

# 360-Grad-Überblick über den Digitalisierungsstand in KMU

Autoren:

Marie-Christin Papen  
Martin Lundborg  
Sebastian Tenbrock

Bad Honnef, Dezember 2021

# Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik.org](mailto:info@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

## Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

Stand: Dezember 2021

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.  
ISSN 1865-89

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>V</b>
<b>Summary</b>	<b>VI</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Status der Digitalisierung im Mittelstand</b>	<b>2</b>
2.1. Vorgehen der Studienanalyse	3
2.2. Digitalisierungsindices und Stand der Digitalisierung	4
2.3. Digitalisierung nach Technologien	8
2.4. Digitalisierung in bestimmten Branchen	9
2.5. Digitalisierung der Arbeitsprozesse	10
2.6. IT-Sicherheit	11
2.7. Nachhaltigkeit	12
2.8. Hemmnisse und Erfolgsfaktoren der Digitalisierung	13
2.9. Übergeordnete Ergebnisse zu Wertschöpfungsbereichen	14
2.10. Übergeordnete Ergebnisse zu Branchen	15
2.11. Übergeordnete Ergebnisse zu Technologien	16
<b>3. Praxisbeispiele für Digitalisierung in KMU</b>	<b>17</b>
3.1 Auswahlkriterien und Struktur der Praxisbeispiele	17
3.2 Deskriptive Auswertung der Auswahl der Praxisbeispiele	23
3.2.1 Regionenbezogene Auswertung	23
3.2.2 Auswertung der Branchen	25
3.2.3 Größenklassen	26
3.2.4 Lösungsbezogene Kriterien	27
3.3 Präsentation ausgewählter Praxisbeispiele	30
<b>4 Diskussion und Interviews</b>	<b>33</b>
4.1 Methodik der Interviews	33
4.1.1 Auswahl der Experten	33
4.1.2 Befragungsleitfaden	34

4.2 Diskussion	36
4.2.1 Digitalisierungsreifegrade	36
4.2.2 Unternehmensgrößen und Regionen	37
4.2.3 Wertschöpfungsbereiche, Technologien und Branchen	38
4.2.4 Motivation für Digitalisierung	40
4.2.5 Hemmnisse und Erfolgsfaktoren	41
4.2.6 Akzeptanz	42
4.2.7 Auswirkungen von Digitalisierungsprojekten	43
4.2.8 Zukunftsthemen für KMU	44
<b>5 Fazit und Ausblick</b>	<b>47</b>
<b>Literatur</b>	<b>50</b>
<b>Anhang</b>	<b>56</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Wertschöpfungsbereiche, in denen eher Chancen bzw. eher Herausforderungen gesehen werden	15
Abbildung 2:	Technologiebegriffe in den betrachteten Studien	17
Abbildung 3:	Anteile ausgewählter und verworfener Praxisbeispiele	19
Abbildung 4:	Schritte zur Bildung einer geeigneten Technologiesortierung	21
Abbildung 5:	Verteilung der Praxisbeispiele in Deutschland.	23
Abbildung 6:	Prozentuale Anteile der Unternehmen in den Praxisbeispielen	24
Abbildung 7:	Zuordnung der Unternehmen zu neuen (Ost) und alten (West) Bundesländern	25
Abbildung 8:	Übersicht über die Anzahl der Unternehmen in der Stichprobe in den verschiedenen Branchen (N= 173)	26
Abbildung 9:	Größenklassen aller Unternehmen in der Stichprobe (N=173; links), Größenklassen ohne Anbieter (nur Anwender N= 123; rechts)	27
Abbildung 10:	Anteile der verschiedenen Wertschöpfungsbereiche, in denen Lösungen implementiert wurden oder werden können (Anbieterbeispiele)	28
Abbildung 11:	Technologiebereiche entsprechend der entwickelten Technologiesortierung (s. auch 3.1)	29
Abbildung 12:	Übersicht über Anteile der Reifegrade, die ein Unternehmen mindestens erreicht haben sollte, um die beschriebene Lösung zu implementieren. Reifegradeinschätzung basierend auf Reifegradmodell	30
Abbildung 13:	Dimensionen Branche, Technologie und Wertschöpfungsbereich	30
Abbildung 14:	Augmented Reality auf dem Spielplatz	31
Abbildung 15:	Digitale Funklösung Werkzeug	32
Abbildung 16:	Nachhaltiges Wissensmanagement in der Unternehmensnachfolge	33
Abbildung 17:	Vergleich der Begriffe aus den Studien laut Technologiesortierung (links, aus Abschnitt 3.1) und der Praxisbeispiele (rechts)	39
Abbildung 18:	Übergeordnete Themen aus den vier verwendeten Quellen	46

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht über die abgefragten Themen und deren Reihen	35
Tabelle 2:	Übersicht Hemmnisse in den betrachteten Studien	56
Tabelle 3:	Übersicht Erfolgsfaktoren in den betrachteten Studien	58
Tabelle 4:	Leitfadenentwurf Experteninterviews mit Zentren im Netzwerk Mittelstand-Digital	58
Tabelle 5:	Leitfadenentwurf Experteninterviews mit Angehörigen von KMU	60

## Zusammenfassung

In Deutschland stellen die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) den allergrößten Teil der Unternehmen und sind damit ein wichtiger Faktor für das Wirtschaftswachstum. KMU sind eine heterogene Gruppe und in allen Branchen und Regionen in Deutschland vertreten. Die Herausforderungen der KMU sind dementsprechend vielfältig. Im Vergleich zu Großunternehmen haben KMU einen deutlich geringeren Digitalisierungsgrad, was die Wettbewerbsposition der KMU verschlechtert und Handlungsdruck offenbart. Daher befasst sich der vorliegende Beitrag mit den Fragen: Was ist der aktuelle Stand der Digitalisierung in KMU in Deutschland? Welche Chancen und Hemmnisse sind für KMU relevant? Wie können Digitalisierungsprojekte in KMU anhand dokumentierter Praxisbeispiele klassifiziert werden?

Für die Beantwortung der Forschungsfragen wurden bisherige Studien analysiert, Praxisbeispiele gesammelt, Experteninterviews durchgeführt und nach Themen strukturiert ausgewertet. Zu den behandelten Themen gehören beispielsweise Digitalisierungsreifegrade der KMU, Technologien und Wertschöpfungsbereiche, Regionen und Größenklassen, die Motivation für Digitalisierungsprojekte, Akzeptanz und Auswirkungen von Digitalisierungsprojekten.

Die Ergebnisse zeigen, dass es noch einen erheblichen Digitalisierungsrückstand im Vergleich zu den (internationalen) Wettbewerbern gibt, den die KMU jedoch erkannt haben. Damit die KMU Digitalisierungsprojekte umsetzen, erscheinen einige Ansätze besonders geeignet:

- Vernetzung zwischen KMU und das Herausstellen positiver Beispiele können die Digitalisierung in KMU fördern. Hierdurch lernen KMU voneinander, was Vertrauen schafft und zeigt, dass Digitalisierungsprojekte gelingen können.
- Qualifizierungsmaßnahmen können eine wichtige Rolle spielen, um dem Mangel an Wissen entgegenzuwirken. Bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten ist die Akzeptanz der Mitarbeitenden und Führungskräfte ein zentrales Thema: Hierbei helfen eine transparente interne Kommunikation, das Einbinden einflussreicher Mitarbeitender („Influencer“) und ggf. ein professionelles Changemanagement.
- Zusätzlich gilt es, ein Bewusstsein bei den Unternehmen dafür zu schaffen, dass die digitale Transformation auch im Umgang mit dem Fachkräftenmangel helfen kann: Fachkräfte empfinden digitale und damit moderner wahrgenommene Unternehmen als attraktivere Arbeitgeber.

## Summary

In Germany, small and medium-sized enterprises (SMEs) make up the largest part of the economy, thus constituting a key factor for economic growth. SMEs are a heterogeneous group represented in all industries and regions in Germany. Accordingly, SMEs face a wide range of challenges. Compared to large companies, SMEs have a significantly lower level of digitalization, which weakens their competitive position and reveals the need for action. The present paper therefore addresses following research questions: What is the current state of digitalization in SMEs in Germany? What are the relevant opportunities and constraints for SMEs? How can use cases for digital transformation in SMEs be classified?

To address the research questions, previous studies were analyzed, best practices were identified, expert interviews were conducted, and findings were structured according to themes and evaluated. The topics covered include, for example, the degree of digital readiness of SMEs, technologies and fields of value creation, regions and company size, motivations for digital transformation projects, acceptance and effects of digitalization projects.

The results indicate a considerable backlog in digitization compared to (international) competitors, which SMEs have recognized. A number of strategies appear to be particularly suitable for SMEs to implement digital transformation:

- Networking between SMEs and highlighting positive examples can promote digitalization in SMEs. In this way, SMEs learn from each other, which creates trust and shows that the implementation of digitalization projects can succeed.
- Qualification also plays an important role in addressing the knowledge gap. When implementing digital transformation projects, the acceptance of employees and managers is a key issue. Transparent internal communication, the involvement of internal influencers and, if necessary, professional change management can provide valuable support.
- In addition, it is important to create awareness within companies that the digital transformation can help to counter the shortage of professionals: Skilled workers consider digital companies to be both more modern and therefore more attractive.

## 1. Einleitung

In Deutschland machen 2019 die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit über 99 % der Unternehmen den häufigsten Unternehmenstyp aus.<sup>1</sup> Damit sind KMU ein wichtiger Faktor für das Wirtschaftswachstum und die Erreichung weiterer wirtschaftspolitischer Ziele.<sup>2</sup> KMU sind aber auch eine sehr heterogene Gruppe: Sie sind in allen Branchen und Regionen in Deutschland vertreten. Die Herausforderungen der KMU sind dementsprechend vielfältig.

Im Vergleich zu Großunternehmen zeigen KMU einen deutlich niedrigeren Grad der Digitalisierung<sup>3</sup>, was sowohl im Wettbewerb mit Großunternehmen in Deutschland als auch im internationalen Vergleich zu Nachteilen und Verschlechterung ihrer Position führen kann. Dies unterstreicht auch der Wissenschaftliche Beirat des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie in seinem Gutachten.<sup>4</sup> Demnach werden von Unternehmen künftig verstärkte Anstrengungen der digitalen Transformation erwartet. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass Großunternehmen vorhandene Rückstände in der Digitalisierung zu internationalen Wettbewerbern aufholen können. Für KMU werden vom Beirat mittelfristig strukturelle Defizite befürchtet.

Daher befasst sich der vorliegende Beitrag mit der übergeordneten Frage: Wie ist der aktuelle Stand der Digitalisierung in KMU in Deutschland? Daraus lassen sich zwei Teilfragestellungen ableiten:

- a) Wie ist der aktuelle Status Quo der Digitalisierung im Mittelstand? Welche Chancen und Hemmnisse sind für KMU relevant?
- b) Ergänzend dazu sind in der Abbildung 9 nur die Unternehmen aufgeführt, die Anwender einer Lösung sind; nicht eingeschlossen sind damit Anbieter von Digitalisierungslösungen. Da sich diese Unterteilung nach Größenklassen und die damit zusammenhängende Tendenz insbesondere auf die KMU als Anwender einer Digitalisierungslösung bezieht, wurde zusätzlich diese separate Ausgabe der Anwender ergänzt (rechter Teil der Abbildung 9).
- c) welche Praxisbeispiele für Digitalisierung im Mittelstand gibt es? Wie kann man diese vorhandenen Lösungen systematisieren?

Der Begriff Digitalisierung wird nachfolgend im Sinne von "Digitalization", also als Mehrwert durch Digitalisierung, in Abgrenzung zur "Digitization" als bloße Umwandlung physischer Dinge in digitale verstanden.<sup>5</sup> Digitalisierung ist dementsprechend kein Selbstzweck, sondern sorgt für eine Verbesserung bei der Erledigung von Aufgaben

---

<sup>1</sup> Destatis 2021b

<sup>2</sup> Welter et al. 2016

<sup>3</sup> Schröder, 2019

<sup>4</sup> Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2021

<sup>5</sup> Bauer und Groll, 2020

oder der Ausgestaltung von Prozessen, beispielsweise durch Effizienzgewinne, Kosteneinsparungen, Steigerung des Kundennutzens oder Vermeidung eintöniger oder körperlich anstrengender Tätigkeiten für Mitarbeitende.

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Im zweiten Kapitel wird zunächst auf begriffliche Grundlagen eingegangen. Es folgt eine Analyse bisheriger Studien, darunter vor allem Digitalisierungsindizes aber auch Studien und konzeptionelle Beiträge zu spezielleren Themen aus dem Bereich Digitalisierung in KMU. Basierend auf dieser Literaturanalyse wird eine Struktur für eine Sammlung von Praxisbeispielen angelegt. Im dritten Kapitel wird eine deskriptive Auswertung der gesammelten Praxisbeispiele vorgenommen: Betrachtet werden z. B. Unternehmensgröße, Technologien, Regionen und Branchen. Im vierten Kapitel werden die Ergebnisse von Experteninterviews ausgewertet und anhand ausgewählter Themenbereiche mit den Ergebnissen aus den Studien aus Kapitel 2 und den Praxisbeispielen aus Kapitel 3 verglichen. Im letzten Kapitel werden Handlungsempfehlungen sowohl für die praktische Umsetzung als auch für Ansätze künftiger Forschung aufgezeigt.

## 2. Status der Digitalisierung im Mittelstand

In der Literatur zu kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gibt es unterschiedliche Definitionen im Hinblick auf quantitative Faktoren. Die Beschreibungen nutzen zwar die gleichen Faktoren (Mitarbeiterzahl und Umsatz oder Bilanzsumme), legen jedoch unterschiedliche Grenzen fest. Die EU<sup>6</sup> versteht unter KMU Einzelunternehmen mit höchstens 249 Beschäftigten und einem maximalen Jahresumsatz von 50 Millionen Euro oder einer maximalen Bilanzsumme von 43 Millionen Euro.

Davon abweichend legt die Definition des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) die Grenzen bei einer Beschäftigtenzahl von bis zu 499 und einem Jahresumsatz von weniger als 50 Millionen Euro fest. Im Rahmen dieser Grenze nimmt das IfM eine Unterteilung in Kleinstunternehmen (bis 9 Beschäftigten und unter 2 Millionen Euro Jahresumsatz), Kleinunternehmen (bis 49 Beschäftigten und unter 10 Millionen Euro Jahresumsatz) und mittlere Unternehmen (bis 499 Beschäftigten und unter 50 Millionen Euro Jahresumsatz) vor.<sup>7</sup> Um den Besonderheiten deutscher KMU gerecht zu werden, findet im Folgenden die Beschreibung des IfM Anwendung.

Aufgrund der Vielzahl an Branchen und Unternehmensgrößen sind deutsche KMU sehr heterogen, dennoch lassen sich in der Forschung einige Ansätze für typische Charakteristika finden, die kleine und mittelständische Unternehmen besonders prägen.

---

<sup>6</sup> EU-Empfehlung 32003H0361

<sup>7</sup> IfM Bonn, 2016

Als eines dieser Merkmale des deutschen Mittelstands bezeichnen Welter et al.<sup>8</sup> die Einheit von Eigentum und Leitung. Demnach besteht eine enge Verknüpfung von Unternehmenserfolg und Vermögenssituation bzw. Haftung. Daraus lässt sich die Erwartung folgern, dass die Unternehmensleitung eine besondere Motivation für den Unternehmenserfolg hat, gleichzeitig ist auch denkbar, dass Unternehmer wegen der persönlichen Haftung vorsichtiger agieren im Vergleich zu einer externen Geschäftsführung.

Ein nachhaltiges Wachstum und eine starke Expertise in Marktnischen sieht Lindner<sup>9</sup> als wichtiges Merkmal. Dabei spielt laut Lindner auch die langfristige Mitarbeiterbindung an das Unternehmen eine wichtige Rolle. Die Bedeutung von KMU in Marktnischen hebt auch Mumm<sup>10</sup> hervor.

Das Verhalten am Markt identifizieren auch Lindner und Leyh<sup>11</sup> als wichtigen Faktor. Die Autoren beschreiben KMU als agiler in der Anpassung an das Marktgeschehen, die Gründe für diese hohe und schnelle Anpassungsfähigkeit nach außen liegen in der geringeren Größe, der geringeren Komplexität der Prozesse und den kürzeren Entscheidungswegen.

Im Vergleich zu Großunternehmen, also solchen mit 500 oder mehr Beschäftigten, haben KMU eine geringere Finanzkraft.<sup>12</sup> Entsprechend werden Investitionen meist so getätigt, dass solche mit kurzfristigeren Wirkungsaussichten Ausgaben vorgezogen werden, die mit größerer Unsicherheit behaftet sind. In der Folge, so Lindner, ergibt sich eine Priorisierung der Investitionen in das Tagesgeschäft statt in Digitalisierungsmaßnahmen.

## 2.1. Vorgehen der Studienanalyse

Für die Literaturanalyse wurde gezielt über Datenbanken (Google Scholar, Science Direct, EconStor, etc.), aber auch direkt auf Internetpräsenzen von Verbänden oder Ministerien gesucht. Der Fokus im Rahmen der Analyse lag auf aktueller (nicht älter als 3 Jahre), KMU-bezogener (oder KMU-relevanter) und digitalisierungsbezogener Forschung. Dabei wurden insgesamt 31 relevante Studien identifiziert.

Das vorliegende Teilkapitel ist wie folgt gegliedert: Zunächst wird auf zentrale allgemeine Ergebnisse, aber auch Ergebnisse zu Branchen und Wertschöpfungsbereichen der Studien eingegangen. Im Anschluss werden die Ergebnisse zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen analysiert. Im letzten Teil werden die Ergebnisse der untersuchten Technologien, Branchen und Wertschöpfungsbereiche der einzelnen Studien übergeordnet betrachtet.

---

<sup>8</sup> Welter, 2015

<sup>9</sup> Lindner, 2019

<sup>10</sup> Mumm, 2017

<sup>11</sup> Lindner und Leyh, 2019

<sup>12</sup> Lindner, 2019

## 2.2. Digitalisierungsindices und Stand der Digitalisierung

Zur Ermittlung eines Digitalisierungsindex werden allgemein mehrere Einzelindikatoren gemessen und gewichtet zu einem Gesamtindex zusammengefügt. Das Ziel dabei ist es, den Digitalisierungsgrad von verschiedenen Unternehmen, ganzen Branchen oder Regionen miteinander vergleichen zu können.<sup>13</sup> Die verwendeten Indikatoren können dabei auf objektiv messbaren Kriterien (z. B. Anteil der technologieorientierten Unternehmen in einer Region, Anteil des Umsatzes eines Unternehmens, der über Online-Handel erwirtschaftet wird) oder eher subjektive Kriterien (z. B. Selbsteinschätzung zur Digitalkompetenz der befragten Unternehmen) oder einer Kombination daraus basieren. Dabei ist erkennbar, dass in die Digitalisierungsindices in verschiedenen Studien – in Hinblick auf die zugrundeliegenden Fragestellungen – auf unterschiedliche Weise gebildet werden und es keinen übergreifenden oder allgemeingültigen Standard zur Bildung dieser Indizes gibt.

Im Hinblick auf zentrale Ergebnisse aus dem Bereich Digitalisierungsindices und Stand der Digitalisierung zeigt die Studie des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW)<sup>14</sup>, dass es beim Digitalisierungsgrad Unterschiede nach Größenklassen gibt. Zu beachten ist hier die vom vorliegenden Beitrag abweichende Definition bis 250 Mitarbeitenden. Es wird ein Indexwert bestehend aus internen (dazu wurden über 2.000 Personen befragt u.a. zu objektiven Kriterien, wie Ausgaben für Forschung und Entwicklung oder digitalisierungsbezogenen Patente sowie zu subjektiven Kriterien wie dem Digitalisierungsgrad der Prozesse) und externen Komponenten (z. B. die Anzahl digitaler Start-ups in der Region)<sup>15</sup> mit einem Durchschnittswert von 100 ermittelt. Demnach weisen kleine Unternehmen einen unterdurchschnittlichen (93,9) und mittlere Unternehmen (mit 50-249 Mitarbeitenden) einen überdurchschnittlichen Indexwert von 119,4 auf. Große Unternehmen, in dieser Studie bereits ab 250 Beschäftigten, haben mit einem Durchschnitt von 205,2 den höchsten Indexwert.

Für die Größenklassen lässt sich laut Büchel et al. außerdem festhalten, dass kleine Unternehmen Vorteile bei den Themen Produkte und Geschäftsmodelle haben, während ein besonderer Nachholbedarf beim Thema Qualifizierung besteht. Bei mittleren Unternehmen ist ein größeres Defizit bei Forschungs- und Innovationsaktivitäten sichtbar. Besonders heterogen sind die Ergebnisse bei großen Unternehmen (über 250 Beschäftigte) ausgeprägt: Hohe Werte bei Innovationslandschaft, Qualifizierung und Prozessen, aber starke Defizite bei den Produkten.

---

<sup>13</sup>Büchel et al., 2021a

<sup>14</sup>Büchel et al., 2021

<sup>15</sup>Die Auflistung aller 37 Indikatoren, die in den Index eingeflossen sind, ist in der methodischen Ergänzung der Studie mit dem Titel „Methodik des Digitalisierungsindex“ zu finden unter <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Digitalisierungsindex/digitalisierungsindex.html>

Der aktuelle Stand der Digitalisierung ist ebenfalls Gegenstand der Untersuchung des Deutschen Industrie- und Handelskammertags.<sup>16</sup> Hier wird für eine Selbsteinschätzung per Direktabfrage eine Notenskala mit den Endpunkten 1 (voll entwickelt) und 6 (wenig entwickelt) verwendet. Im Durchschnitt schätzten sich die befragten Unternehmen im mittleren Bereich (2,9) ein. In der letzten Umfrage im Jahr 2017 lag der Durchschnitt bei 3,1. Für kleine und mittlere Unternehmen (in dieser Studie liegt die Grenze hierfür bei bis zu 249 Beschäftigten) zeigt sich ein Wert von 3,0 sie sind damit, entsprechend der Ergebnisse im statistischen Anhang der Studie, eher unterdurchschnittlich. Branchenspezifische Ergebnisse zeigen hierbei eine große Varianz: Die Informations- und Kommunikationsbranche (IuK) liegt vorne mit einem Durchschnitt von 2,1. Deutlich weniger fortgeschritten in der Digitalisierung sind die Branchen Gastgewerbe (3,4), Handel (3,2) und Baugewerbe (3,2). Ähnliche branchenspezifische Ergebnisse erzielt eine Untersuchung der Deutschen Telekom (2020). Für die Bewertung wurden im Rahmen einer direkten Befragung auf die Kriterien „Beziehung zu Kunden“, „Produktivität im Unternehmen“, „digitale Geschäftsmodelle“ sowie „IT-Sicherheit“ und „Datenschutz“ zurückgegriffen. Demnach sind die Branchen Banken und Versicherungen und IuK auch hier weit vorne. Es wurden außerdem Änderungen durch die Corona-Pandemie erhoben. Demnach haben 46 % der Befragten ihre Geschäftsmodelle oder Produkte kurzfristig angepasst.

Eine Analyse des Sparkassenverbands Westfalen-Lippe<sup>17</sup> bezüglich des Digitalisierungsstands in NRW zeigt für die Faktoren Branche, Größe und Region (in NRW) unterschiedliche Auswirkungen in den einzelnen Digitalisierungsbereichen. Dazu wurden im Rahmen der quantitativen Befragung Kriterien teilweise als Direktabfrage und teilweise implizit, d.h. über mehrere Indikatoren gemessen, darunter z. B. virtuelle Zusammenarbeit oder die Bedeutung der Digitalisierung im Rahmen der Unternehmensstrategie. Im Ergebnis ist erkennbar, dass mit der Branche in allen Bereichen ein signifikanter Unterschied einhergeht. Interessant ist, dass die Unternehmensgröße keinen signifikanten Unterschied im Hinblick auf IT-Ausstattung und -Sicherheit macht. Unterschiede sind aber in nahezu allen anderen Bereichen zu sehen: z. B. Leistungserstellung, Marketing, Qualifizierung und Zusammenarbeit. Die Selbsteinschätzung über die Branchen im Hinblick auf den Digitalisierungsgrad zeigt, dass besonders hohe Bewertungen bei industrienahen Dienstleistungen und eher geringe Bewertungen beim Handwerk vorliegen. Ein Vergleich zwischen erwartetem Handlungsbedarf und geplanten Investitionen (nach Branchen unterteilt) zeigt, dass besonders beim Baugewerbe und im Handwerk Defizite der geplanten Investitionen in Digitalisierung vorliegen. Bei der Interpretation der Ergebnisse für deutsche KMU ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine regionenspezifische Analyse mit Begrenzung auf NRW handelt.

Die KfW Bankengruppe<sup>18</sup> legt in ihrer Panel-Studie den Fokus auf Digitalinvestitionen. Demnach haben 40 % der mittelständischen Unternehmen zwischen 2016 und 2018

---

<sup>16</sup> Kühlein und Sobania, 2021

<sup>17</sup> Werning et al., 2020

<sup>18</sup> Zimmermann, 2020

erfolgreich Projekte abgeschlossen, dies bedeutet eine Steigerung um 10 % zur Vorperiode. Dabei werden besonders viele Projekte bei größeren mittelständischen Unternehmen (67 %), in dem Bereich wissensbasierten Dienstleistungen (48 %) und beim verarbeitenden Gewerbe mit starker Forschungsleistung (45 %) umgesetzt. Insgesamt fallen die Investitionen laut der Studie jedoch mit 19 Mrd. Euro immer noch eher gering aus. Außerdem ist zu beachten, dass die durchschnittlichen Ausgaben für Digitalisierung pro Unternehmen unverändert bei 17.000 Euro liegen.

In einer älteren Studie aus dem Jahr 2018 zeigt die KfW<sup>19</sup> auf, dass insbesondere kleine Unternehmen den Zugang zu Digitalisierungskrediten sehr viel schwieriger einschätzen als für Sachinvestitionen. Eine weitere Studie der KfW Bankengruppe<sup>20</sup>, die auch zwei Zusatzbefragungen beinhaltet, ergibt, dass bis Januar 2021 ein Drittel der befragten mittelständischen Unternehmen eine Verbesserung des Digitalisierungsstandes vornehmen möchten. Auch hier ist die Tendenz, dass größere KMU und solche mit größerer Forschungsorientierung schneller voranschreiten, erkennbar.

