnisse mehr gewonnen werden können.

Silodenken

Erfahren einzelne Digitalisierungsvorhaben keine übergeordnete Koordination oder ist die unternehmensweite Kommunikation unzureichend, besteht die Gefahr von Silodenken. In der Folge wird bestehendes Digitalisierungswissen nicht genutzt und Lösungen für ähnliche Vorhaben werden teilweise mehrfach erarbeitet. Letztlich werden Synergien nicht gehoben. Es entstehen stattdessen Insellösungen beziehungsweise lokale Optima, die die Komplexität der IT-Systemlandschaft weiter steigern.

Fallbeispiel

Dem Produktionsleiter eines mittelständisch geprägten Unternehmens wird aus der Produktion heraus der Bedarf vermittelt, ein Produktionssystem, ein sogenanntes Manufacturing Execution System (MES), einzuführen. Bei einem zufälligen Gespräch mit der IT-Leitung erfährt der Produktionsleiter, dass dort bereits an einem MES gearbeitet wird. Damit solche Synergien zukünftig bewusst genutzt und nicht dem Zufall überlassen werden, haben Produktions- und IT-Leitung ein Digitalisierungsteam aufgebaut. Dieses Team verfolgt das Ziel, Bedarfe unternehmensübergreifend zu erkennen sowie bestehendes Wissen und Kapazitäten zur Planung und Umsetzung zu bündeln. Damit soll drohenden Mehrfachentwicklungen begegnet werden.

German Engineering

Agilität bei der Planung und Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben steht der in Deutschland vorherrschenden Mentalität der qualitätsbewussten, soliden und verlässlichen Produktion „Made in Germany“ entgegen und stellt damit ein Hemmnis dar. Als besondere Herausforderung wird in diesem Zusammenhang die Transformation der Organisation hin zur Agilität beschrieben. Das Aufbrechen festgesetzter Entwicklungszyklen – zum Beispiel Produktentwicklung zum Stichtag Messebeginn – oder das Etablieren abteilungsübergreifender Zusammenarbeit bereiten den Unternehmen Schwierigkeiten. Dass Agilität nicht weiter verbreitet ist, liegt an dem Umstand, dass die Wertschöpfung von Unternehmen in der Vergangenheit vorwiegend auf physische Produkte ausgerichtet war und es daher an Erfahrung mit immaterieller Wertschöpfung und dafür geeigneten Organisationsformen fehlt.

„Besonders traditionelle Unternehmen haben immaterielle Wertschöpfung nicht in der DNA. Das Geld kam in der Vergangenheit immer aus materieller Wertschöpfung.“

Weitere Auswirkungen der „Made in Germany“-Mentalität können bei der Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben beobachtet werden. Um den störungsfreien Betrieb im Tagesgeschäft sicherzustellen, werden neue Lösungen vor der Implementierung ausgiebig getestet sowie bei Unsicherheiten oder Risiken vorerst gar nicht

angegangen. Demgegenüber stehen die Validierung im Betrieb und der Ansatz der Entwicklung von sogenannten Minimal Viable Products (minimal funktionsfähigen Produkten), die dann mithilfe des Feedbacks von Nutzerinnen und Nutzern iterativ weiterentwickelt werden. Infolge der Perfektionsansprüche verzögert sich die Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben. Dass die „Made in Germany“-Mentalität besonders in regulatorisch geprägten Branchen wie der Medizintechnik ausgeprägt ist, bestätigt sich durch die Befragung der Unternehmen.

Fehlende Offenheit

Die fehlende Offenheit der Belegschaft hinsichtlich neuer Digitalisierungslösungen wird von einigen Unternehmen der Stichprobe als hemmend thematisiert. Infolge der fehlenden Offenheit gegenüber der Digitalisierung haben es manche Unternehmen schwer, die von Veränderung betroffenen Beschäftigten zu überzeugen und mitzunehmen. Während jüngere Beschäftigte tendenziell offener gegenüber Veränderungen sind, haben ältere Generationen häufig ein Problem, den Nutzen zu verstehen oder versuchen dies erst gar nicht. Eine Ursache ist, dass diese Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter häufig schon sehr lange im Unternehmen arbeiten und ausgewiesene Fachleute auf ihrem Gebiet sind. Eine neue Technologie würde vorerst einen Verlust oder zumindest einen Teilverlust ihres lang erarbeiteten Expertentums bedeuten.

Unzureichende IT-Voraussetzungen

Analog zu den Verbandsinterviews nennen die befragten Unternehmen eine hohe Komplexität der IT-Systemlandschaft sowie unzureichende Datenqualität und -verfügbarkeit als Hemmnis in der Umsetzungsphase. Unklare Anforderungen an Cybersicherheit werden von den befragten Unternehmen dagegen nicht als relevantes Hemmnis der Umsetzung thematisiert. Vielmehr wird ein hoher Aufwand zur Sicherstellung der Informationssicherheit beschrieben. Während informationstechnische Herausforderungen nahezu von jedem zweiten Unternehmen wahrgenommen werden, hat nur ein Viertel der befragten Personen aus Verbands- und Interessensvertretungen diese Problematik benannt. Demzufolge scheint das Hemmnis von höherer Wichtigkeit zu sein, als es bisher von den Verbands- und Interessensvertretungen bemerkt wurde. Die inhaltlichen Erkenntnisse der Unternehmensinterviews werden im Folgenden anhand der zwei Ausprägungen **hohe Komplexität der IT-Systemlandschaft** und **unzureichende Datenqualität und -verfügbarkeit** dargestellt.

Hohe Komplexität der IT-Systemlandschaft

Die Umsetzungsanforderungen steigen bei zunehmender Heterogenität der IT-Systemlandschaft hinsichtlich benötigter Zeit und Kompetenzen – womit häufig die Umsetzungsbereitschaft seitens der Unternehmen sinkt. Dass dieses Hemmnis bei international aufgestellten, häufig anorganisch gewachsenen Unternehmen besonders ausgeprägt ist, bestätigen die Unternehmensvertreterinnen und -vertreter.

Fallbeispiel

Ein Unternehmen mit global verteilten Produktionsstandorten plant die Einführung eines MES für alle Standorte, um von übergreifenden Berichten zu profitieren. Da die Verantwortung der Digitalisierung dezentral verteilt ist, also bei den einzelnen Standorten liegt, haben sich in der Vergangenheit unterschiedliche Einzellösungen entwickelt. Jede einzelne Werksleitung von der standardisierten Lösung zu überzeugen und anschließend die Voraussetzungen dafür zu schaffen, kostet aktuell sehr viel Zeit und Aufwand.

Des Weiteren können auch unzureichende Voraussetzungen langbewährter ERP-Systeme eine Hürde bei der Vernetzung von Systemen darstellen, zum Beispiel eine zu geringe Leistungsfähigkeit.

Unzureichende Datenqualität und -verfügbarkeit

Damit das Potenzial von Digitalisierungslösungen umfassend ausgeschöpft werden kann, sind Daten in ausreichender Qualität entscheidend. Darüber sind sich befragte Personen der Unternehmen sowie Verbands- und Interessensvertretungen einig. Hervorzuheben ist jedoch, dass die befragten Unternehmen vor allem die Datenerfassung beziehungsweise -verfügbarkeit als Hemmnis nennen. Besonders das Nachrüsten bestehender Maschinen und Anlagen stellt Unternehmen vor Herausforderungen. Konkret müssen softwareseitig Schnittstellen geschaffen werden und hardwareseitig Sensoren an den Maschinen beziehungsweise Anlagen angebracht werden, sodass relevante Daten erhoben und in übergreifenden Systemen integriert werden können. Bestehende Maschinen und Anlagen erfüllen die Voraussetzungen dafür aufgrund langer Nutzungsdauern häufig nicht. Gleichzeitig ist der wirtschaftliche Nutzen des Nachrüstens einigen Unternehmen unklar.

„Jede Maschine, die wir haben, hat eine Lebensdauer von zwanzig Jahren plus. Das bedeutet, wenn ich mir zum jetzigen Zeitpunkt eine Maschine kaufen würde, hätte die den Design-Standpunkt von nicht einmal Industrie 4.0 und würde uns die nächsten zwanzig Jahre auf der Tasche liegen. Sachlich gesehen muss ich etwas, das per Design nicht dafür ausgerichtet war, nachträglich mit irgendetwas ausstatten.“

Fehlende finanzielle Ressourcen

Die Finanzierung von Digitalisierungsvorhaben wird von den befragten Personen aus Unternehmen deutlich seltener als Hemmnis thematisiert, als es in den Verbandsinterviews der Fall war. Nur jedes sechste Unternehmen kann die anfallenden Investitionsvolumina nicht durch Eigenkapital oder Gewinnthesaurierung decken, beziehungsweise will oder kann sich nicht für einzelne Investitionen

verschulden. Im Vergleich dazu sehen 65 Prozent der Interviewten aus Verbands- und Interessensvertretungen dies als Problem an.

Als Grund für die Finanzierung aus Eigenkapital oder Gewinnthesaurierung führen einige Unternehmen Unsicherheiten bei der Vorhersage der Kosten von Digitalisierungsvorhaben an. Häufig resultiert aus eher sicherheitsorientierten Finanzierungsansätzen eine langsamere Umsetzungsgeschwindigkeit, da nur eine begrenzte Anzahl an Projekten gleichzeitig beziehungsweise überhaupt durchgeführt werden können.

Besonders häufig tritt die Herausforderung der Finanzierung bei KMU sowie Einzel- und Kleinserienfertigern auf, die sich tendenziell am Anfang der digitalen Transformation befinden. Sie haben im Vergleich zu größeren Unternehmen den Nachteil, dass hohe Skaleneffekte bei Investitionen ausbleiben. Bei Unternehmen mit geringem Digitalisierungsfortschritt fallen dagegen vor allem in der Anfangsphase der digitalen Transformation hohe Kosten an, etwa zur digitalen Anbindung von Maschinen. Sie erzeugen zunächst keinen Nutzen, weshalb die Unternehmen eine Finanzierung mit Eigenkapital nicht stemmen wollen beziehungsweise eine Aufnahme von Fremdkapital nicht realisieren können. Banken verwehren Kredite aufgrund unklarer Nutzenszenarien.