Eine Studie von Schulke und Jütte<sup>21</sup> geht in einer Online-Umfrage mit 121 Führungskräften der Frage nach dem aktuellen Stand der Digitalisierung in KMU nach. Die auf einer Selbsteinschätzung basierende Befragung fand im Vorjahr der Publikation statt und zeigt, dass die Unternehmen die digitale Transformation als Teil der Unternehmensstrategie betrachten. Insbesondere die effiziente Gestaltung der Unternehmensprozesse stellt laut Befragung ein wichtiges Motiv für Unternehmen dar. Es ist jedoch bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass auch größere Unternehmen in die Befragung einbezogen wurden (> 500 MA).

Auch die Studie von Ernst & Young<sup>22</sup> ist vor dem Hintergrund einer anderen Mittelstandsdefinition zu interpretieren. Die Autoren betrachten auch Unternehmen mit bis zu 2.000 Mitarbeitenden. Dennoch liefert sie einige Ergebnisse, die auch im vorliegenden Kontext von Relevanz sein können. Bei der telefonischen Befragung von 1.500 Personen ist ein Ergebnis, dass Unternehmen mit einer hohen eigenen Wachstumserwartung digitalen Technologien und Geschäftsmodellen eine größere Bedeutung zuschreiben als Unternehmen, die das eigene Wachstum geringer einschätzen. Außerdem schätzen größere Unternehmen die Wichtigkeit digitaler Technologien größer ein, als kleinere Betriebe. Die Kriterien in der Befragung wurden jeweils über eine direkte Abfrage, als Selbsteinschätzung, gemessen. Im Hinblick auf regionale Unterschiede ist erkennbar, dass Betriebe aus Berlin und Baden-Württemberg der digitalen Transformation besondere Bedeutung beimessen. Den Gegenpol dazu bilden befragte Unternehmen in Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern.

---

<sup>19</sup> Leifels, 2018

<sup>20</sup> Zimmermann, 2021

<sup>21</sup> Schulke und Jütte, 2019

<sup>22</sup> Marbler, 2019

Im Rahmen einer Kooperation von IW Consult, DATAlovers und beDirect gehen Lichtblau et al.<sup>23</sup> auch auf objektive, von außen messbare Kriterien der digitalen Transformation in kleineren und mittleren Unternehmen (hier nur Unternehmen bis 250 Mitarbeitenden) ein. Zur Erfassung dieser objektiven Daten wurde insbesondere „Webcrawling“, also eine automatisierte Analyse von Websiteinformationen, verwendet. Die generierten Daten lassen demnach Rückschlüsse auf den Digitalisierungsgrad der untersuchten Unternehmen zu. Unklar ist hierbei, welche konkreten Kriterien erfasst und wie diese gewichtet werden. Dennoch liefern die Ergebnisse interessante Hinweise: Der berechnete Index steigt (linear) mit zunehmender Unternehmensgröße. Ähnliches zeigt sich auch im Hinblick auf die Einwohnerzahl des Unternehmensstandortes: Je größer, desto höher ausgeprägter ist der Index. Entsprechend der in der Studie genutzten Definition sind nur ein Fünftel der KMU als digitalisiert zu bezeichnen. Damit ist gemeint dass die Unternehmen Daten, Datenmodelle und Algorithmen zur Virtualisierung ihrer Prozesse oder Produkte verwenden.

Der Stand der Digitalisierung von KMU im europäischen Vergleich ist Schwerpunkt der Sekundärdaten-Analyse des Instituts für Mittelstandsforschung Bonn.<sup>24</sup> Zum weiteren Vergleich werden auch Daten zu Großunternehmen herangezogen. Betrachtet wurden dabei digitale Kompetenzen der Mitarbeitenden sowie die Nutzung von Cloud-Computing und E-Commerce sowie die Verfügbarkeit von Breitband-Internet. Insgesamt ist erkennbar, dass Unterschiede insbesondere zwischen Großunternehmen und KMU bestehen. Großunternehmen sind sowohl bei der Einstellung von IT-Kräften als auch beim Einsatz von Technologien deutlich fortgeschritten. Der Vergleich zwischen deutschen KMU und dem EU Durchschnitt zeigt nur geringfügige Unterschiede: Bei den Fortbildungen liegen deutsche KMU leicht oberhalb des Durchschnitts, bei der Einstellung von IT-Personal eher etwas unterhalb, was darauf hindeuten kann, dass deutsche KMU eher versuchen, den Mangel an IT-Kenntnissen durch bestehende Mitarbeitende zu beheben.

In einer Metaanalyse befassen sich die Autoren Brockhaus et al.<sup>25</sup> vom Volkswirtschaftlichen Institut für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen mit Studien zur Digitalisierung im Mittelstand zwischen 2013 und 2020. Ein zentrales Ergebnis aus den dort ausgewählten Studien ist, dass ein Großteil der Betriebe der Digitalisierung einen hohen Stellenwert einräumt. Eine eher geringe Priorisierung der Digitalisierung zeigt sich bei Unternehmen mit geringerem Umsatz und Unternehmen aus der Baubranche. Über die untersuchten Studien hinweg konnte festgestellt werden, dass die getätigten Investitionen in Digitalisierung insgesamt als gering bewertet werden. Branchen mit einem eher hohen Digitalisierungsgrad sind Finanzdienstleistungen und Handel, niedrige Grade sind sichtbar beim verarbeitenden Gewerbe, beim Baugewerbe oder im Gesundheitswesen. In Verbindung mit den Digitalinvestitionen steigen mit der Unternehmensgröße tendenziell auch die Digitalisierungsgrade.

---

<sup>23</sup> Lichtblau et al., 2018

<sup>24</sup> Schröder, 2019

<sup>25</sup> Brockhaus et al., 2020

### 2.3. Digitalisierung nach Technologien

Künstliche Intelligenz (KI) wird als eine der bedeutendsten Technologien der nächsten Jahre betrachtet.<sup>26</sup> Auch kleine und mittlere Unternehmen befassen sich vermehrt mit diesem Thema. Die KfW Bankengruppe<sup>27</sup> untersucht in ihrer quantitativen Studie die aktuelle und geplante Nutzung von KI in KMU. Basis für die Befragung ist das KfW-eigene Mittelstandpanel mit bis zu 15.000 Betrieben. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Anwendung von KI im deutschen Mittelstand aktuell noch wenig verbreitet ist. Bislang setzen eher solche Unternehmen KI ein, die sich allgemein intensiv mit Digitalisierung auseinandersetzen,<sup>28</sup> eine Digitalisierungsstrategie verfolgen und eigene Forschung im Unternehmen betreiben. Die Studienautoren folgern daraus, dass insbesondere geringe Kenntnisse und Erfahrungen die Anwendung von KI in kleinen und mittleren Unternehmen verhindern.

Für kleine und mittlere Unternehmen bietet laut einer Kurzstudie des WIK (auf Basis einer Literaturstudie und einer explorativen Online-Befragung von 14 KMU und 39 IHK-Beratern sowie 8 persönlichen Interviews mit KI-Trainern aus dem Mittelstand-Digital-Netzwerk<sup>29</sup>) eine „signifikante Erweiterung des Werkzeugkastens an digitalen Lösungen für verschiedenste Bereiche“. <sup>30</sup> In den meisten Fällen handelt es sich nach den Ergebnissen der Studie um Digitalisierungsanwendungen zur Fortführung und Verbesserung bestehender Lösungen im Bereich der Automatisierung und Optimierung. Gänzlich neuartige Geschäftsmodelle und disruptive Innovationen, wie das autonome Fahren, stellen dabei in der Praxis nur einen Bruchteil des breiten KI-Spektrums dar.

KI in kleinen und mittleren Unternehmen steht auch bei der qualitativen Studie von Dahm und Constantine<sup>31</sup> im Mittelpunkt. Ziel der qualitativen Befragung von Unternehmen aus Deutschland und der Schweiz ist es, die Erfolgsfaktoren von KI-Projekten exemplarisch aufzuzeigen. Im Ergebnis zeigen die Autoren eine Reihe von Handlungsempfehlungen auf, beispielsweise, dass bei Führungskräften mehr Verständnis für die Technologie geschaffen und Open-Source-Lösungen genutzt werden sollten. Insgesamt sollten Unternehmen dabei schrittweise vorgehen, auch damit Ängste, beispielsweise vor einem Jobverlust, abgebaut werden können.

Eine Studie der Begleitforschung Mittelstand-Digital am Wissenschaftlichen Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK)<sup>32</sup> geht den Fragen nach, wie der Mittelstand KI nutzen kann und welche konkreten Technologien und Einsatzbereiche es gibt. Basis der Untersuchung ist eine Expertenumfrage mit 40 Teilnehmenden. Entsprechend der Ergebnisse werden die größten Chancen in der Optimierung der Supply

---

<sup>26</sup> Lu et al., 2018

<sup>27</sup> Zimmermann, 2021

<sup>28</sup> Gemessen an der Zeit, die hierfür lauteigener Auskunft verwendet wird.

<sup>29</sup> Siehe [www.mittelstand-digital.de](http://www.mittelstand-digital.de)

<sup>30</sup> Gull et al., 2021

<sup>31</sup> Dahm und Constantine, 2020

<sup>32</sup> Lundborg und Märkel, 2019

Chain und in der Steigerung der Prozesseffizienz gesehen. Geeignete Maßnahmen zur Förderung von KI im Mittelstand sind laut der Studie die Erarbeitung von Best Practice-Beispielen, das Einsetzen von KI-Trainern und das Durchführen von Qualifizierungsmaßnahmen.

## 2.4. Digitalisierung in bestimmten Branchen

Neben spezifischen Technologien lassen sich einige Studien einzelnen Branchen zuordnen. Wieland et al.<sup>33</sup> setzen sich mit der Digitalisierung im Handel auseinander. Es handelt sich um eine quantitative Befragung an verschiedenen Standorten einer Stadt mit insgesamt 212 Handelsbetrieben. Es wurden sowohl selbstständige Einzelhandelsbetriebe, als auch Mitarbeitende in Filialen befragt. Einige Kriterien wurden direkt abgefragt, beispielsweise das Geschlecht oder Alter der Geschäftsführung, ergänzt durch implizite Indikatoren. Dazu gehören z. B. subjektive Kriterien der Standortattraktivität oder der sogenannte Pionier-Score, der die Innovationsneigung der geschäftsführenden Person misst. Zentrale Erkenntnis ist, dass der wichtigste Einflussfaktor für die Entscheidung, ob der Online-Handel als zusätzlicher Vertriebsweg genutzt wird, der Persönlichkeitstyp der Geschäftsleitung ist. Dabei unterschieden sich die Persönlichkeiten in der verwendeten Typologie insbesondere im Hinblick auf Gestaltungswillen und Risikobereitschaft. Einen weniger großen Einfluss haben der (wahrgenommene) Wettbewerbsdruck und eine Einschätzung zur Standortqualität. Demnach ist zentraler Ansatzpunkt die Förderung der Online-Kompetenz der mittelständischen Unternehmen, Standortförderung kann eine ergänzende Maßnahme sein.

Mit dem Branchenschwerpunkt Handwerk beschäftigen sich zwei verschiedene Studien. Das Ziel der Untersuchung des Volkswirtschaftlichen Instituts für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen Forschungsinstitut im Deutschen Handwerksinstitut<sup>34</sup> ist es, herauszufinden, wie die praktische Digitalisierungsberatung gestaltet werden kann. Die Studie basiert auf Daten aus dem "Digitalisierungs-Check". Dies ist ein Online-Tool für interessierte Unternehmen, die ihren eigenen Stand der Digitalisierung ermitteln möchten. Hier wurden 1.035 Datensätze über eine Selbsteinschätzung erhoben (889 Handwerksbetriebe und 146 aus anderen Branchen). Zu beachten ist dabei, dass die Stichprobe im Hinblick auf Unternehmensgröße, Umsatz, Mitarbeiterzahlen nicht repräsentativ ist, in der Stichprobe finden sich deutlich mehr größere Unternehmen. Es wird auch ein Digitalisierungspotenzial berechnet; dies ergibt sich aus der Differenz zwischen bisheriger Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen und wahrgenommener Relevanz von Digitalisierung. Beide basieren auf einer Selbsteinschätzung der Unternehmen. Die Diskrepanz ist besonders hoch für die Handwerkszweige Metallbau und Zimmerer. Im Kundenbereich besteht eine besonders hohe Differenz beim Lebensmittelhandwerk, was laut Studie bedeutet, dass hier viel Verbesserungspotenzial vorliegt. Interne Prozesse stehen eher im Fokus größerer KMU (hier ab 250.000 Euro Jahresumsatz und mit über 20 Mitarbeitenden). Dies lässt sich durch

---

<sup>33</sup> Wieland et al, 2020

<sup>34</sup> Runst und Proeger, 2020a

steigende Komplexität in wachsenden Betrieben erklären. Im Hinblick auf regionale Unterschiede lässt sich festhalten, dass urbane Gebiete eher fortgeschritten sind als weniger dicht besiedelte Gegenden. Daraus lassen sich auch Ansatzpunkte gezielt nach (Teil-) Branchen und Regionen ablesen, d. h. dort wo hohes Potenzial erkennbar ist, lohnt sich gezielte (finanzielle) Förderung. Bei eher geringer wahrgenommener Relevanz ist Information und Sensibilisierung eher eine geeignete Maßnahme.

Die zweite Studie zum Handwerk ist ebenfalls von den Autoren Runst und Proeger.<sup>35</sup> Hier liegt ein Vergleich niedersächsischer Handwerksbetriebe mit Betrieben aus anderen Bundesländern vor. Es handelt sich um eine quantitative Studie mit 153 Befragten aus KMU in Niedersachsen. Diese werden z. B. auch nach ihren Gründungsjahren unterteilt und mit der Gruppe von Unternehmen aus allen anderen Bundesländern verglichen. Die niedersächsischen Betriebe zeigen einen leichten Rückstand bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten, allerdings wird der Handlungsbedarf überdurchschnittlich deutlich wahrgenommen. Hierbei ist anzumerken, dass die Befragung direkt und ausschließlich über eine Selbsteinschätzung erfolgt, dies gilt sowohl für die Potenziale als auch für den aktuellen Stand. Die Ergebnisse beider Beiträge sind daher mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren. Im Hinblick auf die Unternehmensbereiche wird deutlich, dass in Niedersachsen das Potenzial zur Verbesserung besonders in den Gebieten Prozessdigitalisierung, digitale Geschäftsmodelle und Einbindung der Mitarbeiter hoch ist.

## 2.5. Digitalisierung der Arbeitsprozesse

Mit der Digitalisierung gehen auch Änderungen der Arbeitsweise einher – inklusive der Arbeitsprozesse. Die Literaturstudie und der Fachdialog des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK)<sup>36</sup> kommen zum Ergebnis, dass mit der Digitalisierung „ein anhaltender Veränderungsdruck hin zu agilen und flexiblen Arbeitsweisen [besteht], um die Kundenbedarfe schneller zu decken. Dieser Druck wird durch den Fachkräftemangel verstärkt, denn qualifiziertes Personal erwartet moderne Arbeitsbedingungen. Um digitale Arbeitsprozesse erfolgreich zu implementieren, sind Veränderungsbereitschaft in der Führungsebene einschließlich neuer Führungsrollen ebenso grundlegend, wie kontinuierliche Qualifizierungen der Belegschaft.“ Im Mittelpunkt für kleine und mittlere Unternehmen steht dabei vor allem ein Kulturwandel in der Unternehmensführung und Organisation. Da diese Unternehmen in der Regel eine flachere Hierarchie haben, findet der Wandel maßgeblich bei der Interaktion der verschiedenen Akteure im Unternehmen statt.

Mit dem Thema digitale Arbeit befasst sich auch eine Studie vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) im Auftrag der Bertelsmann Stiftung.<sup>37</sup> Diese hat zwei wesentliche Ziele: Zum einen geht sie der Frage nach, welche Erfahrungen

---

<sup>35</sup> Runst und Proeger, 2020b

<sup>36</sup> Gries et al., 2021

<sup>37</sup> Hofmann et al., 2020

Betriebe verschiedener Branchen im Bereich der Digitalisierung der Arbeit gemacht haben. Zum anderen sollen den Unternehmen Handlungsempfehlungen für den künftigen Umgang mit der digitalen Arbeit gegeben werden. Es wurden sowohl Daten zu Unternehmen gesammelt als auch eine (qualitative) Befragung der Führungskräfte in den 15 teilnehmenden Unternehmen durchgeführt. Dabei wurden sowohl KMU als auch Großunternehmen einbezogen. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass die Einstellung der Führungsebene bezüglich der Transformation eine besondere Rolle für deren Erfolg spielt. Weiterhin verändert sich die Führung hin zu mehr Eigenverantwortung und Freiraum für die Mitarbeitenden. Ein zentraler Punkt laut der Studie ist, dass in der strategischen Planung die Kundenschnittstelle als Startpunkt dienen sollte, nach der sich die anderen Prozesse richten.

Auch die Analyse von Schöpfer et al.<sup>38</sup> befasst sich mit dem Thema Arbeit, hier werden „weiche“ Faktoren, wie beispielsweise Work-Life-Balance oder Organisationskultur, berücksichtigt. Insgesamt nahmen 191 Unternehmen an der Online-Befragung teil. Es wurden ausschließlich KMU mit weniger als 100 Mitarbeitenden im Raum Hamburg befragt. Digitale Kompetenzen wurden basierend auf Selbstauskunft ermittelt, wobei diese als das Minimum aus Wissen und Bereitschaft bezüglich Digitalisierung definiert wurde. Im Hinblick auf die verschiedenen Branchen zeigen die Ergebnisse, dass der Bereich Information und Kommunikation (66 % gaben „sehr hoch“ an) vorne liegt, gefolgt von Dienstleistungen, Handel und Bau. Das Schlusslicht bildet das verarbeitende Gewerbe (13 % gaben „sehr hoch“ an). Auch bei den drei untersuchten Komponenten der Arbeit, Organisation, sowie Führung und Qualifikation sind Unterschiede zwischen den Branchen gut erkennbar. Mit Organisation ist dabei beispielweise die Möglichkeit von Home Office gemeint; Führung beinhaltet das Hierarchie-Verständnis des Unternehmens und Qualifikation entspricht Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeitenden im Umgang mit digitalen Technologien. So ist die Qualifikation mit Ausnahme der IuK und Dienstleistungsbranche überall gering ausgeprägt. Die Komponente Organisation ist insbesondere im Handel nur schwach ausgeprägt, während der Bestandteil Führung hier positiv zu bewerten ist. Neben dem Handel wird Führung insbesondere höher im IuK und Dienstleistungsbereich eingeschätzt, während hier das Baugewerbe zurückliegt. Eine gemeinsame Auswertung der beiden Dimensionen Digitalisierungskompetenz und Dimensionen der Arbeit 4.0 legt die Vermutung nahe, dass Unternehmen und Branchen, die großen Wert auf die Komponenten Arbeit 4.0 legen, auch über eine höhere Digitalkompetenz verfügen. Entsprechend stellt Arbeit 4.0 einen guten Ansatzpunkt für KMU dar.

## 2.6. IT-Sicherheit

Ein aktuelles Thema, das sehr eng mit der digitalen Transformation zusammenhängt, ist IT-Sicherheit. Eine Befragung von Deutschland sicher im Netz (DsiN)<sup>39</sup> mit 1.038 Mitarbeitenden sowie leitenden Angestellten kleiner und mittlerer Unternehmen be-

---

<sup>38</sup> Schöpfer et al., 2018

<sup>39</sup> Littger, 2020

schäftigt sich mit Risiken und Handlungsbedarfen der IT-Sicherheit im deutschen Mittelstand. Mehr als die Hälfte der Befragten erklärte dabei, dass die Existenz ihrer Unternehmen gefährdet sei, wenn Daten verloren gingen oder an die Konkurrenz weitergeleitet würden. Dabei ist erkennbar, dass in den Unternehmen ein Bewusstsein in Hinblick auf den Wert ihrer eigenen Daten und den benötigten Schutz geschaffen wurde. Etwa zwei Drittel der Befragten geben an, aktiv mehr IT-Sicherheit anzustreben. In KMU fehlen laut den Autoren insbesondere ganzheitliche Ansätze.

Ulrich et al.<sup>40</sup> betrachten in einer quantitativen Studie, welche Rolle Cyber Security aus Sicht der Unternehmen spielt. Dabei wird unterschieden zwischen kleinen KMU, größeren KMU und Großunternehmen. Die Stichprobe beinhaltet 184 Unternehmen, diese wurden online befragt. Im Ergebnis besteht ein Unterschied zwischen KMU und Großunternehmen im Hinblick auf die Priorisierung von Cyber Security, dabei ordnen größere Unternehmen dem Thema eine höhere Priorität zu. Entgegen den Erwartungen bestehen keine Unterschiede zwischen KMU und großen Unternehmen im Hinblick auf die Priorisierung von Risiken, die Sensibilisierung von Mitarbeitenden zu diesem Thema und der Implementierung von Systemen zum Schutz vor Angriffen.

Die quantitative Untersuchung des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik<sup>41</sup> beschäftigt sich mit dem Thema IT-Sicherheit, Corona-Pandemie und Home-Office. Im Vordergrund der Befragung von 1.000 Unternehmen steht die Frage, wie ausgeprägt IT-Sicherheit im Home-Office vor und während der Corona-Pandemie berücksichtigt wird. Zu beachten ist dabei, dass nicht ausschließlich KMU befragt wurden. Die Studie wurde wegen der hohen Relevanz der Themen für KMU dennoch aufgenommen. Die Unternehmen haben nach eigenen Angaben das Home-Office Angebot intensiv erweitert. Demnach hat sich die Anzahl der Personen, die regelmäßig im Home-Office arbeitet, mehr als verdoppelt. Insgesamt sind 64 % der Beschäftigten ganz oder teilweise im Home-Office. Künftig wollen viele der befragten Unternehmen die Möglichkeit zum Home-Office im gleichen Ausmaß erhalten bzw. weiter ausbauen. Bezogen auf die IT-Sicherheit lässt sich feststellen, dass sich bei aktueller Ausgestaltung des Home-Office ein Großteil der Unternehmen (42 %) ausschließlich auf interne IT verlässt. Kleinere Unternehmen setzen in 13 % der Fälle überwiegend oder ausschließlich private IT im Home-Office ein.

## 2.7. Nachhaltigkeit

Ein weiteres aktuell relevantes Thema ist Nachhaltigkeit im Kontext von Digitalisierung. Bei der Veröffentlichung des Instituts der Deutschen Wirtschaft (IW) gemeinsam mit der IW Consult und der WIK-Consult im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie<sup>42</sup> geht es um Ressourceneffizienz durch Digitalisierung. Es wurden 895 Unternehmen befragt, in Ergänzung wurde eine Website-Analyse (Webcrawling) mit Begrif-

---

<sup>40</sup> Ulrich et al., 2020

<sup>41</sup> Pawlowska und Scherer, 2021

<sup>42</sup> Neligan et al., 2021

fen zur Ressourceneffizienz und Digitalisierung durchgeführt. Ergebnisse zeigen, dass die Motive für digitale Geschäftsmodelle überwiegend in der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit oder in Kundenanfragen liegen. Besonders bei KMU spielen die Kundenbedürfnisse für die Einführung digitaler Geschäftsmodelle eine große Rolle. Vor allem zu Beginn der Umsetzung stehen Daten und Schnittstellen im Vordergrund, hier wird auch das größte Veränderungspotenzial gesehen. Als Vorteile des Einsatzes von Digitalisierung werden insbesondere Kosteneinsparungspotenziale, Kundennähe, verbesserte Transparenz im Herstellungsprozess und die Möglichkeit zum Echtzeit-Monitoring genannt.

Zusammenfassend macht die Analyse der bestehenden Studien deutlich, dass mittelständische Unternehmen in Deutschland in der digitalen Transformation zwar voranschreiten, jedoch immer noch, auch über die Branchen und Regionen hinweg, ein deutlicher Digitalisierungsrückstand besteht. Der Rückstand ist erkennbar im Vergleich zu (internationalen) Wettbewerbern, aber auch verglichen mit den Wünschen und Erwartungen der Anspruchsgruppen, beispielweise Kunden. Aktuelle Themen, wie die Corona-Pandemie, IT-Sicherheit und Nachhaltigkeit machen einen akuten Handlungsbedarf der KMU in Deutschland besonders deutlich.

## 2.8. Hemmnisse und Erfolgsfaktoren der Digitalisierung

Die Tabelle 2 im Anhang bietet einen Überblick über die in den relevanten Studien genannte Hemmnisse und Tabelle 3 im Anhang über Erfolgsfaktoren in bisherigen Studien zur Digitalisierung im Mittelstand. Hierbei wurden ähnliche bzw. nah beieinander liegende Themen in Clustern zusammengefasst.

Es ist hieraus erkennbar, dass mangelndes Wissen für KMU ein wesentliches Hemmnis der Digitalisierung darstellt. Zu beachten bei den folgenden Ausführungen ist, dass es sich um eine Analyse der Anzahl der Nennungen aus den betrachteten Veröffentlichungen handelt. Eine Gewichtung entsprechend der Bedeutung der einzelnen Hemmnisse in den Studien wurde nicht vorgenommen.

Von den betrachteten 31 Studien und Leitfäden gehen nicht alle auf Hemmnisse ein, dennoch geben 17 Veröffentlichungen **fehlendes Wissen** als Hemmnis für kleine und mittelständische Unternehmen an. Direkt gefolgt und thematisch sehr nah daran ist das **fehlende Personal**, dies wird von 14 Beiträgen hervorgehoben. Da es sich dabei häufig um fehlende Fachkräfte handelt, ist eine hohe Korrelation zu dem Thema fehlendes Wissen erkennbar.

Weitere in den Publikationen häufig genannte Hemmnisse sind **fehlende finanzielle Mittel** (zehn Nennungen) und **Unsicherheit im Hinblick auf den Nutzen** von Digitalisierungsmaßnahmen (neun Mal genannt). Auch bei diesen beiden Themen ist, wenn auch nicht auf den ersten Blick, eine Beziehung möglich: Wenn Unternehmen nicht von dem Nutzen einer Maßnahme oder Technologie überzeugt oder unsicher sind, ver-

schlechtert dies das erwartete Kosten-Nutzen-Verhältnis und lässt in der Folge die Maßnahme an Priorität verlieren. Allerdings gibt es sicherlich auch Unternehmen, die überhaupt nicht über entsprechende finanzielle Mittel verfügen.

Weniger häufig genannt, aber dennoch von Bedeutung sind Bedenken bezüglich der **IT- und Datensicherheit** und **unternehmensinterne Widerstände** bzw. Skepsis gegenüber der Digitalisierung oder konkreten Technologien.

Die Erfolgsfaktoren für Digitalisierungsprojekte sind in den gesammelten Studien nicht so intensiv behandelt worden wie die Hemmnisse. Nur fünf der betrachteten Publikationen nennen überhaupt explizit Erfolgsfaktoren, im Sinne von entscheidenden Aspekten, die zum Gelingen von Digitalisierungsmaßnahmen beitragen. Hervorgehoben werden dabei **Transparenz und Kommunikation** mit internen und externen Interessenten. Dazu gehört z. B. auch die (möglichst frühe) Einbindung der Mitarbeitenden in die Vorhaben.

Die weiterhin genannten Erfolgsfaktoren sind beispielsweise **Wissen, Qualifizierung und auch Projekterfahrung**. Hier wird der Bezug zu den oben genannten Hemmnissen deutlich. Bei der Projekterfahrung ist entsprechend der Analyse von Dahm und Constantine<sup>43</sup> erkennbar, dass KMU, die bereits ein Digitalisierungsprojekt durchgeführt haben, auch weitere erfolgreiche Projekte anstoßen und durchführen. Dies könnte daran liegen, dass das positive Ergebnis aus dem Projekt bestärkend wirkt oder auch auf einen dahinterliegenden Faktor, wie zum Beispiel grundsätzlich hohe Offenheit und Bereitschaft zur Digitalisierung. Laut Ulrich et al.<sup>44</sup> können auch agile Methoden<sup>45</sup> helfen, das Risiko von Fehlinvestitionen zu reduzieren, indem sehr früh im Prozess der Nutzen und die konkreten Einsatzmöglichkeiten immer wieder evaluiert werden. Der Einsatz des agilen Projektmanagements könnte damit dem oben genannten Hemmnis des unklaren Nutzens entgegenwirken.

Insgesamt ist erkennbar, dass die genannten Erfolgsfaktoren insbesondere den „weichen“ Faktoren, also solchen, die oft nicht quantifizierbar oder schwer messbar sind,<sup>46</sup> wie z. B. Kommunikation und Kultur, zuzuordnen sind.

## 2.9. Übergeordnete Ergebnisse zu Wertschöpfungsbereichen

Einige der Studien betrachten Wertschöpfungsbereiche, die geeignet erscheinen, um Digitalisierungsprojekte oder konkrete Technologien zu nutzen. Die Wertschöpfungsbereiche werden dabei entsprechend der Struktur in Anlehnung an Hutzschenreuter<sup>47</sup> in fünf Bereiche eingeteilt. Von den betrachteten Studien befassen sich insgesamt 14 mit diesem Thema. Abbildung 1 zeigt, in welchen Wertschöpfungsbereichen eher Chancen

---

<sup>43</sup> Dahm und Constantine, 2020

<sup>44</sup> Ulrich et al., 2020

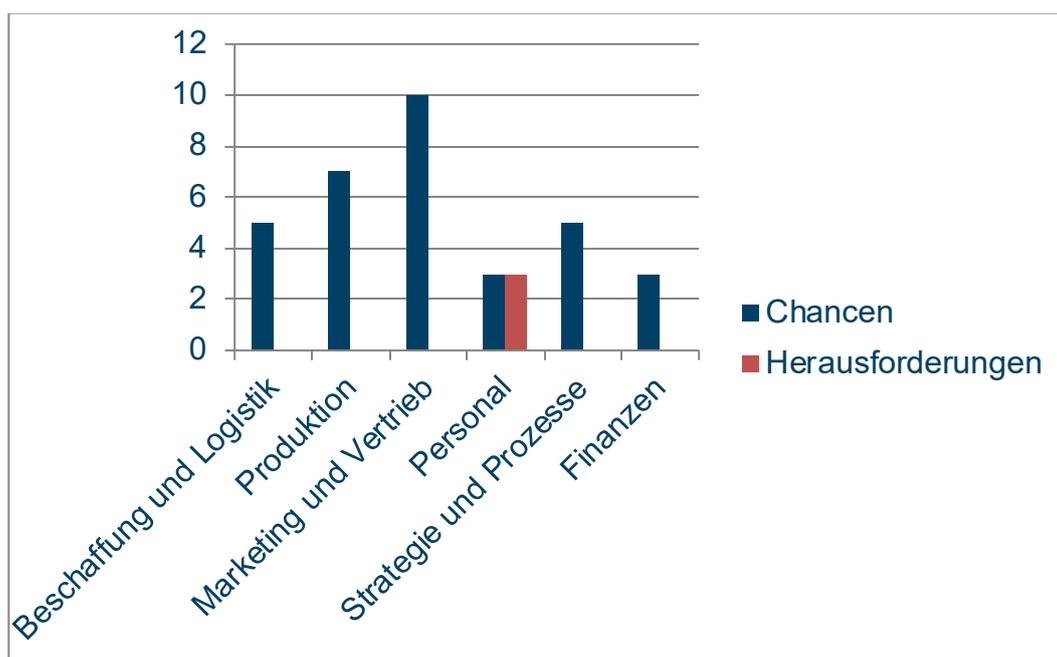
<sup>45</sup> Mit agilen Methoden sind neue Ansätze für flexiblere und schnellere Arbeitsprozesse, z. B. unterstützt durch Methoden wie SCRUM und Design Thinking, gemeint (vgl. Gries et al., 2021)

<sup>46</sup> Loof, 2017

<sup>47</sup> Hutzschenreuter, 2015

bzw. eher Risiken gesehen werden. Dabei ist zu beachten, dass auch Mehrfachnennungen vorkommen. Zudem ist anzumerken, dass in den Studien meist nur eine Nennung der Wertschöpfungsbereiche, aber keine gewichtende oder vergleichende Bewertung der einzelnen Bereiche vorliegt.

Abbildung 1: Wertschöpfungsbereiche, in denen eher Chancen bzw. eher Herausforderungen gesehen werden



Quelle: Eigene Darstellung

Aus der übergeordneten Betrachtung (s. Abbildung 1) wird deutlich, dass insbesondere hohe Potenziale bei der Digitalisierung von Marketing und Vertrieb gesehen werden.<sup>48</sup> Auch im Bereich Produktion sehen viele Studien Digitalisierungspotenziale.<sup>49</sup> Lediglich im Bereich Personal sind ambivalente Erwartungen zu erkennen: Hier werden in den Studien sowohl Chancen als auch mögliche Herausforderungen gesehen.<sup>50</sup>

## 2.10. Übergeordnete Ergebnisse zu Branchen

Im Hinblick auf Branchen gibt es bei den betrachteten Studien viele Publikationen, die übergreifend mehrere Branchen betrachten und nicht zwischen den einzelnen differenzieren. Es gibt jedoch auch eine Vielzahl an Studien die spezifische Branchen nennen,

<sup>48</sup> Beispielsweise Cisco und International Data Corporation, 2020; Deutsche Telekom, 2020; Zimmermann, 2020; Schulke und Jütte, 2019

<sup>49</sup> Beispielsweise Marbler, 2019; Schulke und Jütte, 2019; Lindner und Leyh, 2019

<sup>50</sup> Brockhaus et al., 2020

bzw. Vergleiche zwischen verschiedenen Branchen anstellen. Explizit Branchenvergleiche finden sich beispielsweise in den Beiträgen des Deutschen Industrie- und Handelskammertags,<sup>51</sup> der Deutschen Telekom<sup>52</sup> des Sparkassenverbands Westfalen-Lippe<sup>53</sup> oder von Brockhaus et al.<sup>54</sup> Werden alle Studien in der Auswahl betrachtet, ergibt sich daraus eine besonders häufige Nennung des verarbeitenden Gewerbes (18), der Dienstleistungen (19) und des Handels (14).

In der übergeordneten Betrachtung lässt sich zu Branchen festhalten, dass es einen überdurchschnittlich hohen Digitalisierungsgrad im Bereich Information und Kommunikation gibt.<sup>55</sup> Eher geringe Digitalisierungsgrade weisen der Handel,<sup>56</sup> das Baugewerbe<sup>57</sup> (Abschnitt F) und das Gastgewerbe (Abschnitt I)<sup>58</sup> auf. Insgesamt wird in der Branchenzugehörigkeit ein wichtiger Einflussfaktor für den Stand und die Potenziale der Digitalisierung gesehen.

## 2.11. Übergeordnete Ergebnisse zu Technologien

Die Abbildung 2 unten zeigt die in den analysierten Publikationen genannten Technologien. Entsprechend der Häufigkeit ihrer Erwähnung sind die Wörter größer oder kleiner (wenn selten oder einmal genannt). Besonders häufig werden in den Studien die Begriffe Künstliche Intelligenz, Cloud, Data Analytics und Internet of Things (IoT) erwähnt. Dabei sind die Begriffe nicht immer voneinander unabhängig. So kann beispielsweise auch Data Analytics als Basis für KI genutzt werden, oder umgekehrt KI als Hilfsmittel in der Mustererkennung von Daten.

Nicht nur die häufige Nennung, insbesondere von KI, sondern auch die themenspezifischen Publikationen zeigen die Bedeutung des Themas in der anwendungsorientierten Literatur. Explizit gehen beispielsweise die Beiträge von Lundborg und Märkel,<sup>59</sup> Lindner und Leyh<sup>60</sup>, Dahm und Constantine<sup>61</sup> sowie Zimmermann<sup>62</sup> Gull et al.,<sup>63</sup> auf KI in kleinen und mittleren Unternehmen ein.

---

<sup>51</sup> Kühlein und Sobania, 2021

<sup>52</sup> Deutschen Telekom, 2020

<sup>53</sup> Werning et al., 2020

<sup>54</sup> Brockhaus et al., 2020

<sup>55</sup> Destatis 2008 Abschnitt J, Information und Kommunikation

<sup>56</sup> Destatis 2008 Abschnitt G, Handwerk

<sup>57</sup> Destatis 2008 Abschnitt F, Baugewerbe

<sup>58</sup> Destatis 2008 Abschnitt I, Gastgewerbe

<sup>59</sup> Lundborg und Märkel, 2019

<sup>60</sup> Lindner und Leyh, 2019

<sup>61</sup> Dahm und Constantine, 2020

<sup>62</sup> Zimmermann, 2021

<sup>63</sup> Gull et al., 2021



3. Das Beispiel beinhaltet eine Digitalisierungskomponente
4. Das Beispiel beinhaltet aktuelle Digitalisierungsthemen
5. Das Beispiel ist nachvollziehbar, (relativ) vollständig und ausreichend ausführlich beschrieben

Um sicherzustellen, dass die gewählten Beispiele hilfreich für die Zielgruppe der deutschen KMU sind, wurden nur Projekte ausgewählt, in denen

- entweder ein KMU selbst dieses Projekt im eigenen Unternehmen (als Anwender der Lösung) umsetzt oder
- die geeignet erscheinen, um aktuellen und künftigen, für KMU relevanten Herausforderungen zu begegnen.

Beispiele, die in die zweite Kategorie fallen, wurden dann aufgenommen, wenn die Technologien oder Ansätze in den anderen Beispielen (mit KMU als Anwendern) nicht abgebildet werden. Damit wird sichergestellt, dass diese KMU-relevanten Lösungen in der Auswahl enthalten sind.

Das zweite Kriterium soll sicherstellen, dass die Beispiele aus der Perspektive der Anwender gesehen werden können. Dabei geht es insbesondere darum, dass die Lösungen sich nicht mehr in einem eher theoretischen oder konzeptionellen Stadium befinden, sondern in der Marktreife soweit fortgeschritten sind, dass es bereits Anwendungen gibt.

Um den Fokus der Digitalisierung im Auge zu behalten, wird auf ausreichende Berücksichtigung einer Digitalisierungskomponente in den Beispielen geachtet. Hier knüpft auch das Kriterium der aktuellen Themen an: Es wurden insbesondere solche Digitalisierungsprojekte ausgewählt, die aktuelle und voraussichtlich in Zukunft relevante Themen und Technologie behandeln.

Der fünfte Punkt, also die ausführliche Beschreibung der Beispiele, ist besonders wichtig, damit das Beispiel nachvollziehbar und zugänglich für KMU wird. Projekte mit einer vagen und unvollständigen Beschreibung, die selbst nach einer tiefgehenden Recherche nicht weiter konkretisiert werden konnte, wurden nicht aufgenommen.

Für die Recherche der Praxisbeispiele wurden folgende Quellen verwendet:

- Online-Landkarte Wirtschaft digital der Industrie und Handelskammern<sup>64</sup>
- Landkarte Anwendungsbeispiele Industrie 4.0 der Plattform Industrie 4.0 / Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)<sup>65</sup>

---

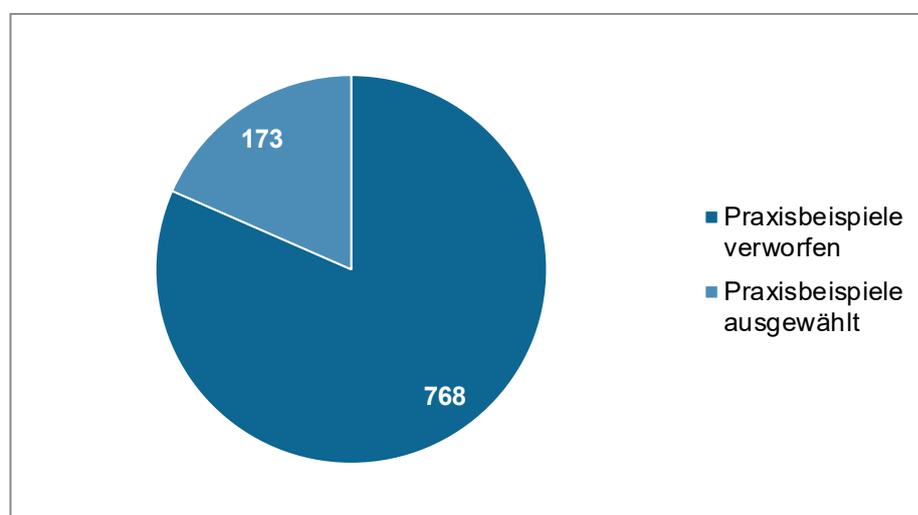
<sup>64</sup> <https://www.ihk.de/landkarte-digital>

<sup>65</sup> <https://www.plattform40.de/IP/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/kakar-anwendungsbeispiele-formular.html>

- Anwendungen der Plattform lernende Systeme<sup>66</sup>
- Praxisbeispiele von Mittelstand-Digital / Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)<sup>67</sup>

Abbildung 3 gibt eine Übersicht über begutachtete und ausgewählte Praxisbeispiele aus vier Quellen. Insgesamt wurden 173 Praxisbeispiele in den Überblick aufgenommen, die – sofern nicht anders erwähnt – auch jeweils in die deskriptive Auswertung im folgenden Teilkapitel einbezogen wurden.

Abbildung 3: Anteile ausgewählter und verworfener Praxisbeispiele



Quelle: Eigene Darstellung

Um die Praxisbeispiele besser zugänglich zu machen, wurde im Rahmen des Projekts eine Struktur entwickelt. Diese beinhaltet die übergeordneten Kategorien:

- Deskriptive Unternehmensdaten (z. B. Bundesland, Branche, Unternehmensgröße)
- Projektbeschreibung (z. B. Titel des Projekts, Wertschöpfungsbereich, Projektstatus)
- Kontakt (Name des Unternehmens, Adresse und Webseite)

<sup>66</sup> <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-landkarte.html>

<sup>67</sup> <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Praxis/Praxisbeispiele/praxisbeispiele.html>

- Anwendung (Lösung, Technologie laut eigener Technologiesortierung, Vorgehensweise zur Lösungsentwicklung)
- Schlagwörter
- Weiterführende Informationen (z. B. Link zur Datenbank (aus der das Beispiel entnommen wurde), weitere Beteiligte, Mindestreifegradeinschätzung)

Ziel der Sammlung der Praxisbeispiele ist es, einen Überblick über Digitalisierungsprojekte in KMU zu bieten, in denen auch nach konkreten Branchen, Technologien, Regionen oder Wertschöpfungsbereichen gesucht und gefiltert werden kann. Um diese Möglichkeiten besser ausschöpfen zu können, wurde für die Branchen auf eine standardisierte Zuordnung zurückgegriffen. Basis der Brancheneinordnung ist die Struktur nach Destatis.<sup>68</sup> Hier wurde die übergeordnete Ebene der Abschnitte für die Einordnung gewählt. Ergänzend dazu beinhaltet die Tabelle ebenfalls eine Spalte mit einer nicht-standardisierten Bezeichnung, um auch eine branchenspezifische Suche zu ermöglichen.

Wie oben erwähnt, wurde auch eine Einordnung von angewendeten Technologien vorgenommen. Der Technologiebegriff wird nach Klappert und Schuh<sup>69</sup> als Verbindung zwischen naturwissenschaftlichem Wissen und technischen Problemlösungen verstanden. Entsprechend „...bildet Technologie nicht nur ein Bindeglied zwischen Theorie und Praxis, sondern stellt die Ausgangsbasis zur Entwicklung von Verfahren und Produkten dar.“<sup>70</sup> Für die Einordnung der verwendeten Technologien wurden bereits vorhandene Schemata geprüft und verworfen.<sup>71</sup>

Daher wurde eine Technologiesortierung eigens für die ausgewählten Praxisbeispiele entwickelt. Dazu wurde in Anlehnung an das allgemeine Ablaufmodell der qualitativen Inhaltsanalyse<sup>72</sup> vorgegangen. Die fünf Schritte werden nachfolgend kurz erläutert und sind in der Abbildung 4 aufgezeigt.

---

<sup>68</sup> Destatis, 2008

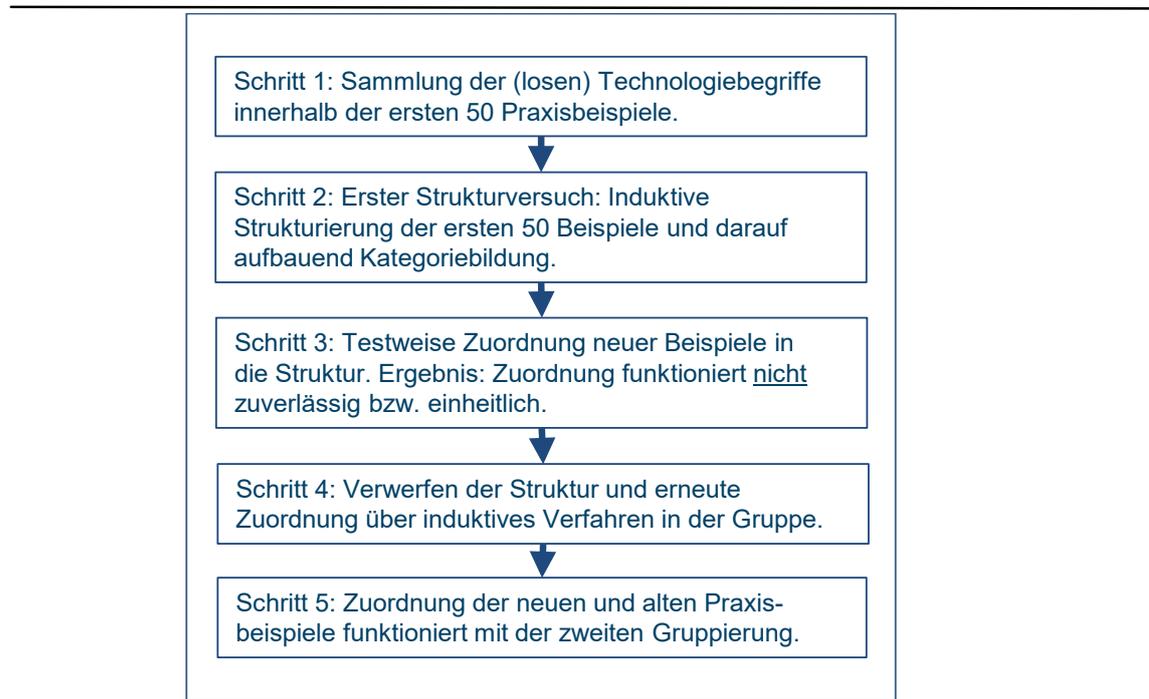
<sup>69</sup> Klappert und Schuh, 2011

<sup>70</sup> Passing, 2017

<sup>71</sup> Beispielsweise die IEEE Taxonomy oder die Sortierung in Anlehnung an den Technologiezyklus nach Arthur D. Little international. Jedoch stellten sich diese vorhandenen Ansätze als ungeeignet für die vorliegenden Beispiele heraus. Ein Grund ist, dass die Einordnung entweder rein technisch ist (was dem Fokus auf den Anwendungsbezug entgegensteht) oder eine Orientierung an der Marktreife der Technologien erfolgt, was wiederum der Dynamik, also der schnellen Veränderung des aktuellen Status einer Technologie aufgrund voranschreitender Entwicklung, nicht gerecht wird. Ein weiterer Grund ist, dass der Zweck bisheriger Sortierung nicht in der Zuordnung von Technologien in Unternehmen besteht, sondern eher in einer umfassenden Sortierung im Bereich der (Grundlagen-) Forschung liegt. (vgl. IEEE, 2017; Arthur D. Little International, 1985)

<sup>72</sup> Mayring und Fenzl, 2014

Abbildung 4: Schritte zur Bildung einer geeigneten Technologiesortierung



Quelle: Eigene Darstellung

Der erste Schritt diente der Sammlung erster Begriffe, dazu wurden die eingesetzten Technologien der ersten 50 Praxisbeispiele verwendet. Mithilfe einer induktiven Zuordnung, also vom Speziellen zum Allgemeinen<sup>73</sup>, wurde im zweiten Schritt ein erstes Categoriesystem gebildet. Entsprechend der Vorgehensweise im allgemeinen Ablaufmodell<sup>74</sup> wird dieser erste Kategorieentwurf mit den Technologiebegriffen der ergänzenden Praxisbeispiele überprüft. Hierbei wurde zum einen geprüft, ob bei der Zuordnung bei mehrfacher Einordnung zu unterschiedlichen Zeitpunkten das gleiche Zuordnungsergebnis entsteht.<sup>75</sup> Dies konnte bestätigt werden. Zum anderen wurde getestet, ob Objektivität gewährleistet ist, also ob verschiedene einordnende Personen zum gleichen Ergebnis kommen, d. h. einen Begriff der gleichen Kategorie zuordnen.<sup>76</sup> Nicht in allen Fällen war Objektivität im Sinne dieses Gütekriteriums gewährleistet. Daher wurde die erste Struktur verworfen und im Rahmen von Schritt 4 ein neues Categoriesystem – wieder über ein induktives Verfahren – gebildet. Im letzten Schritt wurde dieses Categoriesystem ebenfalls mit neuen Technologiebegriffen auf zuverlässige und objektive Zuordnung geprüft und die Güte der zweiten Sortierung bestätigt.

Eine Einschätzung, welcher Digitalisierungsgrad eines Unternehmens mindestens erforderlich wäre, um die Lösung verwenden zu können, wurde ebenfalls erfasst. Dieser

<sup>73</sup> Mayring, 2020

<sup>74</sup> Mayring und Fenzl, 2014

<sup>75</sup> Rammstedt, 2010

<sup>76</sup> Rammstedt, 2010

„Mindestreifegrad“<sup>77</sup> ist eher als Empfehlung, denn als strikte Maßgabe zu sehen. Ziel ist es, Unternehmen eine Hilfestellung zu geben, welches grundsätzliche Digitalisierungsniveau notwendig wäre, um die beschriebene Lösung im Unternehmen einsetzen zu können. Die Einschätzung greift auf die Stufen des Reifegradmodells von Hellge et al.<sup>78</sup> zurück.

Reifegradmodelle werden entwickelt, um den Reifegrad systematisch bestimmen voneinander abgrenzen zu können. Becker et al.<sup>79</sup> definieren diese als Modelle die „eine Folge von Reifegraden für eine Klasse von Objekten [...] beschreiben [und] dadurch einen gewünschten oder typischen Entwicklungspfad dieser Objekte in aufeinander folgenden, diskreten Rangstufen, beginnend in einem Anfangsstadium bis hin zur vollkommenen Reife.“

Ein wichtiger Bestandteil der Reifegradmodelle ist also eine Einsortierung der Unternehmen entlang mehrerer definierter Stufen. Das im vorliegenden Beitrag verwendete Modell besteht aus einer fünfstufigen Skala, wobei für jede Stufe eine qualitative Definition vorliegt.

Hellge et al. 2019 definiert die Stufen wie beschrieben:<sup>80</sup>

- **Stufe 1 – Erkunder:** Das Unternehmen steht noch am Beginn des digitalen Transformationsprozesses. In der Mehrzahl der Handlungsfelder befindet sich das Unternehmen in der Findungs- oder Planungsphase. Es sind noch keine konkreten Digitalisierungslösungen geplant.
- **Stufe 2 – Einsteiger:** Das Unternehmen hat Potenziale erkannt und erste Digitalisierungslösungen sind geplant. Ihre Führungskräfte stehen vor der Aufgabe die ersten Erfahrungen zu bewerten und weitere Schwerpunkte der Weiterentwicklung zu setzen sowie konkrete Aktivitäten einzuleiten.
- **Stufe 3 – Fortgeschrittener:** Digitalisierungslösungen werden in einigen, ersten Bereichen eingesetzt. Führungskräfte haben die Chancen der Digitalisierung erkannt und sind bereit diese im Unternehmen umzusetzen.
- **Stufe 4 – Experte:** Digitalisierungslösungen werden in einer Reihe von Bereichen eingesetzt. Mitarbeiter und Führungskräfte kennen digitale Trends und sind bereit diese auf das Unternehmen anzupassen.
- **Stufe 5 – Vorreiter:** Digitalisierung wird aktiv "gelebt" und ist im Unternehmen verankert. Digitalisierungslösungen werden zielbringend eingesetzt und zur zukunftsorientierten Weiterentwicklung des Unternehmens genutzt. Mitarbeiter und Führungskräfte haben digitale Trends und Chancen verinnerlicht. Potenziale, die sich aus digitalen Lösungen ergeben, werden im Unternehmen proaktiv verfolgt.