Zusammenfassung und Einordnung

Während *fehlende Umsetzungskompetenzen und -kapazitäten* sowie *unzureichende Voraussetzungen in Informations- und Betriebstechnik* eine Herausforderung für alle Typen von Unternehmen darstellen können, treten eine *fehlende Digitalkultur* und *unzureichende finanzielle Ressourcen* vorwiegend in bestimmten Unternehmensgruppen auf.

Erstens neigen besonders mittlere, große und sehr große Unternehmen mit ausgeprägten Hierarchien zur Bildung organisationaler Silos. In der Folge werden Synergien nicht gehoben und Insellösungen entstehen. Darüber hinaus tendiert diese Gruppe von Unternehmen dazu, Veränderungen beziehungsweise neue digitale Lösungen unzureichend zu kommunizieren oder die Beschäftigten nicht in die Lösungsentwicklung einzubeziehen. Aus diesem Grund scheitern Lösungseinführungen, oder die organisationale Anpassung dauert zu lange. Dies ist wenig überraschend, da auch andere Transformationsvorhaben abseits der Digitalisierung in großen Unternehmen oftmals langsamer voranschreiten als in kleinen und mittleren. Trotzdem, oder gerade deshalb sollten große Unternehmen das Problem ernst nehmen und sich öffnen für agile, explorative Arbeitsweisen. Darüber hinaus muss die umfassende Einbindung von Beschäftigten aller Hierarchien in die Entwicklung und Umsetzung digitaler Lösungen selbstverständlich sein, unabhängig von der Unternehmensgröße. Auch die frühzeitige Involvierung des Betriebsrats muss zur Grundregel jedes Digitalisierungsprojekts werden. Die Ergebnisse der Interviews mit Gewerkschaften und Personen der Arbeitnehmervertretung zeigen klar auf, dass diese digitalen Lösungen sehr offen gegenüberstehen und diese aktiv einfordern.

Zweitens haben große und sehr große Unternehmen sowie Unternehmen mit digitalisierten Produkten in einigen Fällen ein Mentalitätsproblem zu lösen, das die Entwicklung neuartiger Leistungssysteme und die Umsetzung von Digitalisierungsvorhaben hemmt. Ursächlich sind eine Kultur der Risikovermeidung sowie das Festhalten an traditionellen Fertigungstugenden und bestehenden Strukturen, die der Einführung agiler Organisationsformen und explorativer Entwicklung entgegenstehen. Dieses Hemmnis ist als kritisch einzustufen, da die Geschwindigkeit der Digitalisierung in Zukunft zunehmen wird und sich eine solche Kultur dann umso mehr als Hemmnis herausstellen könnte.

Drittens stehen insbesondere KMU mit geringem Digitalisierungsgrad oder Einzel- und Kleinserienfertiger vor der Herausforderung knapper Investitionsmittel. Zum einen entscheiden sie sich aus Sicherheitsgründen häufig für die Eigenkapitalfinanzierung und müssen feststellen, dass die Investitionsvolumina die verfügbaren Mittel übersteigen. Zum anderen fällt es ihnen schwer, Banken von Digitalisierungsvorhaben zu überzeugen, sodass ihnen seltener Fremdkapital zur Verfügung steht. An dieser Stelle ist jedoch festzuhalten, dass die Digitalisierung für einen Großteil der Unternehmen nicht an unzureichenden Investitionsmitteln scheitert. Eine mögliche Lösung dieses Hemmnisses liegt in der Weiterentwicklung von Wirtschaftlichkeitsbewertungsverfahren für digitale Lösungen. Können Kosten- und Nutzeneffekte präziser und verlässlicher als bisher prognostiziert werden, stützt dies einerseits die interne Mittelefreigabe, weil das Investitionsrisiko sinkt, andererseits kann die Sinnhaftigkeit digitaler Projekte auch gegenüber Banken besser als gegenwärtig erläutert werden, weshalb eine größere Bereitschaft zur Vergabe von Krediten zu erwarten ist.

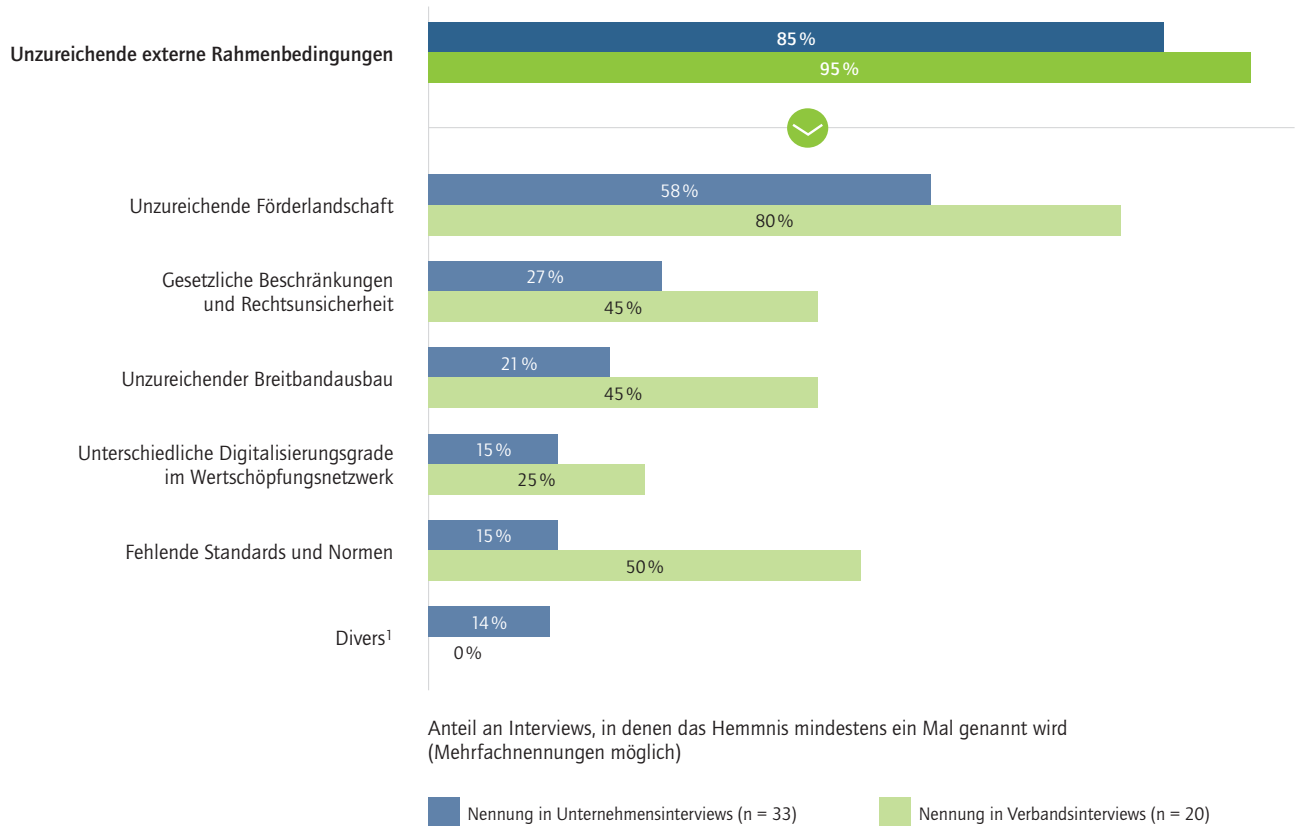
2.5. Unzureichende externe Rahmenbedingungen

Während interne Hemmnisse direkt von den Unternehmen beeinflusst und abgebaut werden können, beschreiben externe Hemmnisse Aspekte der Branchen- und Makroumwelt. Damit lassen sich die externen Hemmnisse nur sehr eingeschränkt durch einzelne Unternehmen beeinflussen und müssen folglich durch andere Akteure, zum Beispiel den Staat, adressiert werden.

Mit 85 Prozent Nennungsanteil in den Interviews werden unzureichende externe Rahmenbedingungen auf Unternehmensebene ähnlich relevant wahrgenommen wie auf Verbandsebene (95 Prozent). Die in den Verbandsinterviews angesprochenen Aspekte dieser Kategorie (*unzureichende Förderlandschaft*, *fehlende Standards und Normen*, *gesetzliche Beschränkungen* und *Rechtsunsicherheit*, *unzureichender Breitbandausbau* und *unterschiedliche Digitalisierungsgrade im Wertschöpfungsnetzwerk*) tauchen auch in den Unternehmensinterviews auf. Die Relevanz der einzelnen Hemmnisse ist – abgesehen von *unterschiedlichen Digitalisierungsgraden im Wertschöpfungsnetzwerk* – auf Unternehmensebene allerdings deutlich niedriger ausgeprägt (siehe Abbildung 8). Mit Ausnahme der *unzureichenden Förderlandschaft* handelt es sich damit nicht um industrieweite Hemmnisse. Neben den bereits aus

Abbildung 8: Häufigkeit der Nennung von Hemmnissen in der Kategorie „Unzureichende externe Rahmenbedingungen“

Im Hinblick auf externe Rahmenbedingungen werden Unternehmen primär durch die unzureichende Förderlandschaft bei der Digitalisierung gehemmt



¹ Die Kategorie „Divers“ umfasst unzureichende Beratungsdienstleistungen durch Consultingunternehmen, unzureichende politische Rahmenbedingungen sowie teure und instabile Stromversorgung.

Quelle: eigene Darstellung

der Verbandsinterviews bekannten Hemmnissen werden noch sehr vereinzelt unzureichende Beratungsdienstleistungen durch Consultingunternehmen, unzureichende politische Rahmenbedingungen sowie eine zu teure und instabile Stromversorgung thematisiert.

Im Nachfolgenden soll detaillierter auf die Hemmnisse der unzureichenden Förderlandschaft, der gesetzlichen Beschränkungen und Rechtsunsicherheit sowie des unzureichenden Breitbandausbaus eingegangen werden.

Unzureichende Förderlandschaft

Zur Unterstützung von Unternehmen bei der Digitalisierung bestehen zahlreiche Förderprogramme. Hierzu zählen regionale Unterstützungsangebote, zum Beispiel Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren, und Förderprogramme auf Ebene der Länder, des Bundes und der Europäischen Union. Das vielfältige Förderangebot umfasst unter anderem kostenfreie Qualifikationsveranstaltungen, Geldmittel für bestimmte Investitionen oder die Finanzierung von Forschungsprojekten, um die Zusammenarbeit und den Wissenstransfer zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu fördern.