---

<sup>77</sup> Der Digitale Reifegrad (engl. „Maturity“ oder „Readiness“) gibt allgemein an, wie der Status quo der digitalen Transformation eines Unternehmens einzustufen ist (Schuh et al. 2017). Hellge et al. definieren Digitalisierungsreifegrad als „der Umsetzungsfortschritt bzw. das Erfahrungsniveau bzgl. der Realisierung von Digitalisierungslösungen.“ (Hellge et al. 2019)

<sup>78</sup> Hellge et al., 2019

<sup>79</sup> Becker et al., 2009

<sup>80</sup> Hellge et al., 2019

Es wurde auf dieses Modell mit qualitativ beschriebenen Stufen zurückgegriffen, um eine möglichst große Bandbreite an Branchen und Lösungen einbeziehen zu können. Zur Sicherstellung der Objektivität wurde die Analyse zur Bewertung in mehreren Runden vorgenommen.

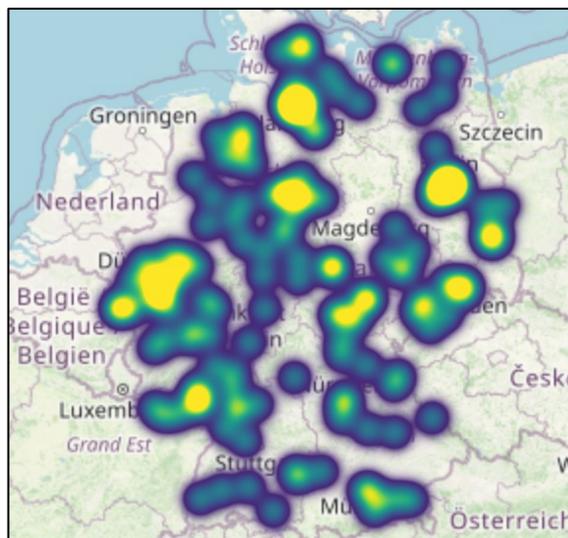
## 3.2 Deskriptive Auswertung der Auswahl der Praxisbeispiele

### 3.2.1 Regionenbezogene Auswertung

Um einen Überblick über die Struktur der ausgewählten Praxisbeispiele zu bekommen, wird nachfolgend eine deskriptive Auswertung der Stichprobe vorgestellt. Dazu werden Kriterien aus der Struktur der Praxisbeispiele aufgegriffen und ausgewertet.

In der Tabelle der Praxisbeispiele wurden die vollständige Anschrift, einschließlich Postleitzahl und auch das Bundesland der betreffenden Unternehmen, erfasst. Auf Basis der Adressen wurden Geokoordinaten abgeleitet, die die Datengrundlage für die Heatmaps in Abbildung 5 darstellen. Hier ist sichtbar, dass die Praxisbeispiele auf ganz Deutschland verteilt sind.

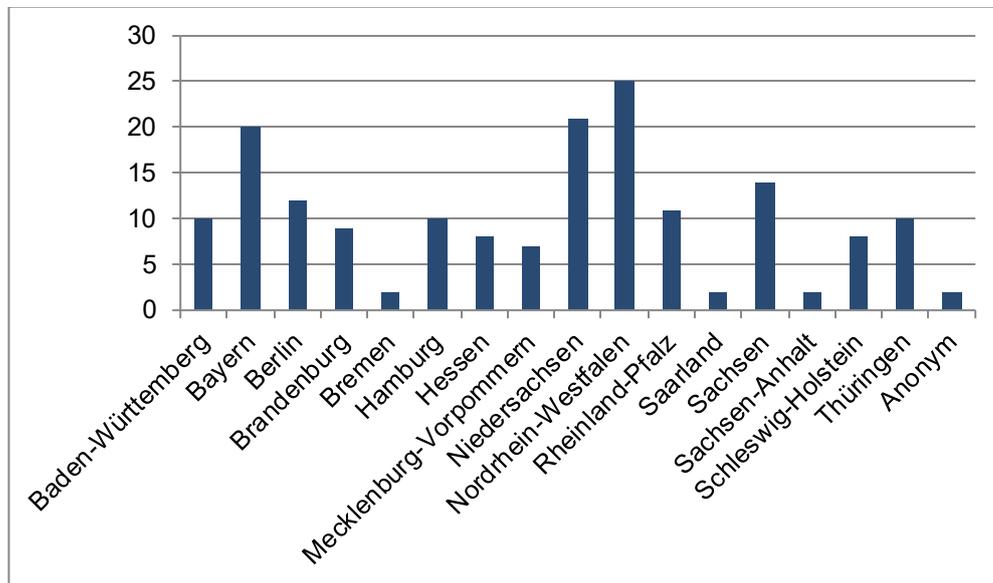
Abbildung 5: Verteilung der Praxisbeispiele in Deutschland.



Quelle: Die abgebildete Heatmap wurde mit Python unter Verwendung der Plotly-Library generiert (<https://plotly.com/python/mapbox-density-heatmaps/>).

Die Verteilung über Deutschland zeigt auch die Abbildung 6. Demnach sind Unternehmen aus allen deutschen Bundesländern in der Auswahl enthalten.

Abbildung 6: Prozentuale Anteile der Unternehmen in den Praxisbeispielen

wik 

Quelle: Eigene Darstellung

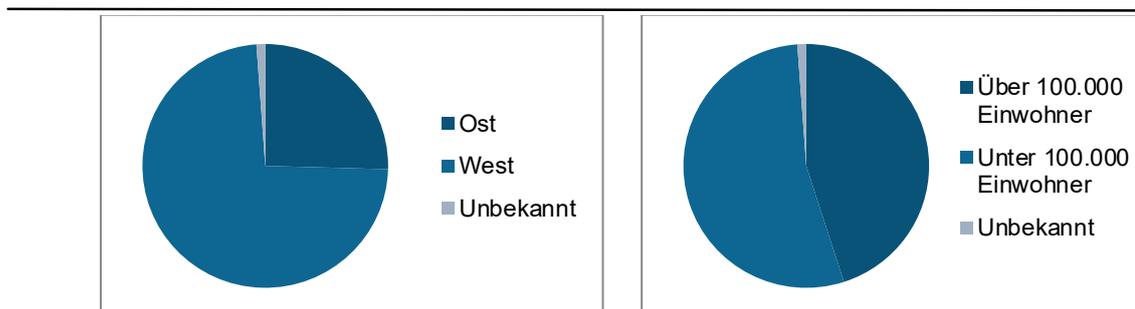
Weitere regionenspezifische Merkmale, wie der Zuordnung der Praxisbeispiele zu Bundesländern aus der ehemaligen DDR (Ost) oder der BRD (West), zeigen, dass ein großer Teil der Beispiele aus der Region West (122 Beispiele) stammt. Abbildung 7 zeigt die Anteile der beiden Regionen.

Mit der Information zur Adresse der Unternehmen kann auch eine Einordnung nach Größe der Städte und Gemeinden vorgenommen werden. Lichtblau et al.<sup>81</sup> beschreiben einen höheren Digitalisierungsgrad bei KMU in Großstädten, verglichen mit kleineren Städten und Gemeinden. Die unterschiedliche Ausprägung des Digitalisierungsgrades kann mit der besseren (digitalen) Infrastruktur und der besseren Ausstattung mit Fachkräften begründet werden.<sup>82</sup> Aus diesem Grund wurde hier eine Grenze bei 100.000 Einwohnern gewählt (Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung, ohne Jahr). Dabei ist erkennbar, dass ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Unternehmen aus Großstädten und kleineren Städten und Gemeinden in den Praxisbeispielen vorhanden ist. Praxisbeispiele ohne Angabe des Unternehmens (und damit ohne Adresse) sind hier unter „Unbekannt“ aufgeführt.

<sup>81</sup> Lichtblau et al., 2018

<sup>82</sup> Berger und Koppel, 2017

Abbildung 7: Zuordnung der Unternehmen zu neuen (Ost) und alten (West) Bundesländern



Quelle: Eigene Darstellung

### 3.2.2 Auswertung der Branchen

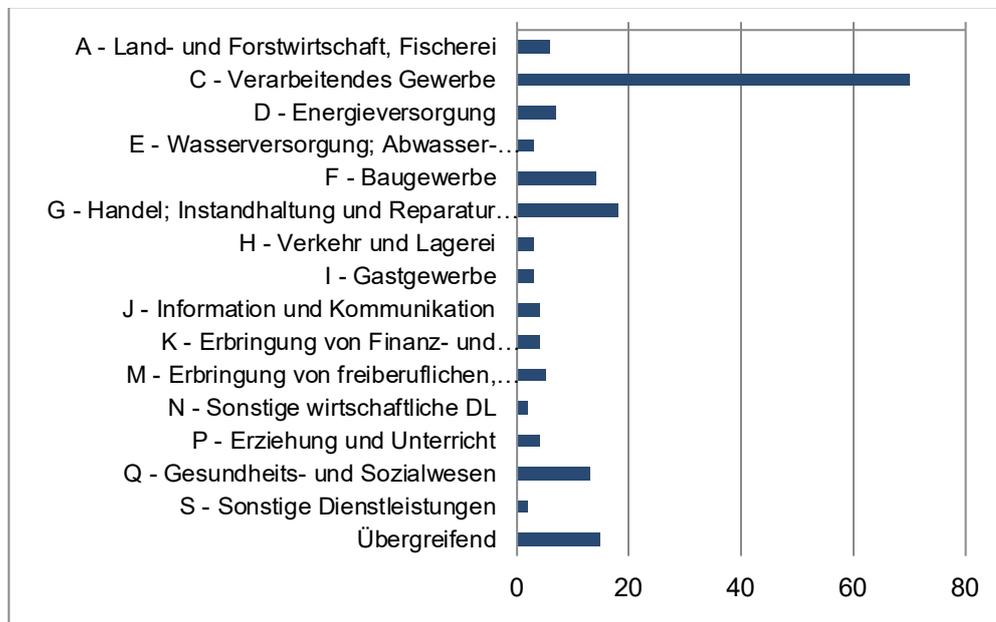
Ein in den Studien umfangreich beachtetes Thema sind die Branchen, in denen KMU Digitalisierungsprojekte umsetzen. Werden vor diesem Hintergrund die branchenspezifischen Zahlen der Praxisbeispiele betrachtet, so zeigt sich ein besonders hoher Anteil des verarbeitenden Gewerbes, des Handel, des Baugewerbes sowie im Bereich Gesundheit und Soziales in der Stichprobe (Abbildung 8). Diese Schwerpunkte können auch durch die beschriebene Quellenauswahl, z. B. durch Plattform Industrie 4.0 erklärt werden.

Insgesamt sind nahezu alle Branchen aus den Abschnitten nach Destatis<sup>83</sup> in den Beispielen vertreten. Nicht explizit vorhanden sind Beispiele aus folgenden Bereiche: Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (Abschnitt B), Grundstücks- und Wohnungswesen (Abschnitt L), Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung (Abschnitt O), Kunst, Unterhaltung und Erholung (Abschnitt R), Private Haushalte mit Hauspersonal (Abschnitt T), Exterritoriale Organisationen und Körperschaften (Abschnitt U).

Einige dieser Bereiche lassen sich durch übergreifende Lösungen abdecken (z. B. Abschnitt R und Abschnitt L). Bei anderen ist bereits sachlogisch erkennbar, dass es sich um Bereiche handelt, in denen KMU nicht oder kaum zu erwarten sind, dies gilt insbesondere für die öffentliche Verwaltung. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die wichtigsten Branchen, in denen KMU tätig sind, in der Stichprobe vorkommen.

<sup>83</sup> Destatis, 2008

Abbildung 8: Übersicht über die Anzahl der Unternehmen in der Stichprobe in den verschiedenen Branchen (N=173)



wik

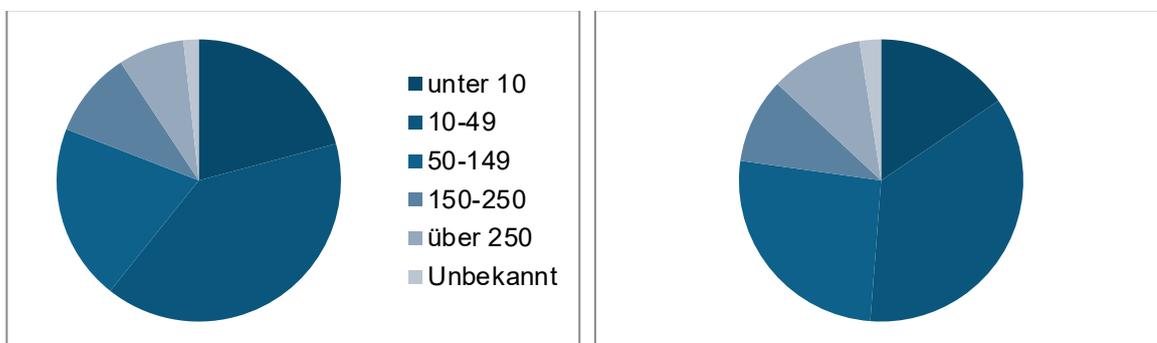
Quelle: Eigene Darstellung

### 3.2.3 Größenklassen

Ein weiterer zentraler Faktor für den Grad der Digitalisierung ist die Unternehmensgröße. Die erste Übersicht beinhaltet die Größenklassen aller Unternehmen, die in der Liste der Praxisbeispiele vertreten sind. Der Großteil der betrachteten Unternehmen entfällt demnach auf die Klasse mit 10 bis 49 Mitarbeitenden, gefolgt von Kleinunternehmen (mit weniger als 10 Mitarbeitenden) und der Größenklasse von 150 bis 250 Mitarbeitenden.

Ergänzend dazu sind in der Abbildung 9 nur die Unternehmen aufgeführt, die Anwender einer Lösung sind; nicht eingeschlossen sind damit Anbieter von Digitalisierungslösungen. Da sich diese Unterteilung nach Größenklassen und die damit zusammenhängende Tendenz insbesondere auf die KMU als Anwender einer Digitalisierungslösung bezieht, wurde zusätzlich diese separate Ausgabe der Anwender ergänzt (rechter Teil der Abbildung 9).

Abbildung 9: Größenklassen aller Unternehmen in der Stichprobe (N=173; links), Größenklassen ohne Anbieter (nur Anwender N= 123; rechts)

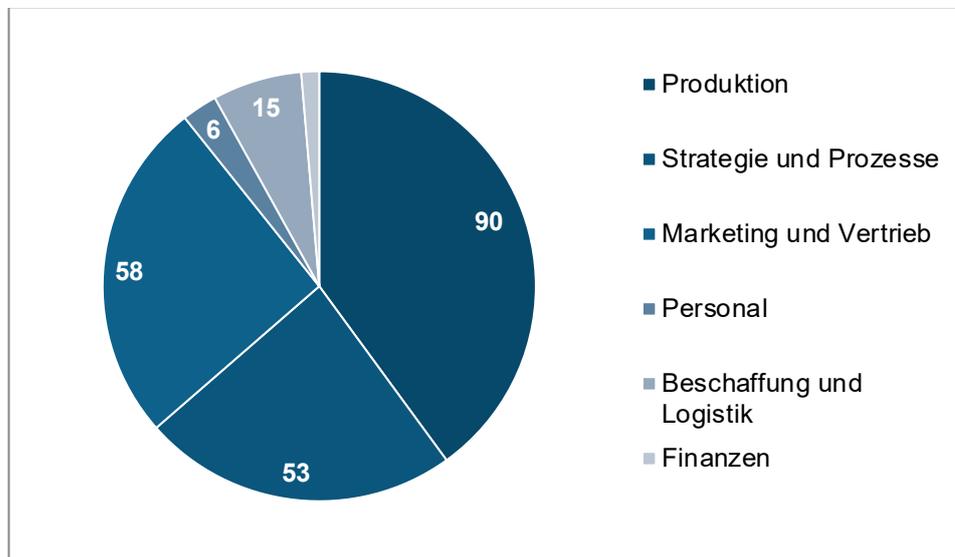


Quelle: Eigene Darstellung

### 3.2.4 Lösungsbezogene Kriterien

In Bezug auf die konkrete Lösung wurden der Wertschöpfungsbereich, die Technologie und der Mindestreifegrad erfasst (zur Erläuterung dieser Kriterien siehe auch Abschnitt 3.1). Der Überblick über die Wertschöpfungsbereiche, in denen die Lösung implementiert wurde oder implementiert werden kann (bei Anbieterbeispielen), enthält auch Mehrfachnennungen.

Abbildung 10: Anteile der verschiedenen Wertschöpfungsbereiche, in denen Lösungen implementiert wurden oder werden können (Anbieterbeispiele)

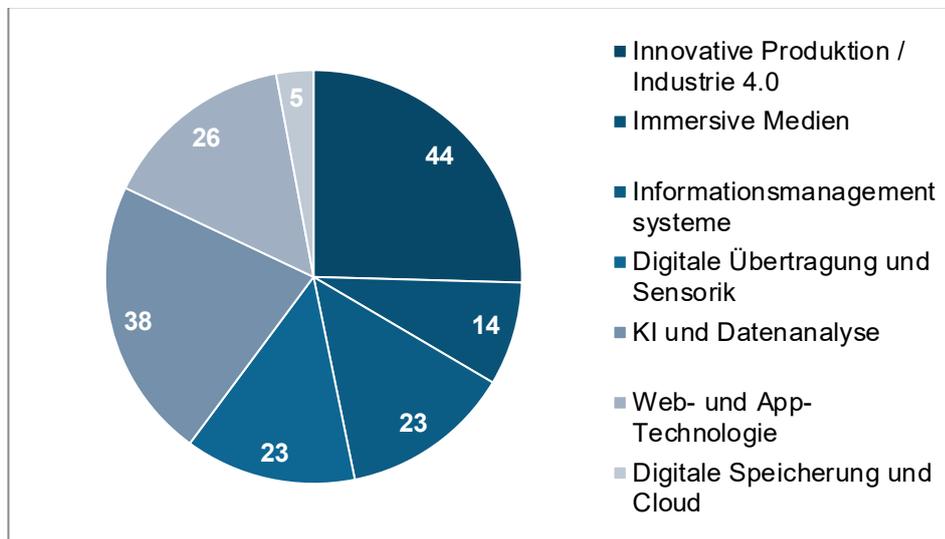


Quelle: Eigene Darstellung

Die Betrachtung der vorliegenden Praxisbeispiele ist eine Dominanz des Bereichs Produktion (90 Beispiele), Marketing und Vertrieb (58 Beispiele) und Strategie und Prozesse (53 Beispiele) sichtbar. Letzterer beinhaltet insbesondere Lösungen, die bereichsübergreifend wirken. Weniger stark vertreten sind die Bereiche Beschaffung und Logistik (15 Beispiele), Personal (6 Beispiele) und Finanzen (3 Beispiele).

Die folgende Abbildung zeigt die Anteile entsprechend der in Abschnitt 3.1 hergeleiteten Technologiesortierung. Dabei wurden die Beispiele eindeutig einer der sieben Technologiebereiche zugeordnet, demnach liegen hier keine Mehrfachnennungen bei den Beispielen vor. Dennoch ist anzumerken, dass (wie im obigen Abschnitt beschrieben) die Kategorien nicht immer vollständig trennscharf sind. Wie aus der Abbildung 10 zu erwarten, gibt es viele Praxisbeispiele aus dem Bereich der Innovativen Produktion (44 Beispiele, 25,5 %), KI und Datenanalyse (38 Beispiele, 22 %), Web- und App-Technologien (26 Beispiele, 15 %).

Abbildung 11: Technologiebereiche entsprechend der entwickelten Technologiesortierung (s. auch 3.1)

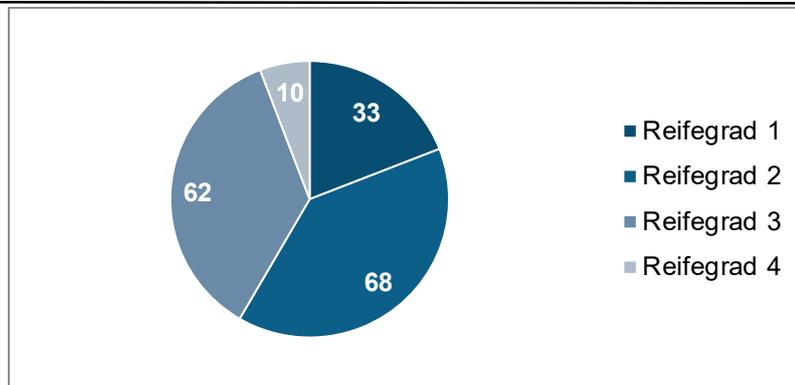


Quelle: Eigene Darstellung

Als Richtwert für Voraussetzungen, die ein Unternehmen erfüllen sollte, um eine Lösung implementieren zu können, wurde der Mindestreifegrad für eine konkrete Lösung erfasst. Ein großer Teil der Lösungen benötigt demnach den Reifegrad 2 oder 3, einige auch nur den geringstmöglichen Reifegrad 1 (19 %). Wenig vertreten sind Lösungen mit dem Reifegrad 4, der Reifegrad 5 kommt in keinem Beispiel vor.

Dies liegt insbesondere daran, dass hier der *Mindestreifegrad* erfasst wurde. Selbst wenn die Unternehmen, die Lösungen umsetzen, einen höheren Reifegrad aufweisen, können die Lösungen auch in KMU mit niedrigeren Reifegraden eingesetzt werden.

Abbildung 12: Übersicht über Anteile der Reifegrade, die ein Unternehmen mindestens erreicht haben sollte, um die beschriebene Lösung zu implementieren. Reife-gradeinschätzung basierend auf Reifegradmodell<sup>84</sup>

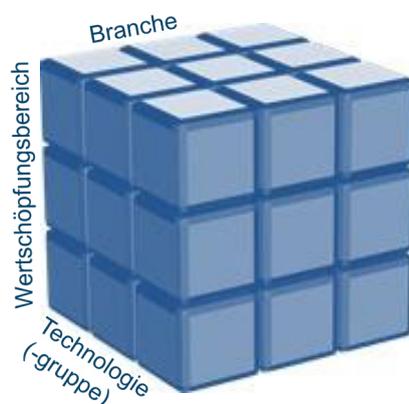
wik 

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.3 Präsentation ausgewählter Praxisbeispiele

Im Folgenden sollen beispielhaft einige der Praxisbeispiele aufgezeigt werden. Zur Darstellung in einer nachvollziehbaren Struktur wurden drei Kriterien ausgewählt, die sowohl laut Studien eine Rolle spielen, als auch in den Praxisbeispielen erfasst wurden. Bei diesen Kriterien handelt es sich um den Wertschöpfungsbereich, die Technologie und die Branche. Aus diesen drei Dimensionen lässt sich anschaulich eine Würfelstruktur abbilden (s. Abbildung 13).

Abbildung 13: Dimensionen Branche, Technologie und Wertschöpfungsbereich

wik 

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>84</sup>Hellge et al., 2019

Für jede Dimension werden drei Beispiele aufgezeigt und jeweils in Form eines Steckbriefs erläutert. Neben den Dimensionen des Würfels sind in den Abbildungen der Steckbriefe auch eine Beschreibung der Lösung, die Region des Unternehmens, die Größenklasse des Unternehmens und der mindestens erforderliche Reifegrad für die Lösung aufgeführt.

Abbildung 14: Augmented Reality auf dem Spielplatz

Praxisbeispiel ✕	
<p><b>Deskriptive Daten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Titel</b> Augmented Reality für Spielplätze</li> <li>• <b>Branche</b> C - Verarbeitendes Gewerbe</li> <li>• <b>Region</b> Hessen</li> <li>• <b>Größe</b> 10-49 Mitarbeiter:innen</li> <li>• <b>Wertschöpfungsbereich</b> Marketing und Vertrieb</li> </ul>	<p><b>Anwendung</b></p> <p>Die Spielgeräte werden bei den Kunden vor Ort über Handelsvertreter vertrieben, hierzu wurden bisher vor allem Printkataloge genutzt. Damit sich die Kunden die Geräte besser vorstellen können, wurde ein System entwickelt, das die Spielplatzgeräte am geplanten Aufstellungsort mit Augmented Reality (AR) visualisiert. Dazu wurde eine Softwareapplikation entwickelt, die es mittels Tablet ermöglicht, die Spielgeräte an ihrem späteren Platz zu sehen und dabei individuelle Änderungen, wie z.B. Farbe oder Größe direkt vergleichen zu können. Damit kann auch die Kundenzufriedenheit erhöht werden.</p>
<p><b>Technologie und Reifegrad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Technologiegruppe</b> Immersive Medien</li> <li>• <b>Reifegrad</b> 1 - Erkunder</li> </ul>	

Quelle: Eigene Darstellung

Das erste Beispiel ist aus dem verarbeitenden Gewerbe und nutzt immersive Medien, um die Produkte im Vertrieb (Wertschöpfungsbereich Vertrieb und Marketing) besser beim Kunden darstellen zu können (siehe Abbildung 14). Der Mehrwert der Lösung liegt vor allem darin, mehr Kundenzufriedenheit über eine bessere Informationsbasis für die Kunden zu erhalten. Das Beispiel wird zwar im verarbeitenden Gewerbe eingesetzt ist aber auch in anderen Branchen, z. B. im Handel denkbar.

Abbildung 15: Digitale Funklösung Werkzeug

Praxisbeispiel 	
<p><b>Deskriptive Daten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Titel</b> Digitale Funklösung für Werkzeug im Handwerksbetrieb</li> <li>• <b>Branche</b> M- Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftl. und technischen Dienstleistungen</li> <li>• <b>Region</b> Bayern</li> <li>• <b>Größe</b> 10-49 Mitarbeiter:innen</li> <li>• <b>Wertschöpfungsbereich</b> Produktion</li> </ul>	<p><b>Anwendung</b></p> <p>Das Unternehmen möchte mit einer digitalen Lösung verhindern, dass Werkzeug auf Baustellen oder im Lager vergessen wird und damit Zeit und Kosten einsparen. Die Werkzeuge werden dazu mit einem Funketikett (RFID; Radio-frequency identification) versehen, die Fahrzeuge erhalten eine Antenne zum Empfang des Signals. Mithilfe eines Soll-Ist-Abgleichs kann über eine Anzeige im Fahrzeug ein fehlendes Werkzeug gemeldet werden und die Mitarbeiterenden haben die Gelegenheit noch vor Abfahrt das entsprechende Werkzeug zu holen.</p>
<p><b>Technologie und Reifegrad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Technologiegruppe</b> Digitale Übertragung und Sensorik</li> <li>• <b>Reifegrad</b> 2 - Einsteiger</li> </ul>	

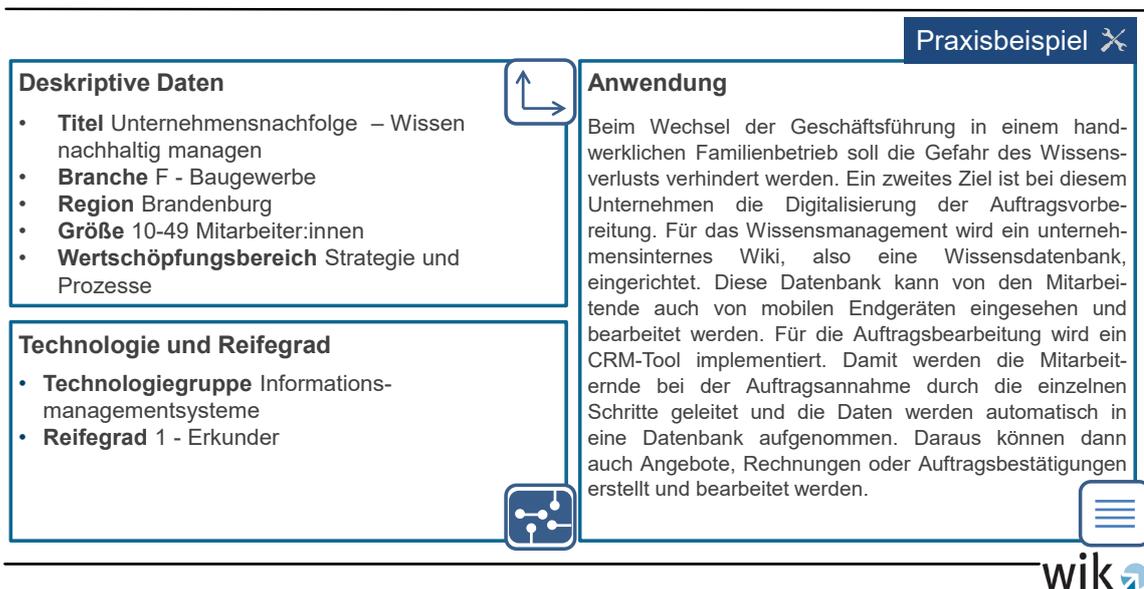
Quelle: Eigene Darstellung

Das zweite Beispiel (Abbildung 15) wird bei der Erbringung von Dienstleistungen<sup>85</sup> eingesetzt. Es handelt sich um den Einsatz von RFID-Etiketten zur Sicherung von Werkzeugen. Oft wird teures Werkzeug auf Baustellen oder auf der Fahrt zur Baustelle im Betrieb vergessen, dies führt zu zusätzlichen Wegen und höheren Kosten. Über eine Antenne am Fahrzeug und die RFID-Etiketten an den Werkzeugen kann ein Abgleich zwischen Soll- und Ist-Menge der Werkzeuge vorgenommen werden und direkt gesteuert werden, falls etwas fehlt. Einsetzbar wäre eine solche Lösung in vielen Betrieben, die Werkzeug oder andere Gebrauchsgüter an verschiedenen Orten – beispielsweise auch auf weitläufigen Werksgeländen oder außerhalb – einsetzen.

Im nächsten Beispiel geht es um einen Umbruch im Unternehmen: Es stand eine Unternehmensnachfolge an und es sollte eine Lösung gefunden werden, um das Unternehmen vor Wissensverlust zu schützen. Das Unternehmen ist im Baugewerbe tätig, die eingesetzte Wissensdatenbank kann übergreifend dem Wertschöpfungsbereich Strategie und Prozesse zugeordnet werden. Die verwendete Datenbank-Lösung kann auch über mobile Endgeräte genutzt werden, sodass die Mitarbeitenden auch auf den Baustellen auf das unternehmensinterne Wissen zugreifen können. Neben der Sicherung des Wissens wird auch eine Digitalisierung der Auftragsvorbereitung vorgenommen. Dabei kommt ein CRM-Tool zum Einsatz, um möglichst große Transparenz für die künftige und aktuelle Auslastung zu bieten.

<sup>85</sup> Destatis, 2008 Bereich M

Abbildung 16: Nachhaltiges Wissensmanagement in der Unternehmensnachfolge



Quelle: Eigene Darstellung

## 4 Diskussion und Interviews

### 4.1 Methodik der Interviews

#### 4.1.1 Auswahl der Experten

Es wurden insgesamt acht Experteninterviews durchgeführt, davon vier mit Angehörigen von Zentren im Netzwerk Mittelstand-Digital und vier weitere mit Vertretern von KMU. Ziel der Experteninterviews war es, die Ergebnisse aus Kapitel 2 und 3 zu validieren und den Überblick über den Stand der Digitalisierung in mittelständischen Unternehmen zu vervollständigen. Dabei war es wichtig, einerseits Einblicke direkt in die KMU und detaillierte Informationen zum Stand, eigenen Erfahrungen, Hemmnissen und Erfolgsfaktoren aus der Unternehmensperspektive zu erhalten. Andererseits sollte auch die übergeordnete Perspektive der Mittelstand-Digital Zentren erfasst werden, die bereits viele KMU bei Digitalisierungsprojekten unterstützt haben und somit umfassende Einblicke in sehr verschiedene Unternehmen mit unterschiedlichen Ausgangslagen und Rahmenbedingungen gewinnen konnten.

Es handelt sich um eine qualitative Expertenbefragung, die nicht das Ziel hat, eine repräsentative Stichprobe abzubilden. Die vier betrachteten KMU setzen sich zusammen aus folgenden Branchen und Größen: Maschinenbau mit 30-40 Mitarbeitenden, Handel mit 5 Mitarbeitenden, Anlagenbau mit 170 Mitarbeitenden, verarbeitendes Gewerbe

(Edelstahlkomponenten) mit 300 Mitarbeitenden. Dies spiegelt die beiden wichtigsten Wirtschaftszweige der mittleren Unternehmen wieder, gemessen am Umsatz.<sup>86</sup> Im Hinblick auf Unternehmensgrößen, gemessen an der Anzahl der Mitarbeitenden, sind alle Größenklassen abgedeckt: sowohl Kleinstunternehmen, kleine Unternehmen (ein Unternehmen mit 30-40 Mitarbeitenden) und zwei mittlere Unternehmen mit jeweils 170 und 300 Mitarbeitenden.

Die übergeordnete Perspektive der Zentren aus dem Netzwerk Mittelstand-Digital wird ebenfalls in vier Interviews abgebildet, wobei eines der Interviews mit drei Personen aus einem Zentrum geführt wurde. Das bundesweite, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Netzwerk Mittelstand-Digital “[...] unterstützt KMU dabei, die Chancen der Digitalisierung zu erkennen und zeigt Umsetzungsoptionen auf. Die Angebote der Zentren stehen den KMU kostenfrei zur Verfügung.”<sup>87</sup> Hierzu bieten die einzelnen Zentren, die entweder besondere regionale (Regionalzentren), branchenspezifische oder inhaltliche Schwerpunkte (Themenzentren) haben, Expertenwissen, Materialien und Veranstaltungen in verschiedenen Formaten an. An der Befragung waren ein branchenbezogenes Zentrum und drei Regionalzentren beteiligt.

#### 4.1.2 Befragungsleitfaden

Die Experteninterviews wurden jeweils per Videokonferenz durchgeführt. Basis war ein Interviewleitfaden, der für die beiden verschiedenen Zielgruppen, Zentren und KMU leicht angepasst wurde.

Der Leitfaden für die Zentren beinhaltete neben einer kurzen Vorstellung des Forschungsvorhabens und einer Verabschiedung neun Fragen. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die abgefragten Themen und die Fragereihenfolge. Zunächst wurde um eine kurze Vorstellung des Zentrums gebeten, um ein besseres Verständnis des genauen Kontext und der Perspektive zu erlangen. Zusätzlich verfolgte diese Frage die Funktion einer Eisbrecherfrage, um einen guten Einstieg in das Gespräch zu gewinnen<sup>88</sup>. Im Anschluss wurden Schwerpunkte hinsichtlich der Wertschöpfungsbereiche, Branchen und Technologien bei der Unterstützung der KMU erfragt. Danach ging es um die Motive der Unternehmen, Digitalisierungsprojekte anzustoßen.

Die vierte Frage befasste sich mit quantitativen und qualitativen Auswirkungen von Digitalisierungsprojekten. Hierbei war das Ziel, Erkenntnisse zu gewinnen, wie genau die Digitalisierung im Hinblick auf Einsparungen, Veränderungen bei Kunden und Mitarbeitenden, Energiekonsum, Zeit und weitere Faktoren in Unternehmen wirkt. In diesem Kontext wurde auch danach gefragt, ob die KMU zufrieden mit den umgesetzten Digitalisierungsprojekten sind und ob sich diese aus Sicht der befragten Zentren für die KMU lohnen.

---

<sup>86</sup> Destatis, 2021

<sup>87</sup> Mittelstand-Digital, 2021

<sup>88</sup> Storfinger und Oppen, 2011

Tabelle 1: Übersicht über die abgefragten Themen und deren Reihen

Nummer	Thema der Frage
0a	Begrüßung / Information
0b	Information zum Hintergrund des Projektes bzw. zum Forschungsprogramm
1	Kurze Vorstellung durch den Interviewpartner
2	Wertschöpfungsbereich, Technologie und Branchen des / der Digitalisierungsprojekt(e)
3	Motive für Digitalisierungsprojekte
4	Auswirkungen der Digitalisierungsprojekte
5	(Selbst-)einschätzung Reifegrad des Unternehmens und der Lösung
6	Rolle von Akzeptanz bei involvierten Personen
7	Hemmnisse
8	Erfolgsfaktoren
9	Künftige Technologietrends mit Relevanz für KMU
0c	Ende / Verabschiedung

Im Anschluss wurde auf den Reifegrad der begleiteten Unternehmen eingegangen. Dazu wurde das Reifegradmodell<sup>89</sup> von Hellge et al.<sup>90</sup> mit fünf Stufen (1 – wenig digital bis 5 – sehr digital) zugrunde gelegt. Auch wurde der mindestens nötige Reifegrad für die Implementierung bestimmter digitaler Lösungen abgefragt. Damit sollte eruiert werden, ob Unternehmen eher Lösungen wählen, die gut zum eigenen Reifegrad passen, oder ob eine systematische Neigung zum Über- oder Unterschätzen erkennbar ist.

Danach folgten Fragen zur Rolle der Akzeptanz von Digitalisierungsmaßnahmen: Hierbei wurde sowohl auf Führungskräfte als auch auf andere Mitarbeitende eingegangen. Es wurde auch ermittelt, welche Maßnahmen helfen können, die Akzeptanz der Beteiligten zu erhöhen. Die nächsten beiden Fragen betrafen Hemmnisse und Erfolgsfaktoren von Digitalisierungsprojekten. Den Abschluss bildete eine Frage nach möglichen Technologien und Trends, die in den kommenden fünf Jahren eine wichtige Rolle für KMU spielen können. Die Leitfäden für die Befragung der KMU und der Experten von Mittelstand-Digital befinden sich im Anhang (Tabelle 4 und 5). Der Leitfaden für die KMU beinhaltet im Wesentlichen die gleichen Fragen, wobei die Formulierungen leicht abweichen, da meist nach einem konkreten Digitalisierungsprojekt gefragt wurde.

<sup>89</sup> Siehe auch Abschnitt 3.1 zur Erläuterung des Reifegradstufenmodells

<sup>90</sup> Hellge et al., 2019

## 4.2 Diskussion

### 4.2.1 Digitalisierungsreifegrade

Ziel ist es, im Rahmen der Diskussion die drei verschiedenen Quellen, also Studien, Praxisbeispiele und Experteninterviews miteinander zu verbinden, Unterschiede und Gemeinsamkeiten aufzudecken und daraus Schlussfolgerungen abzuleiten.

Aus den Praxisbeispielen lassen sich zum aktuellen Stand der Digitalisierung insbesondere die (Mindest-) Reifegrade der Lösungen heranziehen. Diese bieten einen Anhaltspunkt, welcher geschätzte Reifegrad in dem jeweiligen Unternehmen mindestens vorliegt. Zu beachten ist, dass es sich um eine Annäherung handelt, da die Fragestellung nicht explizit den Reifegrad des gesamten Unternehmens referenziert, sondern lediglich den der eingesetzten Lösung. Demnach befindet sich ein Großteil der Unternehmen im mittleren bis eher unteren Bereich der Reifegrade.

Wird berücksichtigt, dass es sich dabei um einen Mindestwert handelt, passt dies auch zu den Erkenntnissen der qualitativen Interviews: So geben einige Experten aus den Zentren an, dass nahezu alle Reifegrade vertreten sind, mit Ausnahme der ganz hohen Reifegrade, aber die Mehrzahl der Projekte findet sich bei einem Grad von 2 oder 3, also im mittleren Bereich der Skala. Anders als die Studien und die Praxisbeispiele wurde den Experten explizit die Frage nach dem Reifegrad des bzw. der Unternehmen gestellt. Die befragten KMU schätzen sich selbst mit einem Wert von 3 oder 4 eher etwas höher ein.

Zusätzlich wurden die Experten der Zentren gefragt, ob und inwiefern der Reifegrad der angestrebten Lösung vom Reifegrad des betreffenden Unternehmens selbst abweicht. Hierbei sind die Angaben der Experten uneindeutig: Ein Teil der Unternehmen unterschätzt die eigenen Möglichkeiten, während ein anderer Teil eher überschätzt, bzw. sich mit der ursprünglich gewünschten Lösung übernehmen würde.

Obwohl durch die qualitative Natur der vorliegenden Daten keine eindeutigen Schlüsse möglich sind, liegt die Vermutung nahe, dass ein gewisses Selbsteinschätzungsparadoxon vorliegt: Je mehr das Digitalisierungswissen und damit tendenziell auch der Reifegrad eines Unternehmens ansteigt, desto mehr wird in den Unternehmen auch klar, welches Wissen noch fehlt. In der Folge schätzt das Unternehmen mit einem höheren Reifegrad den eigenen Digitalisierungsgrad geringer ein. Allgemein ist dieses Phänomen der fehlerhaften eigenen Wissens- oder Kompetenzeinschätzung als Dunning-Kruger<sup>91</sup> bekannt. Wird trotz steigender Kompetenz eine gleichbleibende oder sogar geringer werdende eigene Reifegradeinschätzung der Unternehmen vorgenommen, so ist dies bei der Messung von Digitalindizes auf Basis von Selbsteinschätzungen, der

---

<sup>91</sup>Kruger und Dunning, 2002

Planung übergreifender (Förder-)Maßnahmen und in der Motivation einzelner Unternehmen zu berücksichtigen.

#### 4.2.2 Unternehmensgrößen und Regionen

Ein weiterer zentraler Faktor für den Grad der Digitalisierung ist entsprechend der ausgewählten Studien aus Kapitel 2 die Unternehmensgröße. Demnach wird erwartet, dass größere KMU in der Tendenz über einen höheren Digitalisierungsgrad verfügen als kleinere KMU.<sup>92</sup> Dabei wird die Größenklasse meist an der Anzahl der Mitarbeitenden gemessen, seltener wird auch der Umsatz des Unternehmens für eine Einordnung einbezogen. Zudem ist zu beachten, dass die Größenklasse oft nicht der einzige Einflussfaktor ist, da dieser in den Studien nicht isoliert von Branchen oder Wertschöpfungsbereichen betrachtet wird.

In den Praxisbeispielen werden Größenklassen und Reifegrade der Lösungen erfasst. Betrachtet man hierbei den Mindestreifegrad der Lösung vereinfacht als seine Annäherung an den Reifegrad des Unternehmens, so lässt sich über eine einfache Korrelationsberechnung keine signifikante Korrelation zwischen diesen Faktoren erkennen (Spearman'scher Rangkorrelationskoeffizient  $\rho=0,079$ ). Bei der Interpretation ist jedoch Vorsicht geboten, da der Mindestreifegrad einer Digitalisierungslösung nicht immer den tatsächlichen Reifegrad des Unternehmens widerspiegelt. Das Ergebnis deutet dennoch darauf hin, dass weitere Faktoren zur Erklärung eines niedrigen (oder hohen) Reifegrades herangezogen werden sollten.

In den Experteninterviews wurde nicht explizit nach Unternehmensgrößen gefragt. Aus einigen Antworten zu anderen Fragen, wie z. B. nach den Reifegraden, lassen sich dennoch Tendenzen schließen. Ein Experte erwähnt beispielsweise, dass besonders sehr kleine Handwerksbetriebe einen eher geringen Reifegrad aufweisen. Weiterhin lässt sich aus der Betonung der Transparenz durch Digitalisierung für stark gewachsene Unternehmen schlussfolgern, dass Wachstum oftmals zumindest mit der Erkenntnis der Notwendigkeit von digitalen Maßnahmen einhergeht.

Nur wenige der erfassten Studien nehmen Bezug auf regionale Unterschiede bei der Digitalisierung. Demnach ist im Süden Deutschlands eine weiter fortgeschrittene digitale Transformation zu erkennen als im Nordosten.<sup>93</sup> Daneben besteht ein Unterschied zwischen größeren Städten und eher ländlichen Regionen.<sup>94</sup> Dies deckt sich auch mit den Aussagen von zwei Experten, wonach die digitale Transformation in Gegenden mit ländlicher Struktur eher geringer ausgeprägt ist.

---

<sup>92</sup>Büchel et al., 202; Zimmermann, 2020; Marbler, 2019; Lichtblau et al., 2018; Zimmermann, 2021

<sup>93</sup>Marbler, 2019

<sup>94</sup>Runst und Proeger, 2020b

### 4.2.3 Wertschöpfungsbereiche, Technologien und Branchen

Ein weiteres Thema, das in den Studien umfangreich beleuchtet wird, betrifft die Branchen, in denen KMU Digitalisierungsprojekte umsetzen. Wie im Kapitel 2 beschrieben, zeichnet sich in der übergeordneten Studienanalyse der Sektor Information und Kommunikation als digital besonders fortgeschritten heraus. Weniger hohe Digitalisierungsgrade weisen demnach der Handel, das Baugewerbe und das Gastgewerbe auf. In den Praxisbeispielen zeigt sich ein besonderer Fokus auf das verarbeitende Gewerbe, Handel, Baugewerbe sowie Gesundheit und Soziales.

Aus den Interviews ergibt sich ebenfalls ein Fokus auf das verarbeitende Gewerbe, bzw. die industrielle Produktion. Neben dem Handwerk als häufige Branche für Digitalisierungsprojekte wurden durch die Experten auch Dienstleistungen und Handel genannt. Zu beachten ist wie im Abschnitt 4.1 beschrieben, dass einige der Befragten einen branchenspezifischen Fokus haben.

Aus der gemeinsamen Betrachtung ergibt sich daher die Erwartung, dass viele Unternehmen aus dem Bereich IuK bereits hohe Digitalisierungsgrade aufweisen und daher weniger Unterstützung benötigen. Das produzierende Gewerbe, Dienstleistungen und Handwerk scheinen sich insgesamt im Bereich des „Aufbruchs“ zu befinden, da Potenziale vielfach erkannt wurden und auch Lösungen zur Umsetzung (teilweise mit Unterstützung) angestrebt werden. Das heißt, diese Entwicklung könnte – zumindest isoliert betrachtet – in den kommenden Jahren auch in den Digitalisierungsindizes sichtbar werden. Aktuell geringere Digitalisierungsgrade sind aus der übergeordneten Analyse für die Bereiche Bau und Gastronomie sichtbar, was einen möglichen Ansatzpunkt für gezielte Förderung bietet.

Aus der Studiauswertung zu den Wertschöpfungsbereichen, die besonders geeignet für Digitalisierungsmaßnahmen erscheinen, lässt sich eine Fokussierung auf solche Bereiche erkennen, die Schnittstellen zum Kunden beinhalten. Vor dem Hintergrund der Branchenbetrachtung und des hohen Digitalisierungsgrades der Branche IuK, die vielfach mit intensivem Kundenkontakt einhergeht, liegt dies nahe. Weiterhin werden auch die Produktion und strategische Prozesse genannt. Diese beiden, zusammen mit Marketing und Vertrieb, stellen auch in den Praxisbeispielen den größten Anteil dar. Innerhalb der Expertenbefragung steht vor allem die Produktion bei vielen Projekten im Vordergrund, aber auch eine effiziente und kundenfreundliche Gestaltung der Interaktion zwischen Unternehmen und Kunden.

In einem Experteninterview wird jedoch explizit darauf hingewiesen, dass bei kleineren KMU, insbesondere im Handwerk, oft keine klassische Unterteilung der Unternehmen in Wertschöpfungsbereichen vorhanden ist. Entsprechend sollen oft auch übergreifend strategische Prozesse durch Digitalisierungsprojekte optimiert werden. Werden die Antworten der Experten aus den KMU betrachtet, so wird deutlich, dass hier tendenziell

keine einzelnen Wertschöpfungsbereiche im Vordergrund standen, sondern eher abteilungsübergreifende Prozesse.

In der Abbildung 17 (Technologiebegriffe in den betrachteten Studien, Kapitel 2) sind die Häufigkeiten der Technologien in Studien aufgeführt. Werden diese entsprechend der Technologiestruktur aus Kapitel 3.1 zugeordnet, so ergibt sich die folgende Abbildung für die Technologien (Abbildung 17, links). Daneben findet sich zum Vergleich die Abbildung zu den Technologien aus den Praxisbeispielen.

Abbildung 17: Vergleich der Begriffe aus den Studien laut Technologiesortierung (links, aus Abschnitt 3.1) und der Praxisbeispiele (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung

Beide weisen eine große Bedeutung von KI und Datenanalyse auf. Zu KI und Datenanalyse ergibt sich aus den Experteninterviews, dass aus Sicht der Zentren im Netzwerk Mittelstand-Digital kaum KI-Lösungen explizit nachgefragt werden. Die Befragten sind sich einig, dass es sich dabei eher noch um „...ein Randthema“ handelt. Auch in den Projekten der Befragten KMU spielt KI bisher kaum eine Rolle.

Insgesamt lässt sich daraus die Vermutung schließen, dass das Thema KI und Datenanalyse in der Breite noch nicht bei den KMU angekommen ist. Die Praxisbeispiele greifen den Begriff zwar häufig auf, jedoch handelt es sich dabei teilweise um eher besonders fortgeschrittene Leuchtturmprojekte.

Eine ähnliche Gewichtung in den Praxisbeispielen und Studien hat auch die Technologiegruppe der digitalen Speicherung und Sensorik, dazu gehören beispielsweise Auto-ID (z. B. mittels RFID) oder Lösungen mit sensorischen Komponenten. Auch im Rahmen der Experteninterviews wurde die Bedeutung dieser Technologien in aktuellen Digitalisierungsprojekten hervorgehoben. Demnach sind solche Technologien insbesondere gut dafür geeignet, die Transparenz im Unternehmen zu erhöhen.

Große Abweichungen in der obigen Abbildung finden sich für Web- und App-Technologien (beispielsweise Kommunikationsplattformen, Apps oder Social Media). Selten wird in den Studien darauf eingegangen, in den Praxisbeispielen kommen diese häufiger vor. Auch in den Expertenbefragungen ergibt sich hier kein einheitliches Bild: Auf der einen Seite wird die Bedeutung der Digitalisierung im Kundenkontakt, für Customer Journeys und Blogs hervorgehoben, auf der anderen Seite wird der Bereich Plattformen aktuell noch als Nischenthema in KMU gesehen. Das könnte an der großen Vielfalt der Begriffe liegen, die den Web- und App-Technologien zuzuordnen sind. Ein weiterer Grund könnte die Heterogenität der unterschiedlichen Zielgruppen sein: Ist der Wettbewerbsdruck hoch und das Unternehmen bzw. die Branche durch viel oder intensive Kundeninteraktion geprägt, ist auch der wahrgenommene Veränderungsdruck und entsprechend die Motivation der Unternehmen größer.

Auch im Bereich innovative Produktion ist ein deutlicher Unterschied erkennbar: Während das Thema in den Praxisbeispielen eine große Rolle spielt, ist es in den betrachteten Studien weniger vertreten. In den Interviews, insbesondere mit Vertretern aus KMU, wird die Bedeutung beispielsweise im Rahmen von Retrofits – das Aufrüsten von vorhandenen Maschinen mit digitalen Funktionen – hervorgehoben.

Besonders häufig wird in den Experteninterviews die Rolle der ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning) genannt. Im Kontext der Technologiesortierung gehört dies zum Thema Informationsmanagementsysteme. Aus der Befragung lässt sich ableiten, dass solche Systeme insbesondere bei gewachsenen oder aktuell wachsenden Unternehmen eingesetzt werden, um Transparenz und Effizienz (wieder-) herzustellen.

#### 4.2.4 Motivation für Digitalisierung

In den bisherigen Studien werden vor allem Effizienzgewinne für Prozesse und Produktion genannt.<sup>95</sup> Diese zielen auf Möglichkeiten zur Kosteneinsparung und zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen durch Digitalisierung ab. Die Studien nennen auch mehr Transparenz und größere Kundennähe als Motivation für die Digitalisierung. Auch der Druck von außen – beispielsweise durch gesetzliche Vorgaben – kann hier eine Rolle spielen.<sup>96</sup> Ähnliche Gründe lassen sich auch aus den Praxisbeispielen ablesen: Hier stehen ebenfalls Verbesserungen der Effizienz und Transparenz – sowohl intern als auch für Kunden und Zulieferer – häufig im Vordergrund.