Die unzureichende Förderlandschaft hemmt sechs von zehn Unternehmen und ist damit das wichtigste externe Umsetzungshemmnis. Die Hypothese, dass staatliche Förderprogramme zwar vorhanden, allerdings nicht im erforderlichen Umfang durch Unternehmen genutzt werden, wird damit gestützt.

In den Verbandsinterviews werden als Gründe für die ausbleibende Inanspruchnahme die praxisfernen Förderthemen, die impraktikablen Förderkriterien, die Unübersichtlichkeit der Förderlandschaft und der zu hohe Beantragungsaufwand genannt. Diese Gründe werden auch aus der Perspektive der Unternehmen bestätigt.

Der von jedem zweiten Unternehmen genannte und damit mit Abstand wichtigste Grund für die unzureichende Förderlandschaft ist der verfehlte Förderbedarf. Interviewte beklagen in diesem Zusammenhang eine unzureichende Förderung von Grundlagen, eine mangelnde Praxistauglichkeit von Forschungsergebnissen, fehlender Austausch über Best Practices, eine fehlende Förderung konkreter Anwendungsfälle, eine fehlende Unterstützung bei der Konzeption einer Digitalisierungsstrategie, eine unzureichende Begleitung der Unternehmen bei der Umsetzung sowie ein unzureichendes Aufzeigen von Technologietrends.

Jedes sechste Unternehmen nennt impraktikable Förderrichtlinien als Grund für die unzureichende Förderlandschaft. Hier besteht einerseits das Problem, dass es für mittelgroße Unternehmen keine passenden Fördermöglichkeiten gibt, da sie für eine KMU-Förderung nicht in Frage kommen und für große Projekte die Ressourcen fehlen. Andererseits erfüllen teilweise selbst KMU die formalen Förderrichtlinien nicht – zum Beispiel wegen eines zu hohen Umsatzes – obwohl sie für die Förderung geeignet wären und davon profitieren würden

Gesetzliche Beschränkungen und Rechtsunsicherheit

Rechtliche Rahmenbedingungen können Digitalisierung hemmen oder verhindern. Sei es durch Verbote oder aufgrund von Rechtsunsicherheit und den damit einhergehenden Interpretationsspielräumen bestehender Gesetze. Weiter hemmen Verbote oder voreilige Regulierung wichtige Innovationen. Sie führen dazu, dass Unternehmen ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeiten nicht mehr hierzulande durchführen, sondern dort, wo der gültige Rechtsrahmen eine entsprechende Entwicklung ermöglicht und das fertige Produkt am Ende auch eingesetzt werden darf. Hier stellt insbesondere die deutsche Kultur und das Mindset ein Problem dar, da hierzulande viel Wert auf den Schutz der personenbezogenen Daten gelegt wird. Neben klaren Verboten hemmen allerdings auch der große Interpretationsspielraum bestehender Gesetze und die Tatsache, dass die Gesetzgebung nicht mit der technologischen Entwicklung Schritt hält, die Digitalisierung und ihre Umsetzung. Die Folge ist, dass Digitalisierungsprojekte entweder verworfen werden, weil in den Unternehmen spezialisierte Juristinnen und Juristen fehlen, oder sich deren Umsetzung aufgrund ungeklärter Rechtsfragen in die Länge zieht.

Jedes vierte Unternehmen empfindet gesetzliche Beschränkungen und eine wahrgenommene Rechtsunsicherheit als Hemmnis bei der Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen. Damit kann durch die Unternehmensinterviews die Hypothese ebenfalls gestützt werden, dass Verbote, Rechtsunsicherheiten und die sich daraus ergebenden Interpretationsspielräume insbesondere Unternehmen hemmen, die einer starken Regulierung unterworfen sind. Neben der Unzulässigkeit, bestimmte Daten (zum Beispiel Patientendaten) oder digitale Lösungen zu nutzen, spielen hier auch sich schnell ändernde Rechtsvorschriften, die unterschiedlich ausgelegt werden können, sowie die EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) eine wesentliche Rolle, die nicht nur Unternehmen in stark regulierten Märkten hemmen.

Unzureichender Breitbandausbau

Während Unternehmen in Ballungszentren und Metropolregionen zumeist über eine stabile Internetverbindung mit hoher Bandbreite verfügen, fehlt Unternehmen im ländlichen Raum entweder ein Breitbandanschluss oder der vorhandene ist nicht ausreichend leistungsfähig. Eine stabile Leitung mit ausreichend Leistung ist allerdings eine zwingende Voraussetzung, um große Datenmengen, zum Beispiel aus der vernetzten Produktionslandschaft, schnell verarbeiten zu können. Sonst lassen sich datenintensive Anwendungen wie

Cloud-Anwendungen nicht nutzen, weil die Übertragungsraten zu niedrig sind und damit die Datenverarbeitung zu langsam erfolgt. Niedrige Bandbreiten stehen auch einer standortübergreifenden, virtuellen Zusammenarbeit entgegen, weil sich weder Videokonferenzen störungsfrei durchführen lassen, noch ein Datenaustausch über mehrere Standorte in ausreichender Geschwindigkeit möglich ist.

Eine unzureichende IKT-Infrastruktur hemmt jedes fünfte Unternehmen der Stichprobe bei der Digitalisierung. Damit scheint dem Hemmnis nur eine geringe Relevanz zuzukommen. Dieser Schein trägt jedoch, denn für Unternehmen mit Sitz in strukturschwachen Regionen – oftmals der deutsche Mittelstand – ist die fehlende IKT-Infrastruktur als Enabler von Digitalisierung ein wesentliches Hemmnis. Gerade diese Unternehmen drohen so, den Anschluss bei der Digitalisierung zu verlieren, da sie oftmals nicht selbst in der Lage sind, das Hemmnis zu beseitigen. Für Unternehmen stellt neben der geringen Bandbreite das Fehlen einer redundanten Datenanbindung ein Hemmnis dar. Überall dort, wo sie von nur einem Anbieter abhängig sind, droht bei dessen Ausfall die gesamte Produktion stillzustehen, weil keine Ersatzanbindung möglich ist.

Fehlende Standards und Normen

Bis dato liegt die deutsche Industrie beim Setzen von Standards, zum Beispiel Schnittstellen zur Maschinenvernetzung, Dateiformate zum Austausch von Informationen etc., zurück. Da noch keine industrieweiten Standards existieren, entwickeln große Unternehmen eigene. Das führt allerdings dazu, dass sich Standards je nach Branche und teilweise sogar innerhalb einer Branche unterscheiden. Die Folge ist, dass Unternehmen, die in unterschiedlichen Branchen aktiv sind, de facto keine allgemeingültigen Standards zur Orientierung haben und sich an viele verschiedene Schnittstellen adaptieren müssen. Das führt zu einer enormen technischen Komplexität, weil sich unterschiedliche Software-Typen und -Generationen sowie Maschinen und Anlagen verschiedener Hersteller nur mit großem Aufwand vernetzen lassen. Darüber hinaus hemmt es auch die Innovationsfreudigkeit und Investitionsbereitschaft von Unternehmen, weil nicht klar ist, welche Standards sich zukünftig durchsetzen werden.

Fehlende Standards und Normen hemmen in der Stichprobe ebenfalls jedes siebte Unternehmen. Auch wenn die Relevanz dieses Hemmnisses für die Unternehmen der gesamten Stichprobe nicht besonders hoch zu sein scheint, wird die Hypothese nicht entkräftet, dass fehlende Standards und Normen die Investitionsbereitschaft von KMU hemmen und diese Unternehmen dadurch bei der Umsetzung mit einer hohen technischen Komplexität konfrontiert sind.

In der Stichprobe nimmt die Relevanz des Hemmnisses der fehlenden Standards und Normen mit dem Digitalisierungsfortschritt ab. So sind Unternehmen, die Pilotprojekte erfolgreich umgesetzt und Digitalisierung bereits umfangreicher einsetzen, überhaupt nicht betroffen. Jedoch wird jedes fünfte Unternehmen, das ganz

am Anfang der Digitalisierung steht, von fehlenden Standards und Normen gehemmt. Damit scheint es sich hier um ein Einstiegsproblem der Digitalisierung zu handeln, weil Unsicherheit herrscht, ob getätigte Investitionen in neue Anlagen oder Technologien in Zukunft weiterhin genutzt werden können.

Zusammenfassung und Einordnung

Drei Gruppen sind primär in ihren Digitalisierungsvorhaben von unzureichenden externen Rahmenbedingungen betroffen.

Erstens stellen fehlende Standards und Normen für Unternehmen mit einem niedrigen Umsetzungsgrad bei der Digitalisierung eine Einstiegshürde dar, weil Unsicherheit darüber herrscht, ob implementierte Industrie 4.0-Lösungen mit zukünftigen Lösungen kompatibel sein werden. Darüber hinaus wird diese Gruppe von unterschiedlichen Digitalisierungsgraden im Business-Ökosystem gehemmt, was die unternehmensübergreifende Vernetzung erschwert. Dieses Hemmnis ist nur durch gemeinsame Initiativen zwischen Unternehmen, Verbänden und der Politik lösbar. Da gerade Unternehmen mit einem niedrigen Umsetzungsgrad betroffen sind, ist hier ein wichtiger Hebel zu finden, um die digitale Transformation in die ganze Breite der deutschen Industrielandschaft zu tragen und einige der blinden Flecken zu beseitigen.