Auch in den Expertengesprächen wird die hohe Bedeutung der Effizienzvorteile und damit verbundene Kostenvorteile und letztendlich auch Wettbewerbsvorteile hervorgehoben. Einige Vertreter stellen daneben auch die Risikominimierung, beispielsweise bei Projekten zu IT-Sicherheit, oder die Attraktivität für potenzielle oder aktuelle Mitarbeitende in den Fokus. Digitalisierung wird eingesetzt, um eintönige oder körperlich an-

---

<sup>95</sup> Kühlein und Sobania, 2021; Proeger et al., 2020; Leifels, 2018

<sup>96</sup> Proeger et al., 2020

strengende Tätigkeiten zu reduzieren und den Mitarbeitenden mehr Zeit für attraktivere Tätigkeiten zu bieten. Darüber hinaus geben die Experten an, dass der Eindruck eines digitalen und modernen Unternehmens bei potenziellen Bewerbern mit positiven Merkmalen, wie Aufgeschlossenheit für Neues und einer flexiblen Organisationsstruktur, assoziiert wird. Damit erhoffen sich die Unternehmen einen Vorteil im Wettbewerb um Fachkräfte. Ein weiteres Motiv ist auch die Steigerung der Sichtbarkeit für die Kunden, dieses steht insbesondere im Bereich Handel im Vordergrund. Gerade hier hat sowohl die Corona-Pandemie als auch die Entwicklung hin zu mehr Online-Handel für einen Veränderungsdruck gesorgt. Neben der Sichtbarkeit stehen die Erfüllung der Kundenbedürfnisse und damit die Steigerung der Kundenzufriedenheit im Mittelpunkt.

Die oben genannte Transparenz ist von besonderer Relevanz, wenn es sich um Unternehmen handelt, die zuvor eher klein waren und in kurzer Zeit stark gewachsen sind. Prozesse können aufgrund des hohen Aufwands häufig nicht wie bisher überwacht werden. Daher werden in solchen Fällen vermehrt ERP-Systeme, Dokumentenmanagementsysteme oder weitere Ansätze zur transparenten Prozessgestaltung eingesetzt. Experten betonen, dass dabei möglichst wenige Medienbrüche bestehen und einem Verlust von Informationen vorgebeugt werden sollte.

Auch der nachhaltige Umgang mit Ressourcen – sowohl Rohstoffe als Personalressourcen – stellt ein Motiv für das Umsetzen von Digitalisierungsmaßnahmen dar. Dies geht auch mit den Erkenntnissen aus Neligan et al.<sup>97</sup> einher.

In Konsens mit den ausgewählten Studien entsteht auch laut den Experten Veränderungsdruck durch gesetzliche Vorgaben. Ein Beispiel ist die E-Rechnung (elektronische Rechnungstellung): Unternehmen, die Aufträge der öffentlichen Hand annehmen, verpflichten sich dazu, eine Rechnung in Form eines automatisiert zu verarbeitenden strukturierten Datensatzes zu übermitteln. Entsprechend können KMU nur dann weiterhin öffentliche Aufträge annehmen, wenn die technologischen Grundlagen im Unternehmen geschaffen werden.

#### 4.2.5 Hemmnisse und Erfolgsfaktoren

Entsprechend der ausgewählten Studien sind fehlendes Wissen bzw. fehlende Fachkräfte sowie der hoch eingeschätzte finanzielle Aufwand und Unsicherheit im Hinblick auf die Kosten-Nutzen-Relation häufig genannte Hemmnisse. Daneben besteht vielfach auch die Skepsis bezüglich konkreter Technologien, z. B. KI, oder der digitalen Transformation im Allgemeinen. Aus der Sammlung der Praxisbeispiele ist erkennbar, dass oft auch finanzielle, zeitliche und personelle Gründe Digitalisierungsprojekte verhindern. Zu beachten ist hierbei, dass die Unternehmen in den Praxisbeispielen schon Bereitschaft gezeigt haben, Digitalisierungsprojekte zu starten, sodass die Praxisbeispiele als Quelle für die Analyse der Hemmnisse nur bedingt geeignet erscheinen. Trotzdem las-

---

<sup>97</sup> Neligan et al., 2021

sen sich in den Beispielen aber auch Technologieskepsis als Motivation für eines der Digitalisierungsprojekte finden: U. a. wurde ein neues Dokumentenmanagementsystem eingeführt, um die Akzeptanz der Mitarbeitenden zu erhöhen, da das alte System auf Ablehnung der Mitarbeitenden stieß

Die Interviews ergeben im Hinblick auf Hemmnisse ein ähnliches Bild: Gerade in kleineren mittelständischen Betrieben bestehen häufig knappe zeitliche Ressourcen. Das Tagesgeschäft nimmt häufig so viel Zeit in Anspruch, dass für (strategische) Digitalisierungsprojekte keine Zeit bleibt. Diese Priorisierung des Tagesgeschäfts steht auch im Zusammenhang mit der Unsicherheit über das konkrete Kosten-Nutzen-Verhältnis von Lösungen. In diesem Kontext nennen die Experten auch fehlende Zahlen über Kosten und Nutzen, beispielsweise die Amortisationsdauer. Daneben wird auch auf die Struktur der Belegschaft eingegangen: Geringes Wissen zu Technologien und Digitalisierung und ein hohes Alter stellen demnach Hemmnisse dar. Auch ein hoher bürokratischer Aufwand für die Implementierung, Unsicherheit beim Datenschutz und IT-Sicherheit, fehlende zeitliche Kapazitäten sowie das Unvermögen aus der Vielzahl der kommerziellen Angebote die besten Lösungen herauszufiltern, wurden aufgeführt.

Um den Haupthemmnissen entgegenzuwirken, werden in den Studien insbesondere Wissen und Qualifizierung als Erfolgsfaktoren für Digitalisierungsprojekte genannt. Weiterhin wird auch die Rolle der Beteiligung der Mitarbeitenden hervorgehoben. Dies wurde auch in den Experteninterviews ausgeführt: Alle Befragten nennen die frühzeitige und transparente Kommunikation mit den Beteiligten als wichtigen Erfolgsfaktor. Neben Transparenz ist eine frühzeitige klare Zielsetzung von hoher Bedeutung, um flexibel und agil reagieren zu können. Im Laufe der Umsetzung muss dann ein kontinuierliches Monitoring erfolgen.

Experten geben an, dass Hinweise zu erfolgreichen Digitalisierungsprojekten von KMU ein wichtiges Instrument darstellen, dass andere KMU selbst erste Digitalisierungsprojekte initiieren. Unternehmen, die bereits erfolgreiche Projekte durchgeführt haben, können als "Influencer" tätig werden und andere KMU von Vorteilen und Chancen durch digitale Transformation überzeugen. Dabei lässt sich, ähnlich wie im Konsumentenbereich<sup>98</sup>, leichter Vertrauen aufbauen, wenn sich die Beteiligten in derselben Ausgangslage befinden und damit Botschaften glaubwürdiger wahrgenommen werden. Insgesamt ist der Aufbau von Netzwerken für KMU hilfreich, um sich mit anderen Unternehmen über die Erfahrungen auszutauschen.

#### 4.2.6 Akzeptanz

Im vorliegenden Kontext wird unter Akzeptanz die Bereitschaft zur Nutzung einer Technologie für die vorgesehen Zwecke und Aufgaben verstanden.<sup>99</sup> In den ausgewählten

---

<sup>98</sup>Lou und Yuan, 2019

<sup>99</sup>Vogelsang et al., 2013; Ullrich et al., 2015

Studien wird die Skepsis gegenüber Digitalisierung oder konkreten Technologien als ein wichtiges Hemmnisse genannt. Hierbei kann angenommen werden, dass diese Skepsis die Nutzungsbereitschaft reduziert.

Auch in den Praxisbeispielen wird die Bedeutung der Akzeptanz für die Projekte aufgegriffen. Gerade bei größeren Veränderungen durch Digitalisierung in der täglichen Arbeit und bei der Implementierung übergreifender Systeme ist die Nutzungsbereitschaft wichtig. Wird beispielsweise ein ERP-System nicht von allen Beteiligten genutzt, können auch nicht alle (Transparenz-) Vorteile ausgeschöpft werden. Um fehlender Akzeptanz vorzubeugen, wird in den Projekten die Befragung aller beteiligten Mitarbeitenden bzw. deren frühzeitige Einbindung in die Entwicklungsschritte empfohlen. Auch aus den Expertengesprächen wird die Rolle der Akzeptanz hervorgehoben: Sowohl unter den Führungskräften als auch unter den Mitarbeitenden gibt es Personen mit ablehnender Haltung. Zu beachten ist jedoch, dass die Befragten mehrheitlich in bzw. mit Unternehmen zusammenarbeiten, die bereits (wenn auch in teilweise geringem Umfang) eine Bereitschaft zur Umsetzung von Digitalisierungsprojekten haben.

Zur Erhöhung der Akzeptanz wird in den Expertengesprächen auf eine möglichst frühe Einbindung und eine gute und transparente Kommunikation für alle Beteiligten verwiesen. Im Idealfall werden Mitarbeitende bereits im ersten Projektgespräch einbezogen, um Akzeptanzproblemen vorzubeugen und das Feedback der Mitarbeitenden bei der Umsetzung zu berücksichtigen. Ähnlich wie in der Diffusion bei Technologien<sup>100</sup> bietet es sich an, aufgeschlossene und gut vernetzte Mitarbeiter als Technologiebotschafter intern einzusetzen.

Einige Experten empfehlen außerdem ein explizites Changemanagement; hier kann beispielsweise auch ein Arbeitswissenschaftler den Prozess begleiten. Dies gilt insbesondere dann, wenn eher kritische Personen beteiligt sind. Das können z. B. Personen mit geringem technologiebezogenem Wissen, mit geringem Bildungsniveau oder mit sehr langer Betriebszugehörigkeit sein. Hier liegen oft Unsicherheiten bei der Belegschaft vor, etwa mit Blick auf Angst vor Überforderung oder Jobverlust. Vorgesetzte sollten dabei sensibel und empathisch vorgehen. Laut Experten kann es außerdem hilfreich sein, die Mitarbeitenden davon zu überzeugen, dass das Vorhaben zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und damit zur Sicherung des Arbeitsplatzes notwendig ist.

#### 4.2.7 Auswirkungen von Digitalisierungsprojekten

Da es kaum Daten zu den Konsequenzen bzw. Effekten von Digitalisierungssprojekten gibt, wurde in die Interviews hierzu ein Frageteil eingefügt. Konkret wurden sowohl die Zentren als auch die KMU nach qualitativen und quantitativen Auswirkungen der Digitalisierung(-sprojekte) auf die Unternehmen gefragt. Zusätzlich wurden alle Experten

---

<sup>100</sup>Rogers, 1995

(Zentren und KMU) zur Zufriedenheit der Unternehmen mit den bisherigen Projekten befragt.

Insgesamt haben alle befragten KMU die Projekte positiv bewertet und sind mit den Ergebnissen zufrieden. Die Experten aus den Unternehmen zeigen auf, dass es nicht immer möglich ist, konkrete Zahlen für die Auswirkungen der Digitalisierungsprojekte zu erheben bzw. aufzuführen; einerseits können Veränderungen nicht isoliert einzelnen (Digitalisierungs-)Maßnahmen zugeordnet werden, andererseits hat nur vereinzelt eine angemessene Vorher-Nachher-Messung für einen Abgleich stattgefunden. Gerade in sehr kleinen Unternehmen erfolgt eine solche Planung nicht immer in ausreichend strukturierter Weise, die für einen Vorher-Nachher-Vergleich erforderlich wäre. Bei Projekten, bei denen Ergebnisse dazu erhoben werden konnten, war eine Steigerung der (Prozess-) Effizienz und der Kundenzufriedenheit erkennbar. Ein befragtes Unternehmen gibt hier beispielsweise für einzelne kundenbezogene Prozesse eine Zeitersparnis von 25-30 %, d. h. insgesamt eine Ersparnis von einer Stunde pro Kunde an. Bei dem Projekt handelt es sich um die Implementierung eines abteilungsübergreifenden Dokumentenmanagementsystems.

Die Erkenntnisse aus den Mittelstand-Digital Zentren zeigen, dass auch hier oft keine konkreten Zahlen vorliegen. Ein Zentrum gibt an, dass eine Amortisation bei einem Investitionsbetrag von 50.000-60.000 Euro schon nach ein bis zwei Jahren erreicht werden kann. Außerdem lässt sich laut Expertenaussage klar ablesen, dass sich die Digitalisierungsprojekte positiv auf den Fachkräftemangel auswirken, da digital wahrgenommene Unternehmen attraktiver auf Fachkräfte wirken. Eines der Zentren erwähnt auch ein Beispiel, in dem Stellen mit besonderen Sprachanforderungen und Fachkenntnissen nicht nachbesetzt werden konnten. Hier wurde eine (teil-)automatisierte Lösung eingesetzt und dadurch Einsparungen erzielt. Generell wird zwar betont, dass Personaleinsparungen nicht das Ziel von Digitalisierungsmaßnahmen sein sollten; in dem genannten Fall konnte das bestehende Problem jedoch nicht mit vorhandenem oder neu eingestelltem Personal gelöst werden.

Die KMU, die von den Zentren bei Digitalisierungsprojekten begleitet wurden, geben eine hohe Zufriedenheit mit den Projekten an. Demnach investieren etwa 80 bis 90 % dieser KMU künftig in Digitalisierungsmaßnahmen. Insgesamt ist hier zu erkennen, dass Digitalisierungsprojekte oft wirksamer und weniger kostenintensiv sind als vorher erwartet. Bereits kleine Schritte in Richtung digitaler Transformation können eine positive Wirkung entfalten.<sup>101</sup>

#### 4.2.8 Zukunftsthemen für KMU

Untersuchungen zu aktuellen und relevanten Technologien und Digitalisierungsanwendungen werden häufig als „Technologieradare“ oder „Trendradare“ bezeichnet. Der

---

<sup>101</sup>Lindner und Leyh, 2019

Fokus liegt dabei auf der Identifikation relevanter Technologien, die zur Digitalisierung beitragen können.<sup>102</sup> In der Studie „Technologie- und Trendradare“, die für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie durchgeführt wurde, wird das Radar wie folgt beschrieben:

„Das Technologie- und Trendradar betrachtet Technologien, die einen großen Einfluss auf die Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft haben, und stellt diese sowie ihre Anwendungen und Potenziale vor“.<sup>103</sup>

Technologie- und Trendradare werden häufig als Methode der Technologiefrüherkennung eingesetzt. Die Technologiefrüherkennung hat das Ziel, „rechtzeitig relevante Informationen über vielversprechende Technologien und Technologiefelder zu identifizieren sowie deren Entwicklungspotential zu bestimmen“.<sup>104</sup> Der Name Radar leitet sich aus der graphischen Darstellung in Form eines Radarbildschirms ab.<sup>105</sup>

Um einen Ausblick auf zukünftig relevante Themen und Technologien für KMU in Deutschland zu erhalten, wurden im Rahmen dieser Studie verschiedene Technologie- und Trendradare analysiert und daraus einige übergeordnete Zukunftsthemen abgeleitet. Im Rahmen der Experteninterviews wurde zum Abschluss eine Frage zu künftig relevanten Themen und Technologien für KMU in den nächsten fünf Jahren gestellt.

Für die Analyse bestehender Trend- und Technologieradare wurden vier Quellen<sup>106</sup> herangezogen. Alle genutzten Quellen sind grundsätzlich auch für KMU geeignet, auch wenn nur die ersten beiden explizit auf die Nutzung durch KMU fokussieren. Die ersten drei Quellen konzentrieren sich eher auf Technologien, während Plattform Industrie 4.0 zusätzlich auch eine Vielzahl weiterer Themen aufgreift.

Im Rahmen der Analyse wurden aktuell und künftig relevante Themen und Technologien erfasst und daraus fünf übergeordnete Zukunftsthemen abgeleitet. Diese und zugehörige Beispiele aus den vier Trend- und Technologieradaren sind in Abbildung 18 aufgeführt.

Die Experten bestätigen im Rahmen der Gespräche die Relevanz vieler dieser Themen, nennen aber auch neue Aspekte. Dabei ist zu beachten, dass sich die Antworten der Experten im Hinblick auf den Fortschritt in der Marktreife der genannten Themen stark

---

<sup>102</sup> Lewin et al., 2020

<sup>103</sup> Stich et al., 2021, S. 7

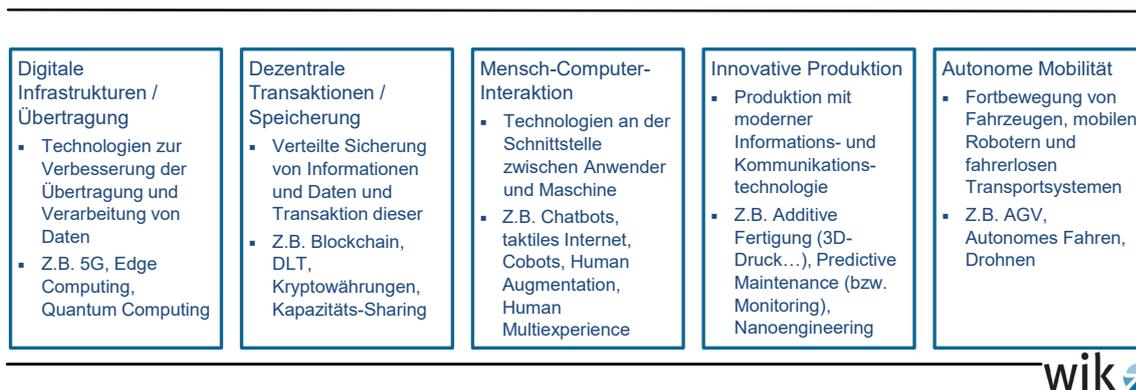
<sup>104</sup> Lewin et al., 2020

<sup>105</sup> <https://kompetenzzentrum-saarbruecken.digital/technologieradar-fuer-kmu/#radar> am 20.12.2021

<sup>106</sup> Die vier verwendeten Quellen sind: Der „Tech Radar Dezember 2020“ des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums IT-Wirtschaft (<http://radar.itwirtschaft.de/>); der „Technologieradar für kleine und mittlere Unternehmen“ des Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums Saarbrücken ([https://kompetenzzentrum-saarbruecken.digital/technologieradar-fuer-kmu/#after\\_section\\_2](https://kompetenzzentrum-saarbruecken.digital/technologieradar-fuer-kmu/#after_section_2)); der „Themen- und Technologiecatalog“ der Plattform Industrie 4.0 (<https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Angebote-Ergebnisse/Themen-und-Technologiecatalog/themen-und-technologiecatalog.html>) sowie der „Technologie- und Trendradar“ des BMWi (<https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Technologie-und-Trendradar/technologie-und-trendradar.html>)

unterschieden. Es werden sowohl aktuell bereits eingesetzte, als auch Technologien in einem experimentellen Stadium erwähnt. Dies liegt zum einen an der offenen Fragestellung und zum anderen an den unterschiedlichen Ausgangslagen und Rahmenbedingungen in den Unternehmen der Befragten.

Abbildung 18: Übergeordnete Themen aus den vier verwendeten Quellen



Quelle: Eigene Darstellung

Insbesondere aus den Kategorien Mensch-Computer-Interaktion und innovative Produktion werden Beispiele genannt. Dabei wird der Begriff Produktion nicht ausschließlich im Kontext industrieller Produktion verstanden, sondern beinhaltet auch handwerkliche Fertigung. Beispiele für innovative Produktion sind Drohnen und Webcams auf Baustellen, Digitales Aufmaß, 3D-CAD-Technologie, KI in der Qualitätskontrolle oder Vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance). Im Bereich Mensch-Computer-Interaktion finden sich sowohl Themen die externe Interaktion betreffen, als auch solche für interne Interaktion. Zu ersterer gehören beispielsweise Chatbots oder digitale Kundenportale. Die interne Interaktion kann z. B. durch Wissensdatenbanken und ERP-Systeme oder im Allgemeinen Technologien zur effizienteren Gestaltung übergreifender Prozesse gefördert werden.

Auch aus den drei anderen übergeordneten Bereichen werden Themen genannt, dazu gehören zum Beispiel Plattformen oder neue digitale Zahlungsmöglichkeiten. Für die genannten Themen ist das Vorhandensein von technischer Infrastruktur eine grundsätzliche Voraussetzung. Themen, die noch nicht, bzw. nicht explizit berücksichtigt werden, auch wenn einige Anwendungsmöglichkeiten dem Bereich innovativer Produktion zugeordnet werden können, sind Nachhaltigkeit und Gamification. Beim Thema Nachhaltigkeit greifen die Befragten besonders Möglichkeiten zur Digitalisierung auf, um Ressourcen sparsam einzusetzen<sup>107</sup> oder Ressourcen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft wiederverwenden zu können. Gamification ist allgemein ein Ansatz, Spielelemente (beispielsweise Wettbewerb mit anderen) außerhalb von Spielen einzusetzen; dabei

<sup>107</sup> Neligan et al., 2021

werden positive Eigenschaften – wie z. B. Engagement – genutzt,<sup>108</sup> um etwa Hürden zu überwinden.

## 5 Fazit und Ausblick

KMU in Deutschland befinden sich in einer Transformationsphase: Viele Unternehmen haben den Bedarf für Veränderungen hin zu mehr Digitalisierung erkannt. Aktuell besteht bei den KMU in Deutschland aber noch ein erheblicher Verbesserungsbedarf. Wie hoch dieser Bedarf ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. Branchenzugehörigkeit, Unternehmensgrößen, Regionen oder der Persönlichkeit der Geschäftsführung. Dabei geht mit einem höheren Reifegrad der Digitalisierung auch eine höhere Resilienz des Unternehmens einher<sup>109</sup>, was den Aufholbedarf für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit deutlich macht.

Aus den übergreifenden Analysen der vorliegenden Studie lassen sich einige Ansätze ableiten, die die digitale Transformation in KMU anregen können. Einen wichtigen Ausgangspunkt für den Start von Digitalisierungsprojekten stellt die Führungsebene dar: Auch wenn der Impuls für ein Projekt nicht immer von dieser Ebene ausgehen muss, so ist ein Commitment der Führungsebene und entsprechende Rahmenbedingungen, wie die Bereitstellung von Ressourcen, von sehr hoher Bedeutung. Auch um langfristige Projekte durchführen zu können, ist eine kontinuierliche Initiative oder zumindest Rückhalt der Führungsebene zentral.

Wenn im nächsten Schritt ein Projekt oder eine Maßnahme umgesetzt werden soll, sollten auch alle involvierten Personen überzeugt und eingebunden werden: Dabei ist eine möglichst frühe und transparente Kommunikation mit allen Beteiligten ein zentrales Mittel. Um sicherzustellen, dass die Mitarbeitenden die Lösung annehmen und nutzen, sollten diese auch in die Entwicklung einbezogen werden. Auch können aus der täglichen Arbeit und mit den bisherigen Prozessen Ideen für Verbesserungen innerhalb der geplanten Lösung abgeleitet werden. Unterstützend können "interne Influencer" oder Promotoren<sup>110</sup> eingesetzt werden. Im Idealfall sind diese in der Belegschaft gut vernetzte Mitarbeitende, die glaubwürdig auch die anderen Mitarbeitenden von der Lösung überzeugen können.

Eine ähnliche Funktion erfüllen Praxisbeispiele nach außen, die besonders gelungene Digitalisierungsprojekte in KMU zeigen. Da positive Beispiele Hemmnisse für KMU abbauen können, sollten diese möglichst viele Branchen, Technologien und Anwendungsfälle abdecken. Damit könnten viele KMU Best Practice Beispiele von solchen Unternehmen identifizieren, die ihrem eigenen möglichst ähnlich sind. Aus dem vorliegenden Beitrag ergibt sich außerdem, dass zusätzliche Informationen zu Kosten und Nutzen

---

<sup>108</sup> Banholzer und Weber, 2018

<sup>109</sup> Cisco und IDC International Data Corporation, 2020

<sup>110</sup> Helmke et al., 2002

und der Umgang mit weichen Faktoren und Akzeptanz zur Reduktion der Unsicherheit hilfreich sind.

Ähnlich wirkt auch die Vernetzung zwischen den Unternehmen: Berichte und der Austausch mit KMU, die bereits erfolgreich Digitalisierungsprojekte abgeschlossen haben, sind geeignete Maßnahmen. Hier wird schneller Vertrauen aufgebaut, da sich die Beteiligten in einer ähnlichen Situation befinden und die Sorgen und Hemmnisse gut nachvollziehen können.

Eine Herausforderung für die Umsetzung von Projekten im Rahmen der digitalen Transformation stellt die Auswahl geeigneter Dienstleister dar. Aus den Expertengesprächen wurde deutlich, dass ein Teil der Projekte externe Unterstützung benötigt, bzw. einige Teilprozesse extern effizienter abgebildet werden können. Es wurde jedoch auch klar, dass die KMU einer großen Anzahl an Anbietern von Digitalisierungslösungen gegenüberstehen. Dabei fällt es den Unternehmen oft schwer, aus dieser Vielzahl an Angeboten die für das Unternehmen geeigneten auszuwählen. Hier wäre ein Leitfaden förderlich, der Kriterien für gute Auswahl von Angeboten aufzeigt und KMU unterstützen könnte, selbst gute Entscheidungen für ihre spezifischen Herausforderungen zu treffen.

Um dem Mangel an Wissen und Fachkräften begegnen zu können, sind Maßnahmen der Qualifizierung und Befähigung wichtig. Wissen zu Methoden, bestimmten Technologien und deren Implementierung im Unternehmen sind hier beispielhaft zu nennen. Gerade in Deutschland wird tendenziell versucht, dieses Wissen im Unternehmen aufzubauen.<sup>111</sup> Bis zu einem gewissen Grad ist dies ein guter Ansatz; langfristig und ab einem höheren Spezialisierungsniveau werden die Unternehmen aber auch vermehrt die Bedarfe durch externe Fachkräfte abdecken müssen. Hierzu kann insbesondere aus den Expertengesprächen abgeleitet werden, dass ein modernes und digitales Image der Unternehmen die Position im Wettbewerb um Fachkräfte verbessert. Unternehmen, die nicht oder wenig digital sind bzw. so empfunden werden, werden eher negative Eigenschaften – wie geringe Aufgeschlossenheit oder zu strenge Hierarchien – zugeschrieben und erscheinen damit für viele junge Fachkräfte weniger attraktiv.