Zweitens wird der Förderbedarf von KMU und großen Unternehmen durch die aktuelle Förderlandschaft aufgrund unpassender Angebote, impraktikabler Förderrichtlinien und der unübersichtlichen Förderlandschaft nicht ausreichend gedeckt. Viele Förderprogramme entfalten ihre Wirkung daher nur teilweise. Dass das Hemmnis einer unzureichenden Förderlandschaft von den Verbänden und Interessenvertretungen sowie den Unternehmen als hoch relevant eingeschätzt wird, unterstreicht die Bedeutung der Lösungsfindung in diesem Bereich. Es bestehen bereits sehr viele Fördermöglichkeiten – das bestätigen viele der Interviewten aus Unternehmen. Allerdings scheinen diese den Bedarf der Unternehmen nicht zu treffen. Viele Unternehmen stehen noch so weit am Anfang der Digitalisierung, dass sie Forschungsprojekte zu sehr innovativen Technologien – zum Beispiel im Bereich Quantencomputing – kaum sinnvoll für ihr Alltagsgeschäft nutzen könnten. Sie benötigen eine stärkere Förderausrichtung auf Basisthemen, zum Beispiel zur unternehmensinternen IT-Infrastruktur.

Die dritte und letzte Gruppe besteht aus Unternehmen, die sich bereits im Rollout von Industrie 4.0 befinden. Diese Unternehmen werden durch gesetzliche Beschränkungen und der bestehenden Rechtsunsicherheit bei der Umsetzung weiterer Industrie 4.0-Lösungen gehemmt, weil Gesetze teilweise zu strikt sind, einer ständigen Veränderung unterliegen oder nicht eindeutig genug formuliert sind.

3. Handlungsoptionen

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen und den Erfahrungen erfolgreich digitalisierter Unternehmen werden in den folgenden Abschnitten in insgesamt fünf Dimensionen Handlungsoptionen für die beteiligten Akteure formuliert.

3.1. Digitalisierungskultur

Jedes Unternehmen muss eine ausgeprägte Digitalisierungskultur etablieren – „vom Azubi bis zum Eigentümer“. Beschäftigte auf allen Ebenen müssen digitale Lösungen als notwendig erkennen und ihre Ideen einbringen können. Auch kritisch eingestellte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind zu involvieren. Eine umfassende Kommunikation muss selbstverständlich sein, wenn Digitalisierung schnell und effizient umgesetzt werden soll.

- **Politik: Tiefere Verankerung der Digitalisierung in der gesamten Gesellschaft**

Digitalisierung muss in öffentlichen Prozessen eine Selbstverständlichkeit sein, beispielsweise müssen Behördengänge durch digitale, vollautomatisierte Verfahren ersetzt werden. Eine verlässliche Breitbandinfrastruktur (zukünftig 5G) darf nicht als Erfolg gefeiert werden, sondern muss für jede Region zur Basisausstattung zählen.

- **Politik: Chancenorientierung anstelle von Bedenkentum**

Gesellschaftliche Diskurse sollten stärker von einer konstruktiven Lösungsorientierung statt von Datenschutzbedenken und Diskussionen im „Klein-Klein“ geprägt werden.

- **Unternehmen: Integration digital affiner Beschäftigter in strategische Entscheidungsprozesse**

In praktisch jedem Unternehmen finden sich digital sehr affine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, ihre Ideen finden aber aufgrund starrer Hierarchien und konservativer Denkmuster auf der Managementebene kein Gehör. Die Lösung liegt im Aufbau agiler Organisationsstrukturen und einer aktiven Integration digital affiner und kompetenter Beschäftigter.

- **Unternehmen: Offenheit für explorative Lösungsansätze, Kooperation und Kommunikation verstärken**

Die Einführung agiler Methoden, die Etablierung von Austauschformaten über Abteilungsgrenzen hinweg und das aktive Anhören auch kritischer Stimmen können helfen, Vorbehalten in der Organisation gegenüber neuen, unbekanntem Lösungen konstruktiv zu begegnen. Das Mitnehmen aller Beschäftigten ist ein zentraler Erfolgsfaktor digitaler Vorzeigeunternehmen. Fehler sollten erlaubt und gewollt sein – sie bieten die Chance zur Reflektion wichtiger Entscheidungen und zum Lernen.

3.2. Qualifizierung

Digitale Bildung und lebenslange Weiterbildung zu Digitalisierung muss integraler Bestandteil jeder Ausbildung, jedes Berufs und jeder Karriere werden. Langfristig stärkt das die Digitalisierungsaффinität und -kompetenz gleichermaßen im Management und in der Belegschaft.

- **Politik, Verbände und Unternehmen: Umfassendere Thematisierung von Digitalisierung in allen Berufsausbildungen**

Digitale Prinzipien, Lösungen und Strategien müssen integraler Bestandteil jedes Ausbildungsberufs von der Berufsvorbereitung bis zum höheren Berufsabschluss sein. Sie sind für die Zukunft des beruflichen Nachwuchses von herausragender Bedeutung. Unternehmen können ihre Auszubildenden schon früh mit einfachen Beispielen für Digitalisierung begeistern. Auch strategische Aspekte der Unternehmensführung sollten besser verankert werden.

- **Politik: Stärkere Ausrichtung von Studiengängen an zukünftigen Bedarfen**

Die Programmierung von KI-Lösungen und die Entwicklung eigener digitaler Anwendungen dürfen nicht nur in einzelnen Studiengängen zum Alltag gehören, sondern müssen Teil jedes Studiums sein, unabhängig von der Fachrichtung. Nur so können digitale Fachkräfte in der erforderlichen Zahl ausgebildet werden.

- **Politik: Qualifizierung arbeitsteilig organisieren**

Universitäten sollten sich wieder stärker in Richtung wissenschaftliches Arbeiten orientieren. Das unterstützt die grundlegende Weiterentwicklung digitaler Lösungen, zum Beispiel in Entwicklungsabteilungen von Unternehmen. Hochschulen und Business Schools sollten dagegen mehr anwendungsbezogene Kompetenzen fördern und die Wissensvermittlung am digitalen Bedarf der Industrie ausrichten.

- **Unternehmen: Umfassendere Nutzung bestehender Netzwerk- und Weiterbildungsformate**

Verbände, Institute, Wirtschaftsförderungen und viele weitere Multiplikatoren bieten schon heute zahlreiche Austausch- und Qualifizierungsmöglichkeiten sowohl für das Management als auch für Fachkräfte an, oftmals kostenlos. Unternehmen sollten diese viel häufiger in Anspruch nehmen und die Erkenntnisse strukturierter als heute in die eigene Organisation transferieren.

Tabelle 4: Handlungsoptionen – Dimensionen und Akteure

Dimensionen/ Akteure	Politik	Verbände	Unternehmen	Umsetzungsakteure
Digitalisierungskultur	<ul style="list-style-type: none"> • Tiefere Verankerung der Digitalisierung in der gesamten Gesellschaft • Chancenorientierung anstelle von Bedenkentum 		<ul style="list-style-type: none"> • alle Beschäftigten müssen sich als Teil der digitalen Transformation sehen • Integration digital affiner Beschäftigter in strategische Entscheidungsprozesse • Offenheit für explorative Lösungsansätze, Kooperation und Kommunikation verstärken 	
Qualifizierung	<ul style="list-style-type: none"> • Stärkung digitaler Inhalte in schulischen Lehrplänen • Stärkere Ausrichtung von Studiengängen an zukünftigen Bedarfen • Qualifizierung arbeitsteilig organisieren • Umfassendere Thematisierung von Digitalisierung in allen Berufsausbildungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Etablierung besserer Weiterbildungsmöglichkeiten • Umfassendere Thematisierung von Digitalisierung in allen Berufsausbildungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassendere Nutzung bestehender Netzwerk- und Weiterbildungsformate • Etablierung besserer Weiterbildungsmöglichkeiten • Umfassendere Thematisierung von Digitalisierung in allen Berufsausbildungen 	
Verantwortlichkeit im Unternehmen			<ul style="list-style-type: none"> • Verankerung der Digitalisierungsverantwortlichkeit im Topmanagement • Aufbau einer unternehmensweiten Umsetzungsorganisation • Formulierung einer klaren Gesamtstrategie als Rahmen 	
Nutzenbewertung	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassendere Standardisierung von Schnittstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassendere Standardisierung von Schnittstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Breitere Erfassung von Nutzeneffekten im gesamten Unternehmen • Stärkere Nutzenargumentation über langfristige Visionen und Zielbilder 	<ul style="list-style-type: none"> • Breitere Erfassung von Nutzeneffekten im gesamten Unternehmen • Umfassendere Standardisierung von Schnittstellen
Förderlandschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Schwerpunkt von Förderungen auf die Umsetzung von Basistechnologien verlagern • Orientierung von Förderkriterien am tatsächlichen Bedarf • Weniger Bürokratie und transparente Vorgehensweisen in der Beantragung von Fördermitteln 	<ul style="list-style-type: none"> • Echter Transfer von Ergebnissen in andere Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Echter Transfer von Ergebnissen in andere Unternehmen • Stärkung der Zusammenarbeit von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Echter Transfer von Ergebnissen in andere Unternehmen • Stärkung der Zusammenarbeit von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen
Innovationsumfeld	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Referenzarchitekturen für die Digitalisierung • Handlungssicherheit durch verständliche Datenschutzregelungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Referenzarchitekturen für die Digitalisierung • Unterstützung durch Technologieorientierung • Handlungssicherheit durch verständliche Datenschutzregelungen • Kompetenz- und Kapazitätsaufbau beim Thema Datenschutz und Datensicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Referenzarchitekturen für die Digitalisierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von Referenzarchitekturen für die Digitalisierung • Unterstützung durch Technologieorientierung

- **Verbände und Unternehmen: Etablierung besserer Weiterbildungsmöglichkeiten**

Niederschwellige Online-Lernformate helfen, allen Beschäftigten Qualifikationen für Digitalisierung zu ermöglichen. Die Kompetenzbedarfsplanung sollte durch Reifegradmodelle unterstützt werden, die Kompetenzprofile für unterschiedliche Berufs- und Tätigkeitsbilder aufzeigen.

3.3. Verantwortlichkeit im Unternehmen

Digitalisierung erfordert eine eindeutige Verantwortlichkeit auf oberster Managementebene und setzt eine langfristige Unternehmensstrategie mit klaren Zielen voraus.

- **Unternehmen: Verankerung der Digitalisierungsverantwortlichkeit im Topmanagement**

Digitalisierung muss von höchster Stelle im Unternehmen getragen und getrieben werden. Das zeigen nahezu alle erfolgreich digitalisierten Firmen.

- **Unternehmen: Formulierung einer klaren Gesamtstrategie als Rahmen**

Digitalisierung darf nicht isoliert betrachtet werden. Ihr Zweck ist immer die Unterstützung der Gesamtstrategie eines Unternehmens. Dafür braucht es klare Visionen, Missionen und Ziele, an denen alle Digitalisierungsmaßnahmen ausgerichtet werden können. Dabei gilt: Nicht alles, was möglich scheint, muss auch digitalisiert werden. Stattdessen ist eine klare Fokussierung wichtig.

3.4. Nutzenbewertung

Es braucht neue Verfahren zur Nutzenbewertung digitaler Lösungen abseits der klassischen Wirtschaftlichkeitsbewertungsmethoden. Für eine bessere Rentabilität müssen digitale Lösungen branchenübergreifend standardisiert werden.

- **Unternehmen und Umsetzungsakteure: Breitere Erfassung von Nutzeneffekten im gesamten Unternehmen**

Viele digitale Lösungen wirken bereichsübergreifend. Statt einer Definition scharf abgegrenzter Wirkbereiche braucht es daher eine ganzheitliche Betrachtung auch indirekter Nutzeneffekte. Enabler-Technologien und Lösungen mit eigenständigem Nutzen müssen differenziert bewertet werden. Der Aufbau von Use-Case-Datenbanken kann helfen, Kosten und Potenziale präziser als bisher zu evaluieren, basierend auf realen Erfahrungswerten.

- **Unternehmen: Stärkere Nutzenargumentation über langfristige Visionen und Zielbilder**

Wo eine monetäre Nutzenbewertung aufgrund langer Projektlaufzeiten oder stark explorativer Technologiecharakteristika

nicht möglich ist, sollten sich Unternehmen an ihrer langfristigen Vision und den angestrebten Fähigkeiten durch Digitalisierung orientieren, um die Sinnhaftigkeit digitaler Maßnahmen evaluieren zu können. Voraussetzungen dafür sind eine klare strategische Ausrichtung, gut qualifizierte Führungskräfte als Treiber der langfristigen Maßnahmen und Kontinuität in der Führungsebene, da solche Lösungen einen langen Atem erfordern und von der gesamten Organisation unterstützt werden müssen.

- **Politik, Verbände, Unternehmen und Umsetzungsakteure: Umfassendere Standardisierung von Schnittstellen**

Anbieter digitaler Lösungen müssen mehr Out-of-the-Box-Lösungen entwickeln, die direkt und mit wenig Aufwand einsatzbereit sind. Voraussetzung dafür ist eine umfassendere Standardisierung von digitalen Schnittstellen innerhalb und über Branchengrenzen hinweg. Wo Unternehmen und Verbände sich nicht auf Standards einigen, muss die Politik tätig werden.

3.5. Förderlandschaft

Viele Förderinstrumente verfehlen heute den unternehmerischen Bedarf, weil sie die falschen Themen adressieren und viele Unternehmen von den Förderkriterien nicht erfasst sind. Es sollte ein stärkerer Fokus auf die Umsetzung digitaler Anwendungen gelegt werden. Damit sich auch Nachzüglerunternehmen an Förderprojekten beteiligen, muss der bürokratische Aufwand zur Beantragung sinken. Außerdem sollte ein echter Transfer von Ergebnissen in andere Unternehmen stattfinden.

- **Politik: Schwerpunkt von Förderungen auf die Umsetzung von Basistechnologien verlagern**

Reine Technologiekonzepte sind mittlerweile weitgehend bekannt. Hoch innovative Zukunftsthemen sind für den Wirtschaftsstandort Deutschland einerseits von hoher Bedeutung und sollten weiter stark gefördert werden, andererseits helfen sie aber gerade den Nachzüglerunternehmen bei der Digitalisierung kaum weiter. In den Mittelpunkt von Förderungen sollten verstärkt konkrete Anwendungsfälle und der Ausbau von IKT-Infrastrukturen gestellt werden.

- **Politik: Orientierung von Förderkriterien am tatsächlichen Bedarf**

Umsatzhöhe und Anzahl der Beschäftigten sollten nicht die zentralen und oftmals einzigen Förderkriterien sein. Stattdessen sollten Kriterien gewählt werden, die eine bessere Indikation über die Förderwürdigkeit zu spezifischen Digitalisierungsthemen ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise das regionale Wirtschaftsumfeld, die Innovations- und Finanzstärke, Branchenzugehörigkeit, Art des Produktionssystems sowie Reifegrade von Branchen.

- **Politik: Weniger Bürokratie und transparente Vorgehensweisen in der Beantragung von Fördermitteln**

Zur Beantragung von Fördermitteln werden klare Vorgehensweisen benötigt, die mit vertretbarem Aufwand umzusetzen sind. Zu häufig fehlt Unternehmen die Zeit sich mit den umfangreichen Anforderungen der Antragsstellung auseinanderzusetzen.

- **Politik: Durchgängige Förderinstrumente, die Umsetzung inkludieren**

Es bedarf einer durchgängigen und abgestimmten Förderkette vom Quick Check über Potenzialanalyse, Machbarkeitsnachweis, Entwicklung von Minimum Viable Products, Roadmapping bis hin zur operativen Umsetzung von Technologien. Diese Aktivitäten müssen durch leichtgewichtige Förderinstrumente, wie Innovationsgutscheine, unterstützt und umgesetzt werden. Ziel muss der Live-Betrieb eines Demonstrators sein. Ansonsten steigen zu viele Unternehmen vor der eigentlichen Umsetzung aus.

3.6. Innovationsumfeld

Ein gesamtwirtschaftliches Innovationsumfeld unter Beachtung europäischer Datenschutzstandards hilft den Unternehmen beim Erkennen und Umsetzen digitaler Trends.

- **Politik, Verbände, Unternehmen und Umsetzungsakteure:**

- **Aufbau von Referenzarchitekturen für die Digitalisierung**

GAIA-X ist eine sehr gute Initiative, um eine gesamteuropäische Dateninfrastruktur aufzubauen. Es bedarf weiterer Initiativen dieser Art. Die Kooperation in digitalen Ökosystemen, die Unternehmensvernetzung über Plattformen oder ein Referenzrahmen für die Nutzung von KI sind Themen, die unter aktiver Beteiligung umgesetzt werden sollten.

- **Verbände und Umsetzungsakteure: Unterstützung durch Technologieorientierung**

Bestehende Technologieradare helfen Unternehmen bereits, die Relevanz verschiedener Trends gut einschätzen zu können. Sie sollten weiterentwickelt und stärker nach Branchen, Produktionssystemen, Digitalisierungstechnologien etc. differenziert werden. Ergebnis kann ein Baukastensystem für die Digitalisierung sein.

4. Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der Expertise zeigen, dass Unternehmen vor allem bei der Umsetzung von Industrie 4.0 auf große Hemmnisse stoßen. Wesentliche Einflüsse sind fehlende Kompetenzen und Kapazitäten in der Belegschaft, die mehr als jedes zweite befragte Unternehmen betreffen. Aufgrund des aktuell vorherrschenden Fachkräftemangels kann dieses Hemmnis gesamtwirtschaftlich nur in der langfristigen Perspektive gelöst werden. Digitale Kompetenzen sollten in allen Lebensphasen, in Schule, Ausbildung, Studium und berufsbegleitenden Qualifizierungen vermittelt und stärker als bisher fokussiert werden. Besonders betroffen vom Fachkräftemangel sind das Handwerk und das verarbeitende Gewerbe. Unternehmen dieser Branchen sind daher tendenziell weniger digitalisiert als Unternehmen des Fahrzeugbaus oder der Elektrobranche.

Ebenfalls von großer Relevanz ist das Hemmnis einer unzureichenden Förderlandschaft. Viele Unternehmen, die am Anfang der Digitalisierung stehen und förderwürdig erscheinen, können oder wollen staatliche Förderprogramme nicht in Anspruch nehmen, weil die individuellen Unterstützungsbedarfe nicht gedeckt werden, Förderkriterien nicht zum Unternehmensprofil passen und der Beantragungsaufwand oftmals zu hoch ist. Die Beseitigung dieses Hemmnisses liegt in einer umsetzungsorientierteren Gestaltung von Förderinstrumenten, die niederschwellig auch von Nachzüglern der Digitalisierung in Anspruch genommen werden können.

Fehlendes Notwendigkeitsempfinden für Digitalisierung und mangelnde Fähigkeiten zur Entwicklung einer Digitalisierungsstrategie sind weitere zentrale Digitalisierungshemmnisse. Sie werden oftmals durch einen eingeschränkten strategischen Handlungsspielraum und vor allem Problemen bei der wirtschaftlichen Nutzenbewertung von Digitalisierungsprojekten in Kombination mit mangelndem Wissen über Digitalisierung verursacht. Ansatzpunkte zur Lösung liegen einerseits in den Unternehmen selbst. Hier muss die Verantwortlichkeit für die Digitalisierung auf der obersten Managementebene verortet sein. Andererseits sollten bestehende Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Investitionen um spezifische Aspekte der Digitalisierung erweitert werden.

Rückblickend konnten die Ursachen und Wirkzusammenhänge einer langsamen Umsetzungsdynamik von Industrie 4.0 in bestimmten Teilen der deutschen Industrie mit dem gewählten qualitativen Forschungsdesign auf Basis der Grounded Theory gut identifiziert und herausgearbeitet werden. Die Erkenntnisse aus den geführten Verbands- und Unternehmensinterviews gehen deutlich über den Wissensstand der Literatur hinaus und zeigen einige Themenfelder auf, deren Relevanz in der Literatur zuvor nicht oder ohne Bezug zu bestimmten Unternehmenscharakteristika abgebildet war. An dieser Stelle ermöglichen die Ergebnisse der Expertise eine gute Einschätzung der Wichtigkeit einzelner Hemmnisse aus der Perspektive der unternehmerischen Praxis.

Eine zentrale Erkenntnis der vorliegenden Expertise ist, dass die Zurückhaltung einiger Unternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 nicht nur durch unerwünschte Hemmnisse bedingt ist, sondern nachvollziehbare Gründe für eine Entscheidung gegen Digitalisierung existieren. Dazu zählt etwa die mangelnde Rentabilität digitaler Lösungen. Diese Ergebnisse können dazu beitragen, die weitere Entwicklung digitaler Lösungen nicht nur aus Sicht sehr innovativer Leuchtturmprojekte zu denken, sondern hier bewusst auch die Perspektive der langsameren Umsetzungsdynamiken zu berücksichtigen. Das Ziel sollte sein, gute Digitalisierungslösungen in die Breite der deutschen Industrielandschaft zu tragen.