Neben diesen Ansätzen ergeben sich auch einige Möglichkeiten für künftige Forschungsthemen. Zur Ermittlung der Wirkungen und Wechselwirkungen der identifizierten Faktoren (wie z. B. Unternehmensgröße oder Branche) wäre eine empirische Überprüfung in einem Gesamtmodell denkbar. Hierzu könnte beispielsweise ein Strukturgleichungsmodell dazu dienen, alle Einflussfaktoren auf den digitalen Fortschritt und deren Interaktionen parallel zu schätzen.<sup>112</sup>

Ein weiterer Bereich für künftige Forschung kann das Auftreten eines Reifegradparadoxons sein. Aus der vorliegenden Analyse und den ergänzenden Ausführungen der Experten lässt sich die Vermutung schließen, dass KMU mit steigendem Digitalisierungs-

---

<sup>111</sup> Schröder, 2019

<sup>112</sup> Hayes, 2017; Igbaria et al., 1997

wissen den eigenen Reifegrad geringer einschätzen. Dies passt zur fehlerhaften Einschätzung der eigenen Kompetenz entsprechend des Dunning-Kruger Effekts<sup>113</sup>: Mit steigender Kompetenz neigen demnach Personen eher dazu, die eigenen Fähigkeiten zu unterschätzen, wohingegen auf einem niedrigeren Kompetenzniveau eher ein Überbewerten der Kompetenzen vorliegt. Die Gefahr dieser Fehleinschätzung liegt demnach darin, dass weniger kompetente Personen dann selbstsicherer auftreten als Personen mit höherer Kompetenz und entsprechend mehr Gewicht bei Entscheidungen haben<sup>114</sup>. Übertragen auf die vorliegende Situation der Reifegradeinschätzung in KMU kann dies zu Fehlentscheidungen, (z. B. bei Digitalisierungslösungen) oder zu einer verzerrten Selbsteinschätzung führen. Bei der Interpretation von Ergebnissen aus Studien, die (allein) auf dieser Einschätzung basieren, ist diese Möglichkeit entsprechend zu beachten. Folgende Forschungsfragen können sich hieraus ergeben: Kann ein Reifegradparadoxon empirisch nachgewiesen werden? Welche Ursachen und Konsequenzen hat dies im Kontext der Digitalisierung in KMU? Lässt sich der Dunning-Kruger Effekt so auf (ganze) Organisationen übertragen?

Da Akzeptanz eine zentrale Rolle für die Implementierung von Technologien in KMU spielt, bedarf es auch hier weiterer Forschung. Das Technologie-Akzeptanzmodell (engl. technology acceptance model; kurz: TAM<sup>115</sup>) ist ein etabliertes Modell, das in der wissenschaftlichen Innovationsforschung genutzt wird.<sup>116</sup> Es bildet ab, wie die Faktoren zusammenhängen, die zur Akzeptanz (oder umgekehrt Ablehnung) von Technologien beitragen. Es stellt sich die Frage, welche Ansätze aus der bisherigen Forschung dazu beitragen können, die fehlende Akzeptanz zu erklären und entsprechende Lösungen für die Überwindung abzuleiten. Neben dem TAM können hier auch weitere Modelle und Theorien sinnvolle Erklärungen liefern. Für das Entstehen von Ablehnung erscheint beispielsweise der Annäherungs-Vermeidungs-Konflikt (approach avoidance conflict) ein vielversprechender Ansatz. Hierbei geht es darum, dass eine Handlung (im vorliegenden Kontext beispielsweise das Implementieren und Nutzen einer Software) sowohl positive als auch negative (wahrgenommene) Folgen haben kann und entsprechend mit Unsicherheit behaftet ist.<sup>117</sup>

Damit zeigt der vorliegende Beitrag neben dem aktuellen Stand der Digitalisierung und praxisorientierten Ansätzen zur Verbesserung auch einen umfangreichen Bedarf an weiterer Forschung zur digitalen Transformation in deutschen KMU.

---

<sup>113</sup> Kruger und Dunning, 2002

<sup>114</sup> Pennycook et al., 2017

<sup>115</sup> Davis, 1989

<sup>116</sup> Lee et al., 2011

<sup>117</sup> Boyd et al., 2011; Miller, 1944

## Literatur

- Arthur D. Little International (1985): Management im Zeitalter der strategischen Führung, Gabler, Wiesbaden
- Banholzer, V. M., Weber, R. (2018): Gamification und Innovationskommunikation: Konturierung von Industrie 4.0 mittels angewandter Spielformen als Interactive Storytelling. In Kommunikation und Technik, S. 241-255, Springer VS, Wiesbaden
- Bauer, T., & Groll, T. (2020): Digitalization of Collaboration and Communication in German SMEs: Using Design Thinking Methods to Develop Strategic Thrust for a Digital Transformation. Zugriff am 22.11.2021. [https://opus4.kobv.de/opus4-oth-regensburg/frontdoor/deliver/index/docId/796/file/Regensburg\\_Papers\\_Management\\_Economics\\_4.pdf](https://opus4.kobv.de/opus4-oth-regensburg/frontdoor/deliver/index/docId/796/file/Regensburg_Papers_Management_Economics_4.pdf)
- Becker, J., Knackstedt, R., Pöppelbuß, J. (2009): Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management, in: Wirtschaftsinformatik, 51, S. 249-60
- Berger, S., Koppel, O. / Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln (2017): Breitband-Internet – Ländliche Regionen holen zu langsam auf. Zugriff am 15.11.2021. <http://hdl.handle.net/10419/172013>
- Boyd, R. L., Robinson, M. D., Fetterman, A. K. (2011): Miller (1944) Revisited: Movement Times in Relation to Approach and Avoidance Conflicts. Journal of Experimental Social Psychology, 47(6), S. 1192-1197
- Brockhaus, C. P., Bischoff, T. S., Haverkamp, K., Proeger, T., Thonipara, A. (2020): Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland - ein Forschungsüberblick. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung No. 46. Zugriff am 10.11.2021. <http://hdl.handle.net/10419/227491>
- Büchel, J., Demary, V. Goecke, H., Rusche, C. / Institut der deutschen Wirtschaft, IW Consult, ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2021): Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Digitalisierungsindex 2021. Zugriff am 21.12.2021. [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-zusammenfassung-ergebnisse-digitalisierungsindex-2021.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-zusammenfassung-ergebnisse-digitalisierungsindex-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=4)
- Büchel, J., Demary, V. Goecke, H., Rusche, C. / Institut der deutschen Wirtschaft, IW Consult, ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2021a): Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Digitalisierungsindex 2020. Zugriff am 21.12.2021. [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-zusammenfassung-ergebnisse-digitalisierungsindex-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-zusammenfassung-ergebnisse-digitalisierungsindex-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung (ohne Jahr): Laufende Stadtbeobachtung und Raumabgrenzungen - Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland. Zugriff am 15.11.2021. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/StadtGemeindetyp/StadtGemeindetyp.html>
- Cisco und IDC International Data Corporation (2020): 2020 Small Business Digital Transformation - A Snapshot of Eight of the World's Leading Markets. Zugriff am 10.11.2021.

[https://newsroom.cisco.com/documents/10157/426511/SMBDigitalMaturity8MarketsHiRes\\_13.pdf/1873edc6-b4e4-45b5-84a3-30c697c65979](https://newsroom.cisco.com/documents/10157/426511/SMBDigitalMaturity8MarketsHiRes_13.pdf/1873edc6-b4e4-45b5-84a3-30c697c65979)

- Dahm, M. H., Constantine, B. (2020): Machine Learning für den Mittelstand. In Digitale Transformation in der Unternehmenspraxis, S. 327-344, Springer Gabler, Wiesbaden
- Davis, F. D. (1989): Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, 13(3), S. 319-340
- Destatis (2008): Klassifikation der Wirtschaftszeige, Ausgabe 2008, Zugriff am 09.11.2021. <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-wz-2008.html>
- Destatis (2021): Unternehmen, Tätige Personen, Umsatz und weitere betriebs- und volkswirtschaftliche Kennzahlen: Deutschland, Jahre, Unternehmensgröße, Wirtschaftszweige. Zugriff am 13.09.2021. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=1&step=1&titel=Ergebnis&levelid=1631526794035&acceptscookies=false#abreadcrumb>
- Destatis (2021b): Kleine und mittlere Unternehmen. Zugriff am 17.11.2021. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/_inhalt.html)
- Deutsche Telekom (2020): Digitalisierungsindex Mittelstand 2020/2021 Der digitale Status quo des deutschen Mittelstands. Zugriff am 10.11.2021. [https://www.digitalisierungsindex.de/wp-content/uploads/2020/12/Telekom\\_Digitalisierungsindex\\_2020\\_GESAMTBERICHT.pdf](https://www.digitalisierungsindex.de/wp-content/uploads/2020/12/Telekom_Digitalisierungsindex_2020_GESAMTBERICHT.pdf)
- Gries C., Lundborg M., Stamm P., (2021): Digitale Arbeitswelten im Mittelstand - Auswertung von Studien zu Arbeit 4.0, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 475
- Gull I., Liebe A., Steffen N., Wiewiorra L. (2021 in Erscheinung): Implementierung von KI im Mittelstand – Die Verfügbarkeit von Trainingsdaten und Förderung offener Datenstrukturen
- digitalhub cologne (2021): Überwinden Sie Ihr Digitales Dilemma! - Warum in Deutschland bisher keine echten Innovationen bei der Digitalisierung stattfinden und wie Ihr Unternehmen dagegenhalten kann. Zugriff am 22.11.2021. <https://digitalhubcologne.de/digitale-dilemmata/download/>
- Hayes, A. F. (2017): Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-based Approach. Guilford publications, New York
- Hellge, V., Schröder, D., Bosse, C. (2019): Der Readiness-Check Digitalisierung - Ein Instrument zur Bestimmung der digitalen Reife von KMU. Zugriff am 10.11.2021. [https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/wp-content/uploads/2021/08/Broschu%CC%88re\\_Readiness\\_Check\\_Digitalisierung\\_Januar\\_2019\\_final.pdf](https://digitalzentrum-kaiserslautern.de/wp-content/uploads/2021/08/Broschu%CC%88re_Readiness_Check_Digitalisierung_Januar_2019_final.pdf)
- Helmke S., Brinker D., Wessoly H. (2002): Change Management für den erfolgreichen Roll Out von CRM-Systemen. In: Helmke S., Uebel M., Dangelmaier W. (eds) Effektives Customer Relationship Management. Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Hofmann, J., Ricci, C., Schwarz, R., Wienken, V. / Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) im Auftrag der Bertelsmann Stiftung (2020): Erfolgskriterien betriebli-

- cher Digitalisierung. Zugriff am 10.11.2021. <https://www.iao.fraunhofer.de/content/dam/iao/images/iao-news/studie-betriebliche-digitalisierung-iao-bertelsmann.pdf>
- Hutzschenreuter, T. (2015): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Grundlagen mit zahlreichen Praxisbeispielen. Springer, Wiesbaden.
- IEEE (2017): IEEE Taxonomy. Zugriff am 09.11.2021. [https://www.ieee.org/content/dam/ieee-org/ieee/web/org/pubs/taxonomy\\_v101.pdf](https://www.ieee.org/content/dam/ieee-org/ieee/web/org/pubs/taxonomy_v101.pdf)
- Igbaria, M., Zinatelli, N., Cragg, P., Cavaye, A. L. (1997): Personal Computing Acceptance Factors in Small Firms: A Structural Equation Model. *MIS quarterly*, 279-305.
- IfM Bonn (2016): KMU-Definition des IfM Bonn. Zugriff am 22.11.2021. <https://www.ifm-bonn.org/definitionen/-/kmu-definition-des-ifm-bonn>
- Klappert, S., Schuh, G. (2011): *Technologiemanagement–Handbuch Produktion und Management*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg
- Kruger, J., Dunning, D. (2002): Unskilled and Unaware - But why? A Reply to Krueger and Mueller. *Journal of Personality and Social Psychology*, 82(2), S. 189-192.
- Kühlein, A., Sobania, K. / Deutscher Industrie- und Handelskammertag (2021): Digitalisierung mit Herausforderungen. Zugriff am 10.11.2021. <https://www.dihk.de/de/themen-und-positionen/wirtschaft-digital/digitalisierung/dihk-umfrage-wie-digital-ist-die-deutsche-wirtschaft--35408>
- Lee, Y. H., Hsieh, Y. C., Hsu, C. N. (2011): Adding Innovation Diffusion Theory to the Technology Acceptance Model: Supporting Employees' Intentions to Use e-learning Systems. *Journal of Educational Technology & Society*, 14(4), S. 124-137.
- Leifels, A. / KfW Bankengruppe (2021): Engpässe bei Digitalkompetenzen im Mittelstand – mehr Weiterbildung nötig. Zugriff am 10.11.2021 [KfW\\_2021-Engpaesse-bei-Digitalkompetenzen-im-Mittelstand.pdf](https://www.kfw.de/Presse/Dateien/KfW_2021-Engpaesse-bei-Digitalkompetenzen-im-Mittelstand.pdf)
- Lewin M., Busert T., El Sakka F., Fay A. (2020): Technologieradar - neue Technologien ermitteln, Bewerten und im Unternehmen einführen. Zugriff am 21.12.2021 [https://kompetenzzentrum-hamburg.digital/images/angebot/Downloads/Leitfaden/Leitfaden\\_Anleitung\\_Technologieradar.pdf](https://kompetenzzentrum-hamburg.digital/images/angebot/Downloads/Leitfaden/Leitfaden_Anleitung_Technologieradar.pdf)
- Lichtblau, K., Schleiermacher, T., Goecke, H., Schützdeller, P. / IW Consult, DATAlovers und beDirect (2018): Digitalisierung der KMU in Deutschland - Konzeption und empirische Befunde. Zugriff am 10.11.2021. [https://www.iwconsult.de/fileadmin/user\\_upload/projekte/2018/Digital\\_Atlas/Digitalisierung\\_von\\_KMU.pdf](https://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/projekte/2018/Digital_Atlas/Digitalisierung_von_KMU.pdf)
- Lindner, D. (2019): Definition und Besonderheiten von KMU. In: *KMU im digitalen Wandel*. Springer Gabler, Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-24399-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-24399-9_2)
- Lindner, D. Leyh, C. (2019): Digitalisierung von KMU – Fragestellungen, Handlungsempfehlungen sowie Implikationen für IT-Organisation und IT-Service-Management. *HMD* 56, S. 402-418, <https://doi.org/10.1365/s40702-019-00502-z>

- Littger, M. / DsiN Deutschland sicher im Netz (2020): DsiN-Praxisreport 2020 Mittelstand@IT-Sicherheit. Zugriff am 10.11.2021. <https://www.sicher-im-netz.de/dsin-praxisreport-2020-mittelstand-it-sicherheit>
- Loof U. (2017): Strategy Map: So wirken weiche Faktoren auf harte Finanzkennzahlen. In: Modernes Personalmanagement. Springer Gabler, Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-10317-0\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-658-10317-0_29)
- Lou, C., Yuan, S. (2019): Influencer Marketing: How Message Value and Credibility Affect Consumer Trust of Branded Content on Social Media. *Journal of Interactive Advertising*, 19(1), 58-73.
- Lu, H., Li, Y., Chen, M., Kim, H., Serikawa, S. (2018): Brain Intelligence: Go Beyond Artificial Intelligence. *Mobile Networks and Applications*, 23(2), 368-375.
- Lundborg, M., Märkel, C. / Begleitforschung Mittelstand-Digital / WIK GmbH (2019): Künstliche Intelligenz im Mittelstand - Relevanz, Anwendungen, Transfer. Zugriff am 22.11.2021. [https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/kuenstliche-intelligenz-im-mittelstand.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.mittelstand-digital.de/MD/Redaktion/DE/Publikationen/kuenstliche-intelligenz-im-mittelstand.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- Marbler, M. / Ernst & Young (2019): Digitalisierung im deutschen Mittelstand.
- Marbler, M. / Ernst & Young (2021): Mittelstandsbarometer. Zugriff am 10.11.2021. [https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de\\_de/news/2021/01/ey-mittelstandsbarometer-konjunktur-2021.pdf](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/de_de/news/2021/01/ey-mittelstandsbarometer-konjunktur-2021.pdf)
- Mayring, P., & Fenzl, T. (2014): Qualitative Inhaltsanalyse. In *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, S. 543-556. Springer VS, Wiesbaden.
- Mayring, P. (2020): Qualitative Inhaltsanalyse. In *Handbuch qualitative Forschung in der Psychologie*, S. 495-511, Springer, Wiesbaden.
- Miller, N. E. (1944): Personality and the Behavior Disorders. In *Experimental Studies of Conflict*. Ronald, New York.
- Mittelstand-Digital (2021): Was ist Mittelstand-Digital? Zugriff am 13.09.2021. <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Ueberuns/Was%20ist%20MD/was-ist-md.html>
- Mumm, S. A. (2017): Handlungsempfehlungen für die Konzeption, Entwicklung und Etablierung eines plattformbasierten Business Ecosystems auf Basis einer Langzeitintervention bei einem KMU-Softwarehersteller. Zugriff am 22.11.2021. <https://ediss.sub.uni-hamburg.de/handle/ediss/7820>
- Neligan, A., Engels, B., Schaefer, T., Schleicher, C., Fritsch, M., Schmitz, E. Wiegand, R., Arnold, R. C. G. / Institut der Deutschen Wirtschaft / IW Consult GmbH / WIK-Consult GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2021): Digitalisierung als Enabler für mehr Ressourceneffizienz in Unternehmen. Zugriff am 10.11.2021. [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Ressourcen\\_effizienz\\_4.0\\_Hauptbericht\\_final.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2021/Ressourcen_effizienz_4.0_Hauptbericht_final.pdf)
- Passing F. (2017): Technologiekonvergenz im Kontext von Strategic Foresight. In: *Technologiekonvergenz im Kontext von Strategic Foresight*. Springer Gabler, Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-17313-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-658-17313-5_2)

- Pawlowska, A., Scherer, B. / Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (2021): IT-Sicherheit im Home-Office unter besonderer Berücksichtigung der Covid-19 Situation. Zugriff am 10.11.2021. [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Umfraege-Home-Office/umfrage\\_home-office-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Publikationen/Lageberichte/Umfraege-Home-Office/umfrage_home-office-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- Pennycook, G., Ross, R. M., Koehler, D. J. Fugelsang, J. A. (2017): Dunning–Kruger Effects in Reasoning: Theoretical Implications of the Failure to Recognize Incompetence. *Psychonomic Bulletin Review* 24(6), 1774-1784. <https://doi.org/10.3758/s13423-017-1242-7>
- Proeger, T., Thonipara, A., Bizer, K. (2020): Mechanismen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse der Digitalisierung im Handwerk. Zugriff am 15.11.2021. <http://dx.doi.org/10.3249/2364-3897-gbh-35>
- Rammstedt, B. (2010): Reliabilität, Validität, Objektivität. In *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse*, S. 239-258, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden
- Rogers, E. M. (1995): *Diffusion of Innovations*, Free Press, New York NY u
- Runst, P., Proeger, T. (2020a): Digitalisierungsmuster im Handwerk - Eine regionale und sektorale Analyse des Digitalisierungs-Checks des Kompetenzzentrums Digitales Handwerk (No. 39). *Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung*.
- Runst, P., & Proeger, T. (2020b): Digitalisierung des Handwerks in Niedersachsen-Sonderauswertung des Digitalisierungs-Checks des Kompetenzzentrums Digitales Handwerk (No. 41). *Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung*.
- Schöpfer, H., Lodemann, S., Dörries, F., Kersten, W. (2018): Digitalisierung deutscher KMU im Branchenvergleich: Warum Unternehmen genau auf ihre Kompetenzen schauen sollten. *Industrie 4.0 Management: Gegenwart und Zukunft industrieller Geschäftsprozesse*, 34(2), 38-42.
- Schröder, C. / Institut für Mittelstandsforschung (2019): Mittelstand im Einzelnen. Zugriff am 10.11.2021. <https://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-einzelnen/digitalisierung-der-kmu-im-eu-vergleich>
- Schuh, G. Anderl, R., Gausemeier, J., ten Hompel, M., Wahlster, W. (2017): *Industrie 4.0 Maturity Index - Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten*, Zugriff am 20.12.2021. <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-die-digitale-transformation-von-unternehmen-gestalten/>
- Schulke, A., Jütte, S. (2019): *Digitalisierung im Mittelstand 2018. IUBH Discussion Papers - Business & Management*. Zugriff am 22.11.2021. <http://hdl.handle.net/10419/215763>
- Stich V., Seelmann V., Stroh M., Abbas M., Kremer S., Hicking J., Wenger L. Henke L., / im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (2021): *Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland - Technologie- und Trendradar 2020*, Zugriff am 21.12.2021. [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- Storfinger, N., Opper, M. (2011): Datenbasierte Indikatoren für potenziell abweichendes Interviewverhalten. Zugriff am 15.11.2021. <http://hdl.handle.net/10419/74452>
- Ullrich, A., Vladova, G., Thim, C., Gronau, N. (2015): Akzeptanz und Wandlungsfähigkeit im Zeichen der Industrie 4.0. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52(5), S. 769-789.

- Ulrich, P., Frank, V., Timmermann, A. (2020): The Dark Side of Data Science-an Empirical Study of Cyber Risks in German SMEs. *Procedia Computer Science*, 176, S. 2615-2624.
- Vogelsang K., Steinhüser M., Hoppe U. (2013): Theorieentwicklung in der Akzeptanzforschung: Entwicklung eines Modells auf Basis einer qualitativen Studie. 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, S. 1425-1439.
- Werning, E., Wittenberg, V., Middeke, L. / Sparkassenverband Westfalen-Lippe (2020): Digitalisierungsindex NRW 2020. Zugriff am 22.11.2021. [https://www.fh-mittelstand.de/fileadmin/Forschung/Digitalisierungsindex\\_NRW\\_2020.pdf](https://www.fh-mittelstand.de/fileadmin/Forschung/Digitalisierungsindex_NRW_2020.pdf)
- Welter, F., May-Strobl, E., Holz, M., Pahnke, A., Schlepphorst, S., Wolter, H.-J. Kranzusch, P. / Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2015): Mittelstand zwischen Fakten und Gefühl. Zugriff am 18.11.2021. [https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm\\_materialien/dokumente/IfM-Materialien-234\\_2015.pdf](https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm_materialien/dokumente/IfM-Materialien-234_2015.pdf)
- Welter, F., Levering, B., May-Strobl, E. / Institut für Mittelstandsforschung Bonn (2016): Mittelstandspolitik im Wandel. Zugriff am 18.11.2021. [https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm\\_materialien/dokumente/IfM-Materialien-247\\_2016.pdf](https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/ifm_materialien/dokumente/IfM-Materialien-247_2016.pdf)
- Wieland, T., Hoppe, A., Kramer, C. (2020): Standort, Wettbewerb oder Persönlichkeit: Wer oder was entscheidet über die Adoption des Onlinehandels als Vertriebskanal? *Proceedings of REAL CORP 2020, 25th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society* (S. 799-810).
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021): Digitalisierung in Deutschland – Lehren aus der Corona-Krise. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Zugriff am 18.11.2021. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/gutachten-digitalisierung-in-deutschland.html>
- Zimmermann, V. / KfW Bankengruppe (2021): Künstliche Intelligenz: hohe Wachstumschancen, aber geringe Verbreitung im Mittelstand. Zugriff am 10.11.2021. <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2021/Fokus-Nr.-318-Februar-2021-KI.pdf>
- Zimmermann, V. / KfW Bankengruppe (2020): KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2020 Rückgang der Digitalisierungsaktivitäten vor Corona, ambivalente Entwicklung während der Krise. Zugriff am 10.11.2021 <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Digitalisierungsbericht-Mittelstand/KfW-Digitalisierungsbericht-2020.pdf>

## Anhang

Tabelle 2: Übersicht Hemmnisse in den betrachteten Studien

Cluster	Themen / Schlagwörter	Studien und weitere Veröffentlichungen
Ablehnung	Kultur, Angst Widerstände, Veränderungen, Skepsis, Persönlichkeit (bes. der Führung)	Cisco und International Data Corporation (2020), Werning et al.(2020), Brockhaus et al. (2020), Hofmann et al. (2020), digitalhub cologne (2021), Wieland et al. (2020), Lichtblau et al. (2018)
Organisation	Hierarchie, Organisationsstruktur	Hofmann et al. (2020), digitalhub cologne (2021)
Personalmangel	Personalmangel	Cisco und International Data Corporation (2020), Werning et al. (2020), Zimmermann (2020), Brockhaus et al. (2020), Lundborg und Märkel (2019), Marbler (2021), Hofmann et al. (2020), digitalhub cologne (2021), Schulke und Jütte (2019), Marbler (2019) Ulrich et al. (2020), Schöpfer et al. (2018), Proeger et al. (2020), Lichtblau et al. (2018)
Wissen	Mangel an Wissen, Know How	Cisco und International Data Corporation (2020), Werning et al. (2020), Zimmermann (2020), Brockhaus et al. (2020), Zimmermann (2021), Lundborg und Märkel (2019), Marbler (2021), Hofmann et al. (2020), Zimmermann (2021), digitalhub cologne (2021), Schulke und Jütte (2019), Marbler (2019) Neligan et al. (2021) Ulrich et al. (2020), Schöpfer et al. (2018), Proeger et al. (2020), Lichtblau et al. (2018)
Finanzielle Mittel	Kosten, Finanzielle Mittel	Cisco und International Data Corporation (2020), Kühlein und Sobania (2021), Werning et al. (2020), Brockhaus et al. (2020), Lundborg und Märkel (2019), Schulke und Jütte (2019) Ernst & Young (2019), Neligan et al. (2021), Ulrich et al. (2020),