Da es sich bei der Grounded Theory um ein qualitatives Forschungsdesign zur Theoriebildung handelt, ist die Allgemeingültigkeit der Studienergebnisse limitiert. In der Folge sollten die wichtigsten Phänomene und Hemmnisse in zusätzlichen, spezifischeren und klar abgegrenzten quantitativen Studien untersucht werden, um die formulierten Hypothesen unter Auswahl einer repräsentativen Stichprobe zu überprüfen.

Bei der Stichprobe für diese Expertise wurde bewusst darauf geachtet, hauptsächlich Unternehmen auszuwählen, die Industrie 4.0 noch nicht vollständig umgesetzt haben. Für eine Einschätzung, welche Branchenbereiche bei der Umsetzung von Industrie 4.0 aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive besonders zurückfallen, sollte dagegen ein quantitatives Studiendesign gewählt werden, in dem unter repräsentativen Aspekten auch Vorreiterunternehmen bei der Digitalisierung befragt werden.

Eine Limitation der Studie liegt im Befragungsdesign für die Unternehmensinterviews. Da die interviewten Personen zur Einschätzung der Digitalisierungshemmnisse in ihren eigenen Unternehmen und teilweise zu ihrem eigenen Handeln befragt wurden, können Diskrepanzen zwischen ihrer subjektiven Wahrnehmung und einer objektiven Evaluierung nicht ausgeschlossen werden. Dieser Umstand ist ebenfalls zutreffend, wenn Unternehmen bereits Digitalisierungslösungen einsetzen, diese von den befragten Personen oder von den Unternehmen selbst aber nicht als solche erkannt werden. Positive wie negative Folgen, wie zum Beispiel mangelnde Datenschutzkonformität von nicht offiziell genutzten IT-Systemen, bleiben damit in der Befragung verborgen. Ergänzend könnten daher Analysen von externen Personen in den betreffenden Unternehmen durchgeführt werden, um die subjektive Sicht der involvierten Personen zu ergänzen.

Die Ergebnisse der Befragung zur Auswirkung der Corona-Krise auf Digitalisierungsstrategien und -aktivitäten offenbaren zunächst nur ein vorläufiges Bild. Für eine endgültige Abschätzung der Folgen ist es noch zu früh, weil die Bewältigung der Krise noch nicht abgeschlossen ist und viele langfristige Effekte daher noch nicht sichtbar sind. Die identifizierten Anhaltspunkte zu möglichen Auswirkungen können als Grundlage für eine Untersuchung zu einem späteren Zeitpunkt dienen.

Literatur

Abolhassan 2016

Abolhassan, F.: „Fazit und Ausblick“. In: Abolhassan, F. (Hrsg.): *Was treibt die Digitalisierung? Warum an der Cloud kein Weg vorbeiführt*, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 149–152.

acatech 2018

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Die digitale Transformation gestalten: Lebenslanges Lernen fördern. Empfehlungen des Human-Resources-Kreises von acatech und der Jacobs Foundation sowie der Hans-Böckler-Stiftung*, 2018. URL: www.acatech.de/publikation/die-digitale-transformation-gestalten-lebenslanges-lernen-foerdern/ [Stand: 27.07.2021].

acatech 2019a

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Akzeptanz von Industrie 4.0. Abschlussbericht zu einer explorativen empirischen Studie über die deutsche Industrie*, 2019. URL: www.acatech.de/publikation/abschlussbericht-akzeptanz-in-der-industrie-4-0/ [Stand: 27.07.2021].

acatech 2019b

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Vorstudie zur Entwicklung einer bedarfs- und nutzergerechten Unterstützung von KMU bei der Einführung und Anwendung von Industrie 4.0*, 2019. URL: www.acatech.de/publikation/unterstuetzung-von-kmu-auf-dem-weg-zur-industrie-4-0/ [Stand: 25.07.2021].

acatech 2019c

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Themenfelder Industrie 4.0. Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0*, 2019. URL: www.acatech.de/allgemein/industrie-4-0-forschungsbeirat-nennt-die-wichtigsten-themenfelder-der-naechsten-jahre/ [Stand: 27.07.2021].

acatech 2020a

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz in der Industrie. Warum ist KI für die Industrie wichtig? Was kann KI heute und in Zukunft? KI in Deutschland und im internationalen Vergleich. Handlungsfelder und Gestaltungsoptionen*, 2020. URL: www.acatech.de/publikation/acatech-horizonte-ki-in-der-industrie/ [Stand: 26.07.2021].

acatech 2020b

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Von Daten zu Wertschöpfung. Potenziale von Daten und KI-basierten Wertschöpfungsnetzwerken*, 2020. URL: www.acatech.de/publikation/von-daten-zu-wertschoepfung-potenziale-von-daten-und-ki-basierten-wertschoepfungsnetzwerken/ [Stand: 27.07.2021].

acatech 2020c

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *Der Industrie 4.0 Maturity Index in der betrieblichen Anwendung. Aktuelle Herausforderungen, Fallbeispiele und Entwicklungstrends*, 2020. URL: www.acatech.de/publikation/der-industrie-4-0-maturity-index-in-der-betrieblichen-anwendung/ [Stand: 02.07.2021].

acatech 2021

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.): *KI im Mittelstand. Potenziale erkennen, Voraussetzungen schaffen, Transformation meistern*, 2021. URL: www.acatech.de/publikation/ki-im-mittelstand-potenziale-erkennen-voraussetzungen-schaffen-transformation-meistern/ [Stand: 27.07.2021].

Appelfeller/Feldmann 2018

Appelfeller, W./Feldmann, C.: „Barrieren der digitalen Transformation und Handlungsempfehlungen zur Überwindung“. In: Appelfeller, W./Feldmann, C. (Hrsg.): *Die digitale Transformation des Unternehmens. Systematischer Leitfaden mit zehn Elementen zur Strukturierung und Reifegradmessung*, Berlin: Springer 2018, S. 193–200.

Bauer et al. 2014

Bauer, W./Schlund, S./Marrenbach, D./Ganschar, O.: *Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland*, 2014. URL: www.ipa.fraunhofer.de/content/dam/ipa/de/documents/UeberUns/Leitthemen/Industrie40/Studie_Vokswirtschaftliches_Potenzial.pdf [Stand: 02.07.2021].

Bauernhansl et al. 2016

Bauernhansl, T./Krüger, J./Gunther, R./Schuh, G.: *Wgp-Standpunkt Industrie 4.0*, 2016. URL: https://wgp.de/wp-content/uploads/WGP-Standpunkt-Industrie_4-0.pdf [Stand: 24.06.2021].

BDI/Noerr 2015

BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie/Noerr LLP (Hrsg.): *Industrie 4.0 – Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung. Ein Beitrag zum politischen Diskurs*, 2015. URL: https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/201511_Industrie40_Rechtliche-Herausforderungen-der-Digitalisierung.pdf [Stand: 18.01.2022].

Bertenrath et al. 2017

Bertenrath, R./Fritsch, M./Lichtblau, K./Schleiermacher, T.: *Digitale Wirtschaft Nordrhein-Westfalen*, 2017. URL: www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/roman-bertenrath-digitale-wirtschaft-nordrhein-westfalen-334156.html [Stand: 20.01.2021].

Bertenrath et al. 2018

Bertenrath, R./Fritsch, M./Lang, T./Lichtblau, K./Ricci, A./Schleiermacher, T.: *Digital-Atlas Deutschland. Überblick über die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft sowie von KMU, NGOs, Bildungseinrichtungen sowie der Zukunft der Arbeit in Deutschland*, 2018. URL: www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/roman-bertenrath-manuel-fritsch-thorsten-lang-karl-lichtblau-agnes-ricci-thomas-schleiermacher-digital-atlas-deutschland.html [Stand: 25.01.2021].

Bertschek/Briglaue 2018

Bertschek, I./Briglaue, W.: „Wie die Digitale Transformation der Wirtschaft gelingt“. In: *ZWE policy brief*: 5, 2018, S. 1–9.

Bertschek et al. 2017

Bertschek, I./Erdsiek, D./Kesler, R./Niebel, T./Rasel, F.: *Metastudie: Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung in Baden-Württemberg*, 2017. URL: http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Metastudie_Digitalisierung_BWZEW_2017.pdf [Stand: 28.07.2021].

Bitkom Research 2020

Bitkom Research: *Welche Hemmnisse sehen Sie beim Einsatz von Industrie-4.0-Anwendungen in Ihrem Unternehmen?*, 2020.

BMBF 2019

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *Leitbild 2030 für Industrie 4.0. Leitbild 2030 für Industrie 4.0 Digitale Ökosysteme global gestalten*, 2019. URL: www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Leitbild-2030-f%C3%BCr-Industrie-4.0.html [Stand: 02.07.2021].

BMWi 2015a

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Studie Industrie 4.0. Volkswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland* (Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0, 2015. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/industrie-4-0-volks-und-betriebswirtschaftliche-faktoren-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [Stand: 22.07.2021].

BMWi 2015b

BMWi (Hrsg.): *Memorandum der Plattform Industrie 4.0*, 2015. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/memorandum-plattform-industrie-4-0.html [Stand: 02.07.2021].

BMWi 2018

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2018*, 2018. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-langfassung.html [Stand: 23.07.2021].

BMWi 2020a

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) Industrie 4.0: *Digitale Transformation erfolgreich umsetzen – Herausforderungen und Erfolgsfaktoren für Industrieunternehmen*, 2020. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/digitale-transformation-erfolgreich-umsetzen.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [Stand: 10.08.2021].

BMWi 2020b

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Digitalisierungsindex 2020 Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland*, 2020. URL: www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-zusammenfassung-ergebnisse-digitalisierungsindex-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3 [Stand: 23.07.2021].

BMWi 2021

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): *Digitale Ökosysteme in der Industrie – Typologie, Beispiele und zukünftige Entwicklung*, 2021. URL: www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Digitale_Oekosysteme.html [Stand: 02.07.2021].

BMWi/BMBF 2019

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): *Das Projekt GAIA-X. Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems*, 2019. URL: www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x.html [Stand: 02.07.2021].

Brockhaus et al. 2020

Brockhaus, C. Philipp/Bischoff, T. S./Haverkamp, K./Proeger, T./Thonipara, A. (Hrsg.): *Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland – ein Forschungsüberblick*, 2020.

Bülte et al. 2020

Bülte, A./Rinn, T./Stacey, N./Narsalay, R./Sen, A.: *Vereint zum Ziel. Warum digitale Transformation funktionsübergreifende Zusammenarbeit braucht*, 2020. URL: www.accenture.com/_acnmedia/Thought-Leadership-Assets/PDF-3/Accenture-IndustryX0-Out-Collaborate-the-Crisis-v3-DE.pdf [Stand: 20.01.2022].

Charmaz 2015

Charmaz, K.: „Grounded Theory: Methodology and Theory Construction“. In: Wright, J. (Hrsg.): *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. Second Edition: Elsevier 2015, S. 402–407.

Daheim et al. 2017

Daheim, C./Korn, J./Wintermann, O.: *Mittelstand in der digitalen Transformation. Warum der Wandel nur mit einer neuen Arbeitskultur gelingen kann*, 2017. URL: www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/user_upload/BST_ZukunftKMUWandel_06lay.pdf [Stand: 22.07.2021].

Dahm/Thode 2020

Dahm, M. H./Thode, S. (Hrsg.): *Disruption und digitale Transformation. Impulse aus der Unternehmenspraxis*, Wiesbaden: Springer Gabler 2020.

Demary et al. 2016

Demary, V./Engels, B./Röhl, K.-H./Rusche, C.: *Digitalisierung und Mittelstand. Eine Metastudie*, 2016. URL: www.iwkoeln.de/studien/vera-demary-barbara-engels-klaus-heiner-roehl-christian-rusche-digitalisierung-und-mittelstand.html [Stand: 06.08.2021].

Dispan 2021

Dispan, J.: „Digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau. Digitalisierungsstrategien und Gestaltung von Arbeit 4.0“. In: Hartmann, E. (Hrsg.): *Digitalisierung souverän gestalten. Innovative Impulse im Maschinenbau*. Springer Vieweg 2021, S. 118–132.

Dispan et al. 2017

Dispan, J./Koch, A./Luitjens, P./Seibold, B.: *Strukturbericht Region Stuttgart 2017 – Entwicklung von Wirtschaft und Beschäftigung. Schwerpunkt: Digitaler Wandel in der regionalen Wirtschaft*, 2017. URL: www.imu-institut.de/data/dokumente-pdf/Strukturbericht_Region_Stuttgart_2017.pdf [Stand: 22.07.2021].

Duden 2021a

Duden (Hrsg.): *[Definition] Hemmnis*, 2021. URL: www.duden.de/recht-schreibung/Hemmnis [Stand: 31.05.2021].

Duden 2021b

Duden (Hrsg.): *[Definition] Grund*, 2021. URL: www.duden.de/recht-schreibung/Grund [Stand: 31.05.2021].

Emmrich et al. 2015

Emmrich, V./Döbele, M./Bauernhansl, T./Paulus-Rohmer, D./Schatz, A./Weskamp, M.: *Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0. Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0 Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau*, 2015. URL: www.wieselhuber.de/migrate/attachments/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf [Stand: 02.07.2021].

Engels 2017

Engels, B.: „Bedeutung von Standards für die digitale Transformation“. In: *IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln*, 44: 2, 2017, S. 21–40.

Engels/Röhl 2020

Engels, B./Röhl, K.-H.: „Start-ups und Mittelstand“. In: *IW-Analysen*: 143, 2020, S. 1–67.

Engels/Schäfer 2020

Engels, B./Schäfer, C.: *Data Governance in deutschen Unternehmen. Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojektes DEMAND – DATA ECONOMICS AND MANAGEMENT OF DATA DRIVEN BUSINESS*, 2020. URL: www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/barbara-engels-data-governance-in-deutschen-unternehmen.html [Stand: 22.01.2020].

Frietsch et al. 2016

Frietsch, R./Beckert, B./Daimer, S./Lerch, C./Meyer, N./Neuhäusler, P./Rothengatter, O./Lichtblau, K./Frietsch, M./Kempermann, H./Lang, T.: *Die Elektroindustrie als Leitbranche der Digitalisierung. Innovationschancen nutzen, Innovationshemmnisse abbauen*, 2016. URL: www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2016/November/Die_Elektroindustrie_als_Leitbranche_der_Digitalisierung_-_Innovationsstudie/ZVEI-Innovationsstudie-2016.pdf [Stand: 28.07.2021].

Fritsch et al. 2016

Fritsch, M./Schleiermacher, T./Schmitt, K.: *Niedersachsen Digital. Digitalisierung aktiv gestalten*, 2016. URL: https://niedersachsenmetall.de/sites/default/files/Niedersachsen_Digital_O.pdf [Stand: 28.07.2021].

Gimpel/Röglinger 2015

Gimpel, H./Röglinger, M. (Hrsg.): *DIGITAL TRANSFORMATION: CHANGES AND CHANCES. Insights based on an Empirical Study.*, 2015. URL: https://fim-rc.de/wp-content/uploads/2020/02/Fraunhofer-Studie_Digitale-Transformation.pdf [Stand: 02.07.2021].

Glass et al. 2018

Glass, R./Meissner, A./Gebauer, C./Stürmer, S./Metternich, J.: „Identifying the barriers to Industrie 4.0“. In: *Procedia CIRP*, 72, 2018, S. 985–988.

Goecke et al. 2019

Goecke, H./Demary, V./Engels, B./Fritsch, M./Krotova, A./Rusche, C./Scheufen, M./Thiele, C./u.a.: *Data Economy: Status quo der deutschen Wirtschaft & Handlungsfelder in der Data Economy. Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojektes DEMAND – DATA ECONOMICS AND MANAGEMENT OF DATA-DRIVEN BUSINESS*, 2019. URL: www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/henry-goecke-vera-demary-status-quo-der-deutschen-wirtschaft-handlungsfelder-in-der-data-economy.html [Stand: 25.01.2021].

Grebe et al. 2018

Grebe, M./Rübmann, M./Leyh, M./Franke, M.: *Digital Maturity is Paying Off*, 2018. URL: www.bcg.com/de-de/publications/2018/digital-maturity-is-paying-off [Stand: 24.02.2021].

Hess 2019

Hess, T.: *Digitale Transformation strategisch steuern. Vom Zufallstreffer zum systematischen Vorgehen*, Wiesbaden: Springer Fachmedien 2019.

Horváth/Szabo 2019

Horváth, D./Szabó, R.: „Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?“. In: *Technological Forecasting and Social Change*, 146, 2019, S. 119–132.

Industrial Production 2017

Industrial Production: *Führungskräfte bremsen digitale Transformation aus*, 2017. URL: www.industrial-production.de/ki-datenanalyse/industrie-4-0-fuehrungskraefte-bremsen-digitale-transformation-aus.htm [Stand: 05.08.2021].

Jeglinsky et al. 2020

Jeglinsky, V./Winkler, H.: *Untersuchung von Hindernissen zur Digitalisierung in der industriellen Produktion*, 2020. URL: <https://opus4.kobv.de/opus4-btu/frontdoor/index/index/docId/5158> [Stand: 06.08.2021].

Kempermann/Millack 2016

Kempermann, H./Millack, A.: *Industrie 4.0 in Nordbayern. Potenzialstudie für das Aktionsfeld „vernetzte Produktion“*, 2016. URL: www.ihk-nuernberg.de/de/media/PDF/Innovation-Umwelt/automation-vernetzte-produktion-industrie-4.0-kuenstliche-intelligenz/broschueren-und-publikationen/industrie-4.0-in-nordbayern-potenzialstudie-fuer-das-aktionsfeld-vernetzte-prod.pdf [Stand: 30.07.2021].

KfW Bankengruppe 2019

KfW Bankengruppe (Hrsg.): *KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2018. Digitalisierung erfasst breite Teile des Mittelstands – Digitalisierungsausgaben bleiben niedrig* KfW Bankengruppe, 2019. URL: www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Digitalisierungsbericht-Mittelstand/KfW-Digitalisierungsbericht-2018.pdf [Stand: 22.07.2021].

Kilimis et al. 2019

Kilimis, P./Zou, W./Lehmann, M./Berger, U.: „A Survey on Digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany“. In: *IFAC-PapersOnLine*, 52: 13, 2019, S. 2140–2145.

Lang et al. 2020

Lang, T./Ewald, J.: *Digitalisierung und Energieeffizienz. Desk Research im Rahmen des BMWi-Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“*, Projekt Nr. 3/19, 2020. URL: www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/projekte/2020/Digitalisierung_und_Energieeffizienz/Desk_Research_Digitalisierung_und_Energieeffizienz.pdf [Stand: 28.07.2021].

Legner et al. 2017

Legner, C./Eymann, T./Hess, T./Matt, C./Böhm, T./Drews, P./Mädche, A./Urbach, N./Ahle, F.: „Digitalization: Opportunity and Challenge for the Business and Information Systems Engineering Community“. In: *Business & Information Systems Engineering*, 59: 4, 2017, S. 301–308.

Leitao et al. 2020

Leitao, P./Pires, F./Karnouskos, S./Colombo, A.: „Quo Vadis Industry 4.0? Position, Trends, and Challenges“. In: *IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society*, 1, 2020, S. 298–310.

Leyh/Bley 2016

Leyh, C./Bley, K.: „Digitalisierung: Chance oder Risiko für den deutschen Mittelstand? – Eine Studie ausgewählter Unternehmen“. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 53: 1, 2016, S. 29–41.

Lichtblau/Schmitz 2019

Lichtblau, K./Schmitz, E.: *Digitalisierung der bayrischen Wirtschaft Digitalisierte Unternehmen sind erfolgreicher. Eine vbw Studie, erstellt vom Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH*, 2019. URL: www.iwkoeln.de/studien/gutachten/beitrag/karl-lichtblau-edgar-schmitz-digitalisierte-unternehmen-sind-erfolgreicher.html [Stand: 25.01.2021].

Machado et al. 2019

Machado, C./Winroth, M./Carlsson, D./Almström, P./Centerholt, V./Hallin, M.: „Industry 4.0 readiness in manufacturing companies: challenges and enablers towards increased digitalization“. In: *Procedia CIRP*, 81, 2019, S. 1113–1118.

Matt/Rauch 2020

Matt, D./Rauch, E.: „SME 4.0: The Role of Small- and Medium-Sized Enterprises in the Digital Transformation“. In: Matt, D./Modrak, V./Zsifkovits, H. (Hrsg.): *Industry 4.0 for SMEs. Challenges, opportunities and requirements*, Cham: Springer International Publishing 2020, S. 3–36.

Müller et al. 2016

Müller, F./Bressner, M./Görzig, D./Röber, T.: *Industrie 4.0: Entwicklungsfelder für den Mittelstand. Aktuelle Hemmnisse und konkrete Bedarfe*, 2016. URL: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-410653.html> [Stand: 22.07.2021].

Müller et al. 2021

Müller, E./Labrenz, I./Teichmann, A.: *Produktionsprozesse, Datenschutz, IT-Sicherheit und Geschäftsmodelle. Eine systematische Übersicht zu Herausforderungen und Schulungsbedarfen im Mittelstand*, 2021. URL: www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/produktionsprozesse-datenschutz-it-sicherheit-geschaeftsmodelle.pdf?__blob=publicationFile&v=4 [Stand: 28.07.2021].

Munzinger-Archiv 2021a

Munzinger-Archiv GmbH: [Definition] *Grund*, 2021. URL: <https://bit.ly/3fJcdac> [Stand: 31.05.2021].

Munzinger-Archiv 2021b

Munzinger-Archiv GmbH: [Definition] *Hemmnis*, 2021. URL: <https://bit.ly/3CtEv21> [Stand: 31.05.2021].

Neligan et al. 2021

Neligan, A./Engels, B./Schaefer, T./Schleicher, C./Fritsch, M./Schmitz, E./Wiegand, R.: *Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie*, 2021. URL: www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Ressourceneffizienz_4.0_Hauptbericht_final.pdf [Stand: 28.07.2021].

Pau et al. 1980

Pau, H./Böke, W. Friedrich Rudolf/Axenfeld, T. (Hrsg.): *Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde*, Stuttgart: Fischer 1980.

Plattform Industrie 4.0 2021

Plattform Industrie 4.0: *Was ist Industrie 4.0? Menschen, Maschinen und Produkte sind direkt miteinander vernetzt: die vierte industrielle Revolution hat begonnen.*, 2021. URL: www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html [Stand: 04.07.2021].

Plattform Lernende Systeme 2019

Arbeitsgruppe Geschäftsmodellinnovationen (Plattform Lernende Systeme) (Hrsg.): *Neue Geschäftsmodelle mit Künstlicher Intelligenz*, 2019. URL: www.acatech.de/publikation/neue-geschaeftsmodelle-mit-kuenstlicher-intelligenz-zielbilder-fallbeispiele-gestaltungsoptionen/ [Stand: 06.08.2021].

Pousttchi et al. 2019

Pousttchi, K./Gleiss, A./Buzzi, B./Kohlhagen, M.: „Technology Impact Types for Digital Transformation“. In: *IEEE 21st Conference 2019*, S. 487–494.

Reis et al. 2018

Reis, J./Amorim, M./Melão, N./Matos, P.: „Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research“. In: Rocha, Á./Adeli, H./Reis, L./Costanzo, S. (Hrsg.): *Trends and Advances in Information Systems and Technologies*, Cham: Springer International Publishing 2018, S. 411–421.

Röhl et al. 2021

Röhl, K.-H./Bolwin, L./Hüttl, P.: *Datenwirtschaft in Deutschland. Wo stehen die Unternehmen in der Datennutzung und was sind ihre größten Hemmnisse? Gutachten im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e. V. (BDI)*, 2021. URL: www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Hemmnisse_der_Datenwirtschaft_Studie_final.pdf [Stand: 28.07.2021].

Scheer 2016

Scheer, A.-W.: „Thesen zur Digitalisierung“. In: Abolhassan, F. (Hrsg.): *Was treibt die Digitalisierung? Warum an der Cloud kein Weg vorbeiführt*, Wiesbaden: Springer Gabler 2016, S. 49–60.

Schleiermacher/Stettes 2017

Schleiermacher, T./Stettes, O.: *Digitaler Wandel in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Gutachten Arbeitgeberverband Chemie und verwandte Industrien für das Land Hessen e. V. (HessenChemie)*, 2017. URL: www.iwkoeln.de/studien/oliver-stettes-digitaler-wandel-in-der-chemischen-und-pharmazeutischen-industrie.html [Stand: 27.01.2021].

Spath et al. 2013

Spath, D./Ganschar, O./Gerlach, S./Hämmerle, M./Krause, T./Schlund, S.: *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*, 2013. URL: <https://www2.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf> [Stand: 02.07.2021].

Strübing 2014

Strübing, J.: *Grounded Theory*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften 2014.

VBW-Zukunftsrat 2017

VBW-Zukunftsrat: *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung Analyse und Handlungsempfehlungen*, 2017. URL: https://vbw-zukunftsrat.de/downloads/wertschoepfung/publikationen/vbw_zukunftsrat_handlungsempfehlung.pdf [Stand: 28.07.2021].

Zimmermann 2017

Zimmermann, V.: *Digitalisierung der Wirtschaft: breite Basis, vielfältige Hemmnisse. Unternehmensbefragung*, 2017. URL: www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Unternehmensbefragung/Unternehmensbefragung-2017-%E2%80%93-Digitalisierung.pdf [Stand: 19.01.2021].

Zimmermann 2019

Zimmermann, V.: *Unternehmensbefragung 2019. Immer mehr Unternehmen gehen Digitalisierungsvorhaben an, auch die Hemmnisse werden stärker wahrgenommen*, 2019. URL: www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Unternehmensbefragung/Unternehmensbefragung-2019-%E2%80%93-Digitalisierung.pdf [Stand: 27.07.2021].

Anhang

Abkürzungen

acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften	Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
B2B	Business-to-Business	HWK	Handwerkskammer
B2C	Business-to-Consumer	I4.0	Industrie 4.0
BIEC	Business Innovation Engineering Center	Ifaa	Institut für angewandte Arbeitswissenschaft
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien	IG	Industriegewerkschaft
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales	IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	IoT	Internet of Things
BPI	Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie	IT	Informationstechnologie
BVE	Bundesvereinigung der Deutschen Ernährungsindustrie	KI	Künstliche Intelligenz
CPS	Cyber-physische Systeme	KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
DSL	Digital Subscriber Line	ME-System	Manufacturing Execution System (MES)
EDI	Elektronischer Datenaustausch	MVP	Minimum Viable Product
EDV	Elektronische Datenverarbeitung	PC	Personal Computer
ERP-System	Enterprise-Ressource-Planning-System	SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2
EuK	Einzel- und Kleinserienfertigung	TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
Fraunhofer IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation	VCI	Verband der Chemischen Industrie
Fraunhofer IPA	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung	VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
		WLAN	Wireless Local Area Network

Abbildungen

Abbildung 1:	Vorgehen bei der Expertisenerstellung	7
Abbildung 2:	Charakteristika der Unternehmen in der Stichprobe	8
Abbildung 3:	Häufigkeit der Nennung von Digitalisierungshemmnissen, differenziert nach Interviewart	12
Abbildung 4:	„Fehlender Startimpuls“ nach Interviewart	13
Abbildung 5:	„Mangelnde Strategiefähigkeiten“ nach Interviewart	16
Abbildung 6:	„Bewusste Entscheidung gegen Digitalisierung“	19
Abbildung 7:	„Interne Umsetzungsprobleme“	21
Abbildung 8:	„Unzureichende externe Rahmenbedingungen“	25

Tabellen

Tabelle 1:	Hypothesen – Symptomatik der blinden Flecken	9
Tabelle 2:	Literatur-Heatmap	10
Tabelle 3:	Quellenverweise für Literatur-Heatmap	11
Tabelle 4:	Handlungsoptionen – Dimensionen und Akteure	29

Mitglieder des Forschungsbeirats

Vertreterinnen und Vertreter der Wissenschaft

Prof. Reiner Anderl, TU Darmstadt
Prof. Thomas Bauernhansl, Universität Stuttgart / Fraunhofer IPA
Prof. Manfred Broy, TU München
Prof. Angelika Bullinger-Hoffmann, TU Chemnitz
Prof. Claudia Eckert, TU München / Fraunhofer AISEC
Prof. Ulrich Epple, RWTH Aachen
Prof. Alexander Fay, Helmut-Schmidt-Universität Hamburg
Prof. Jürgen Gausemeier, Universität Paderborn
Prof. Hartmut Hirsch-Kreinsen, TU Dortmund
Prof. Gerrit Hornung, Universität Kassel
Prof. Gisela Lanza, KIT – Karlsruher Institut für Technologie
Prof. Peter Liggesmeyer, TU Kaiserslautern / Fraunhofer IESE
Prof. Wolfgang Nebel, Universität Oldenburg / OFFIS
Prof. Sabine Pfeiffer, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Frank Piller, RWTH Aachen
Prof. Thomas Schildhauer, Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft/Institute of Electronic Business
Prof. Rainer Stark, TU Berlin
Prof. Michael ten Hompel, TU Dortmund / Fraunhofer IML
Prof. Wolfgang Wahlster, DFKI – Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

Vertreterinnen und Vertreter der Industrie

Klaus Bauer, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG
Wilfried Bauer, T-Systems International GmbH
Stefan-Maria Creutz, BIZERBA SE & Co. KG
Dr. Jan-Henning Fabian, ABB AG
Dr. Ursula Frank, Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Dr. Christina Franke, Robert Bosch GmbH
Dietmar Goericke, VDMA – Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau e.V.
Prof. Torsten Kröger, Intrinsic
Dr. Uwe Kubach, SAP SE
Prof. Peter Post, Festo AG & Co. KG
Dr. Harald Schöning, Software AG
Dr. Georg von Wichert, Siemens AG
Dr. André Walter, Airbus Operations GmbH