Cluster	Themen / Schlagwörter	Studien und weitere Veröffentlichungen
		Schöpfer et al. (2018), Proeger et al. (2020)
Bestehende Systeme	Hohe Komplexität bestehender Systeme	Kühlein und Sobania (2021), Zimmermann (2020), Hofmann et al. (2020), Schulke und Jütte (2019), Neligan et al. (2021)
Zeit	Zeit, Tagesgeschäft, Alltag	Kühlein und Sobania (2021), Werning et al. (2020), digitalhub cologne (2021), Proeger et al. (2020)
Technische Infrastruktur	Internet, Infrastruktur	Kühlein und Sobania (2021), Zimmermann (2020), Brockhaus et al. (2020)
Nutzen	Nutzen unklar, Mehrwert unklar oder unsicher, fehlender Druck von außen	Werning et al. (2020), Brockhaus et al. (2020), digitalhub cologne (2021), Schulke und Jütte (2019), Marbler (2019), Ulrich et al. (2020), Schöpfer et al. (2018), Proeger et al. (2020), Lichtblau et al. (2018)
Schnittstellen	Schnittstellen nach Außen, Lieferkette, Standards	Neligan et al. (2021), Ulrich et al. (2020), Lichtblau et al. (2018)
(IT-) Sicherheit	Datensicherheit, IT-Sicherheit	Zimmermann (2020), Brockhaus et al. (2020), Lundborg und Märkel (2019), Marbler (2021), Zimmermann (2021), Schulke und Jütte (2019), Ulrich et al. (2020)
Datenbasis	Datenbasis fehlt (bei KI)	Lundborg und Märkel (2019)
Gesetze	Gesetze, rechtliche Regeln, Regulierung	Neligan et al. (2021), Lichtblau et al. (2018), Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021)

Tabelle 3: Übersicht Erfolgsfaktoren in den betrachteten Studien

Thema	Studien und andere Veröffentlichungen
Flexible oder flache Hierarchie	Hofmann et al. (2020)
Kommunikation, Einbindung der MA, Transparenz	Hofmann et al. (2020), digitalhub cologne (2021), Dahm und Constantine (2020)
Mehr Experimentierfreude, nicht nur Ausrichtung auf (direkten) finanziellen Erfolg, Kultur, Offenheit	digitalhub cologne (2021)
Inspiration von außen	digitalhub cologne (2021)
Neue Methoden (z.B. agile Prozesse zur Vermeidung von Fehlinvestitionen)	Ulrich et al. (2020)
Bildung, Weiterbildung, Wissen in der Führung, Wissen um die Nutzung von Daten	Dahm und Constantine (2020)
Schon mal ein Projekt durchgeführt, Projekterfahrung	Dahm und Constantine (2020)

Tabelle 4: Leitfadentwurf Experteninterviews mit Zentren im Netzwerk Mittelstand-Digital

Frage	Ziel
<p><b>Begrüßung:</b> Hallo Frau/Herr. Vielen Dank, dass Sie sich Zeit nehmen für unser Gespräch.</p> <p>In unserem Gespräch soll es heute um das Projekt 360 Grad Mittelstandsdigitalisierung gehen. Wir versuchen in diesem Projekt einen möglichst umfassenden Überblick über den Stand der Digitalisierung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland zu schaffen. Dazu gehört auch, dass wir aktuelle Praxisbeispiele sammeln, die konkrete Digitalisierungsprojekte im Mittelstand aufzeigen.</p> <p>Sind Sie damit einverstanden, dass das Gespräch aufgezeichnet wird?</p>	Begrüßung / Information / Eis brechen
<p><b>Rückfragen zum WIK bzw. zum Forschungsprogramm des WIK:</b></p> <p>WIK als Think Tank 1982 gegründet, 100%-Tochterunternehmen des BMWI</p>	Information zum Hintergrund des Projektes bzw. zum Forschungsprogramm

Frage	Ziel
<p>Fokus zunächst auf Netzsektoren (TK, Energie, Post), jetzt auch zunehmend auf Fragestellungen zur Digitalisierung</p> <p>WIK ist für die Begleitforschung von Mittelstand Digital zuständig</p> <p>Forschungsprogramm ist unabhängig, also ohne einen externen Auftragsgeber; als Think Tank bearbeitet das WIK innovative Fragestellungen</p> <p>Rückfragen?</p>	
<p>(Kurze) Vorstellung des Kompetenzzentrums?</p>	<p>Besseres Verständnis</p>
<p>In welchen Bereichen (Wertschöpfungsbereich / Technologie/Branchen) haben Sie bisher Digitalisierungsprojekte durchgeführt / begleitet?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Bereiche der Wertschöpfung?</li> <li>• Welche Technologien?</li> <li>• Wie viele Projekte?</li> <li>• Kooperationspartner?</li> <li>• Förderung?</li> </ul>	<p>Digitalisierungsprojekte</p>
<p>Aus welchen Gründen wurde dieses Projekt umgesetzt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technisch / finanziell / organisatorisch</li> </ul>	<p>Ursachen für Digitalisierung</p>
<p>Welche qualitativen und quantitativen Auswirkungen hat die Digitalisierung auf die Unternehmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es da durchschnittliche Zahlen?</li> <li>• Bsp.: Finanzielle Verbesserungen? Neue Kunden, neue Geschäftsbereiche, höhere Umsätze? Einsparungen oder Verbesserungen im Bereich Energie, Zeit und/oder Personal?</li> </ul> <p>Sind die meisten Unternehmen mit den Ergebnissen der Digitalisierungsprojekte zufrieden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In welchen Fällen lohnen sich Digitalisierungsprojekte nicht?</li> <li>• Welcher Anteil an Digitalisierungsprojekten lohnt sich?</li> </ul>	<p>Auswirkungen der Digitalisierung</p>
<p>Wie würden Sie den Digitalisierungsgrad der Unternehmen, die Sie in den letzten 6 Monaten begleitet haben, auf einer Skala vom 1 (wenig digital) bis 5 (sehr digital) bestimmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie schätzen Sie den Reifegrad ein, den ein Unternehmen mindestens haben müsste, um oben genannte Digitalisierungsbereiche zu implementieren?</li> <li>• Warum entscheiden sich einige Unternehmen für einen geringeren Digitalisierungsgrad?</li> </ul>	<p>(Selbst-)einschätzung Reifegrad des Unternehmens? Bzw. der nötige Grad, um die Lösung zu implementieren. Gibt es hier vielleicht Abweichungen zwischen Potenzial und tatsächlicher Umsetzung? Warum?</p>

Frage	Ziel
Was sind Gründe dafür?	
<p>Wie kann die Akzeptanz von Führungskräften und Mitarbeitern bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten gesteigert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Rolle spielte Akzeptanz bei oben genannten Digitalisierungsbereichen?</li> <li>• Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um Mitarbeiter einzubinden?</li> </ul>	Rolle von Akzeptanz
<p>Was sind Hemmnisse von Digitalisierungsprojekten im Mittelstand?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Hemmnisse spielten bei oben genannten Digitalisierungsbereichen eine wichtige Rolle?</li> </ul>	Hemmnisse
<p>Was sind die Erfolgsfaktoren von gelungenen Digitalisierungsprojekten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Erfolgsfaktoren spielten bei oben genannten Digitalisierungsbereichen eine wichtige Rolle?</li> <li>• Gibt es objektive Kriterien wie Branchen / Größen oder andere Kriterien, die eine Prognose erlauben?</li> </ul>	Erfolgsfaktoren
Welche drei Technologietrends werden in den nächsten 5 Jahren besonders relevant sein für KMU?	Ausblick / Trends /Abschluss
<p><b>Verabschiedung:</b></p> <p>Vielen Dank für das Gespräch!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falls Sie im Nachgang noch etwas ergänzen möchten, melden Sie sich gerne bei mir.</li> <li>• Können wir uns im Nachgang auch melden, falls wir noch weitere Fragen haben?</li> </ul>	Ende/ Verabschiedung

Tabelle 5: Leitfadentwurf Experteninterviews mit Angehörigen von KMU

Frage	Ziel
<p><b>Begrüßung:</b> Hallo Frau/Herr. Vielen Dank, dass Sie sich Zeit nehmen für unser Gespräch.</p> <p>In unserem Gespräch soll es heute um das Projekt 360 Grad Mittelstandsdigitalisierung gehen. Wir versuchen in diesem Projekt einen möglichst umfassenden Überblick über den Stand der Digitalisierung in kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland zu schaffen. Dazu gehört auch, dass wir</p>	Begrüßung / Information / Eis brechen

<p>aktuelle Praxisbeispiele sammeln, die konkrete Digitalisierungsprojekte im Mittelstand aufzeigen.</p> <p>Sind Sie damit einverstanden, dass das Gespräch aufgezeichnet wird?</p>	
<p><b>Rückfragen zum WIK bzw. zum Forschungsprogramm des WIK:</b></p> <p>WIK als Think Tank 1982 gegründet, 100%-Tochterunternehmen des BMWI</p> <p>Fokus zunächst auf Netzsektoren (TK, Energie, Post), jetzt auch zunehmend auf Fragestellungen zur Digitalisierung</p> <p>WIK ist für die Begleitforschung von Mittelstand Digital zuständig</p> <p>Forschungsprogramm ist unabhängig, also ohne einen externen Auftragsgeber; als Think Tank bearbeitet das WIK innovative Fragestellungen</p> <p>Rückfragen?</p>	<p>Information zum Hintergrund des Projektes bzw. zum Forschungsprogramm</p>
<p>(Kurze) Vorstellung des KMU:</p> <p>Branche, Wertschöpfung, Besonderheiten etc.</p>	<p>Besseres Verständnis</p>
<p>In welchen Bereichen (Wertschöpfungsbereich / Technologie) haben Sie bisher Digitalisierungsprojekte durchgeführt / begleitet?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Bereiche der Wertschöpfung?</li> <li>• Welche Technologien?</li> <li>• Wie viele Projekte?</li> <li>• Kooperationspartner?</li> <li>• Förderung?</li> </ul>	<p>Digitalisierungsprojekte</p>
<p>Aus welchen Gründen wurde dieses Projekt umgesetzt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technisch / finanziell / organisatorisch</li> </ul>	<p>Ursachen für Digitalisierung</p>
<p>Welche qualitativen und quantitativen Auswirkungen hat die Digitalisierung auf das Unternehmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt es da konkrete Zahlen?</li> <li>• Bsp.: Finanzielle Verbesserungen? Neue Kunden, neue Geschäftsbereiche, höhere Umsätze? Einsparungen oder Verbesserungen im Bereich Energie, Zeit und/oder Personal?</li> </ul> <p>Sind Sie mit den Auswirkungen zufrieden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Würden Sie sagen, das Projekt hat sich für</li> </ul>	<p>Auswirkungen der Digitalisierung</p>

<p>Ihr Unternehmen gelohnt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falls nein oder unsicher: Was würden Sie künftig anders machen?</li> </ul>	
<p>Wie würden Sie den Digitalisierungsgrad der Unternehmen, die Sie in den letzten 6 Monaten begleitet haben, auf einer Skala vom 1 (wenig digital) bis 5 (sehr digital) bestimmen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wie schätzen Sie den Reifegrad ein, den ein Unternehmen mindestens haben müsste, um das Digitalisierungsprojekt (um das es dann geht, wenn festgelegt) zu implementieren?</li> <li>Warum entscheiden sich einige Unternehmen für einen geringeren Digitalisierungsgrad? Was sind Gründe dafür?</li> </ul>	<p>(Selbst-)einschätzung Reifegrad des Unternehmens? Bzw. der nötige Grad, um die Lösung zu implementieren. Gibt es hier vielleicht Abweichungen zwischen Potenzial und tatsächlicher Umsetzung? Warum?</p>
<p>Wie kann die Akzeptanz von Mitarbeitern bei der Umsetzung von Digitalisierungsprojekten gesteigert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Rolle spielte Akzeptanz bei Projekt XXX?</li> <li>Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um Mitarbeiter einzubinden?</li> </ul>	<p>Rolle von Akzeptanz</p>
<p>Was sind Hemmnisse von Digitalisierungsprojekten im Mittelstand?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Hemmnisse spielten bei dem Projekt eine wichtige Rolle?</li> </ul>	<p>Hemmnisse</p>
<p>Was sind die Erfolgsfaktoren von gelungenen Digitalisierungsprojekten?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Welche Erfolgsfaktoren spielten bei dem Projekt eine wichtige Rolle?</li> <li>Gibt es notwendige Voraussetzungen oder Know-how im Unternehmen, um Projekt XXX durchzuführen?</li> </ul>	<p>Erfolgsfaktoren</p>
<p>Welche digitalen Technologien werden in den nächsten 5 Jahren besonders relevant sein für Ihr Unternehmen?</p>	<p>Ausblick / Trends /Abschluss</p>
<p><b>Verabschiedung:</b></p> <p>Vielen Dank für das Gespräch!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Falls Sie im Nachgang noch etwas ergänzen möchten, melden Sie sich gerne bei mir.</li> <li>Können wir uns im Nachgang auch melden, falls wir noch weitere Fragen haben?</li> </ul>	<p>Ende/ Verabschiedung</p>

Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 406: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:  
Kapazitätsmechanismen – Internationale Erfahrungen, April 2016
- Nr. 407: Annette Hillebrand, Petra Junk:  
Paketshops im Wettbewerb, April 2016
- Nr. 408: Tseveen Gantumur, Iris Henseler-Unger, Karl-Heinz Neumann:  
Wohlfahrtsökonomische Effekte einer Pure LRIC - Regulierung von Terminierungsentgelten, Mai 2016
- Nr. 409: René Arnold, Christian Hildebrandt, Martin Waldburger:  
Der Markt für Over-The-Top Dienste in Deutschland, Juni 2016
- Nr. 410: Christian Hildebrandt, Lorenz Nett:  
Die Marktanalyse im Kontext von mehrseitigen Online-Plattformen, Juni 2016
- Nr. 411: Tseveen Gantumur, Ulrich Stumpf:  
NGA-Infrastrukturen, Märkte und Regulierungsregime in ausgewählten Ländern, Juni 2016
- Nr. 412: Alex Dieke, Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
UPU-Endvergütungen und internationaler E-Commerce, September 2016 (in deutscher und englischer Sprache verfügbar)
- Nr. 413: Sebastian Tenbrock, René Arnold:  
Die Bedeutung von Telekommunikation in intelligent vernetzten PKW, Oktober 2016
- Nr. 414: Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Big Data und OTT-Geschäftsmodelle sowie daraus resultierende Wettbewerbsprobleme und Herausforderungen bei Datenschutz und Verbraucherschutz, November 2016
- Nr. 415: J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Ansätze zur Messung der Performance im Best-Effort-Internet, November 2016
- Nr. 416: Lorenz Nett, Christian Hildebrandt:  
Marktabgrenzung und Marktmacht bei OTT-0 und OTT-1-Diensten, Eine Projektskizze am Beispiel von Instant-Messenger-Diensten, Januar 2017
- Nr. 417: Peter Kroon:  
Maßnahmen zur Verhinderung von Preis-Kosten-Scheren für NGA-basierte Dienste, Juni 2017
- Nr. 419: Stefano Lucidi:  
Analyse marktstruktureller Kriterien und Diskussion regulatorischer Handlungsoptionen bei engen Oligopolen, April 2017
- Nr. 420: J. Scott Marcus, Christian Wernick, Tseveen Gantumur, Christin Gries:  
Ökonomische Chancen und Risiken einer weitreichenden Harmonisierung und Zentralisierung der TK-Regulierung in Europa, Juni 2017
- Nr. 421: Lorenz Nett:  
Incentive Auctions als ein neues Instrument des Frequenzmanagements, Juli 2017
- Nr. 422: Christin Gries, Christian Wernick:  
Bedeutung der embedded SIM (eSIM) für Wettbewerb und Verbraucher im Mobilfunkmarkt, August 2017
- Nr. 423: Fabian Queder, Nicole Angenendt, Christian Wernick:  
Bedeutung und Entwicklungsperspektiven von öffentlichen WLAN-Netzen in Deutschland, Dezember 2017
- Nr. 424: Stefano Lucidi, Bernd Sörries, Sonja Thiele:  
Wirksamkeit sektorspezifischer Verbraucherschutzregelungen in Deutschland, Januar 2018
- Nr. 425: Bernd Sörries, Lorenz Nett:  
Frequenzpolitische Herausforderungen durch das Internet der Dinge - künftiger Frequenzbedarf durch M2M-Kommunikation und frequenzpolitische Handlungsempfehlungen, März 2018

- Nr. 426: Saskja Schäfer, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Stephan Schmitt:  
Zugang zu gebäudeinterner Infrastruktur und adäquate Bepreisung, April 2018
- Nr. 427: Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Marktbeobachtung in der digitalen Wirtschaft – Ein Modell zur Analyse von Online-Plattformen, Mai 2018
- Nr. 428: Christin Gries, Christian Wernick:  
Treiber und Hemmnisse für kommerziell verhandelten Zugang zu alternativen FTTB/H-Netzinfrastrukturen, Juli 2018
- Nr. 429: Serpil Taş, René Arnold:  
Breitbandinfrastrukturen und die künftige Nutzung von audiovisuellen Inhalten in Deutschland: Herausforderungen für Kapazitätsmanagement und Netzneutralität, August 2018
- Nr. 430: Sebastian Tenbrock, Sonia Strube Martins, Christian Wernick, Fabian Queder, Iris Henseler-Unger:  
Co-Invest Modelle zum Aufbau von neuen FTTB/H-Netzinfrastrukturen, August 2018
- Nr. 431: Johanna Bott, Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Die Nutzung von Daten durch OTT-Dienste zur Abschöpfung von Aufmerksamkeit und Zahlungsbereitschaft: Implikationen für Daten- und Verbraucherschutz, Oktober 2018
- Nr. 432: Petra Junk, Antonia Niederprüm:  
Warenversand im Briefnetz, Oktober 2018
- Nr. 433: Christian M. Bender, Annette Hildebrandt:  
Auswirkungen der Digitalisierung auf die Zustelllogistik, Oktober 2018
- Nr. 434: Antonia Niederprüm:  
Hybridpost in Deutschland, Oktober 2018
- Nr. 436: Petra Junk:  
Digitalisierung und Briefsubstitution: Erfahrungen in Europa und Schlussfolgerungen für Deutschland, Oktober 2018
- Nr. 437: Peter Kroon, René Arnold:  
Die Bedeutung von Interoperabilität in der digitalen Welt – Neue Herausforderungen in der interpersonellen Kommunikation, Dezember 2018
- Nr. 438: Stefano Lucidi, Bernd Sörries:  
Auswirkung von Bündelprodukten auf den Wettbewerb, März 2019
- Nr. 439: Christian M. Bender, Sonja Thiele:  
Der deutsche Postmarkt als Infrastruktur für europäischen E-Commerce, April 2019
- Nr. 440: Serpil Taş, René Arnold:  
Auswirkungen von OTT-1-Diensten auf das Kommunikationsverhalten – Eine nachfrageseitige Betrachtung, Juni 2019
- Nr. 441: Serpil Taş, Christian Hildebrandt, René Arnold:  
Sprachassistenten in Deutschland, Juni 2019
- Nr. 442: Fabian Queder, Marcus Stronzik, Christian Wernick:  
Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTP-Infrastrukturen in Europa, Juni 2019
- Nr. 443: Lorenz Nett, Bernd Sörries:  
Infrastruktur-Sharing und 5G: Anforderungen an Regulierung, neue wettbewerbliche Konstellationen, Juli 2019
- Nr. 444: Pirmin Puhl, Martin Lundborg:  
Breitbandzugang über Satellit in Deutschland – Stand der Marktentwicklung und Entwicklungsperspektiven, Juli 2019
- Nr. 445: Bernd Sörries, Marcus Stronzik, Sebastian Tenbrock, Christian Wernick, Matthias Wissner:  
Die ökonomische Relevanz und Entwicklungsperspektiven von Blockchain: Analysen für den Telekommunikations- und Energiemarkt, August 2019
- Nr. 446: Petra Junk, Julia Wielgosch:  
City-Logistik für den Paketmarkt, August 2019

- Nr. 447: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Entwicklung des Effizienzvergleichs in Richtung Smart Grids, September 2019
- Nr. 448: Christian M. Bender, Antonia Niederprüm:  
Berichts- und Anzeigepflichten der Unternehmen und mögliche Weiterentwicklungen der zugrundeliegenden Rechtsnormen im Postbereich, September 2019
- Nr. 449: Ahmed Elbanna unter Mitwirkung von Fabian Eltges:  
5G Status Studie: Herausforderungen, Standardisierung, Netzarchitektur und geplante Netzentwicklung, Oktober 2019
- Nr. 450: Stefano Lucidi, Bernd Sörries:  
Internationale Vergleichsstudie bezüglich der Anwendung und Umsetzung des Nachbildbarkeitsansatzes, Dezember 2019
- Nr. 451: Matthias Franken, Matthias Wissner, Bernd Sörries:  
Entwicklung der funkbasierten Digitalisierung in der Industrie, Energiewirtschaft und Landwirtschaft und spezifische Frequenzbedarfe, Dezember 2019
- Nr. 452: Bernd Sörries, Lorenz Nett:  
Frequenzmanagement: Lokale/regionale Anwendungsfälle bei 5G für bundesweite Mobilfunknetzbetreiber sowie für regionale und lokale Betreiber unter besonderer Betrachtung der europäischen Länder sowie von China, Südkorea und den Vereinigten Staaten von Amerika, Dezember 2019
- Nr. 453: Martin Lundborg, Christian Märkel, Lisa Schrade-Grytsenko, Peter Stamm:  
Künstliche Intelligenz im Telekommunikationssektor – Bedeutung, Entwicklungsperspektiven und regulatorische Implikationen, Dezember 2019
- Nr. 454: Fabian Eltges, Petra Junk:  
Entwicklungstrends im Markt für Zeitungen und Zeitschriften, Dezember 2019
- Nr. 455: Christin Gries, Julian Knips, Christian Wernick:  
Mobilfunkgestützte M2M-Kommunikation in Deutschland – zukünftige Marktentwicklung und Nummerierungsbedarf, Dezember 2019
- Nr. 456: Menessa Ricarda Braun, Christian Wernick, Thomas Plückebaum, Martin Ockenfels:  
Parallele Glasfaserausbauten auf Basis von Mitverlegung und Mitnutzung gemäß DigiNetzG als Möglichkeiten zur Schaffung von Infrastrukturwettbewerb, Dezember 2019
- Nr. 457: Thomas Plückebaum, Martin Ockenfels:  
Kosten und andere Hemmnisse der Migration von Kupfer- auf Glasfasernetze, Februar 2020
- Nr. 458: Andrea Liebe, Jonathan Lennartz, René Arnold:  
Strategische Ausrichtung bedeutender Anbieter von Internetplattformen, Februar 2020
- Nr. 459: Sebastian Tenbrock, Julian Knips, Christian Wernick:  
Status quo der Abschaltung der Kupfernetzinfrastruktur in der EU, März 2020
- Nr. 460: Stefano Lucidi, Martin Ockenfels, Bernd Sörries:  
Anhaltspunkte für die Replizierbarkeit von NGA-Anschlüssen im Rahmen des Art. 61 Abs. 3 EKEK, März 2020
- Nr. 461: Fabian Eltges, Gabriele Kulenkampff, Thomas Plückebaum, Desislava Sabeva:  
SDN/NFV und ihre Auswirkungen auf die Kosten von Mobilfunk und Festnetz im regulatorischen Kontext, März 2020
- Nr. 462: Lukas Wiewiorra, Andrea Liebe, Serpil Taş:  
Die wettbewerbliche Bedeutung von Single-Sign-On- bzw. Login-Diensten und ihre Relevanz für datenbasierte Geschäftsmodelle sowie den Datenschutz, Juni 2020
- Nr. 463: Bernd Sörries, Lorenz Nett, Matthias Wissner:  
Die Negativauktion als ein Instrument zur Versorgung weißer Flecken mit Mobilfunkdiensten, Dezember 2020

- Nr. 464: Sebastian Tenbrock, Christian Wernick:  
Incumbents als Nachfrager von Vorleistungen auf FTTB/H-Netzen, Dezember 2020
- Nr. 465: Marcus Stronzik, Gonzalo Zuloaga:  
Empirische Untersuchung der FTTB/H-Ausbauaktivität im europäischen Vergleich, Dezember 2020
- Nr. 466: Antonia Niederprüm mit Unterstützung von Gonzalo Zuloaga und Willem van Lienden:  
Verbundproduktion im Zustellmarkt: Briefnetze mit Paketen oder Paketnetze mit Briefen?, Dezember 2020
- Nr. 467: Serpil Taş, Lukas Wiewiorra (in Zusammenarbeit mit dem Weizenbaum-Institut):  
Multihoming bei Plattformdiensten – Eine nachfrageseitige Betrachtung, Dezember 2020
- Nr. 468: Menessa Ricarda Braun, Julian Knips, Christian Wernick:  
Die Angebotsentwicklung auf dem deutschen Mobilfunkmarkt 2017-2020, Dezember 2020
- Nr. 469: Isabel Gull, Lisa Schrade-Grytsenko, Martin Lundborg:  
Cloud-Lösungen und KI-as-a-Service – Aktuelle und potenzielle Anwendungsszenarien und Marktentwicklungen, Dezember 2020
- Nr. 470: Bernd Sörries, Matthias Franken, Dajan Baischew, Stefano Lucidi:  
Einfluss von Versorgungsaufgaben auf die Mobilfunkabdeckung in der EU, Dezember 2020
- Nr. 471: Julian Knips, Christin Gries, Christian Wernick:  
Consumer-IoT in Deutschland – Anwendungsbereiche und möglicher Regelungsbedarf, Dezember 2020
- Nr. 472: Saskja Schäfer, Ahmed Elbanna, Werner Neu, Thomas Plückerbaum:  
Mögliche Einsparungspotentiale beim Ausbau von 5G durch Infrastructure Sharing, Dezember 2020
- Nr. 473: Gabriele Kulenkampff, Martin Ockenfels, Konrad Zoz, Gonzalo Zuloaga:  
Kosten von Breitband-Zugangsnetzen, Clusterbildung und Investitionsbedarf unter Berücksichtigung des bestehenden Ausbaus – bottom-up Modellierung und statistische Analyse –, Dezember 2020
- Nr. 474: Lorenz Nett, Bernd Sörries:  
Ausgestaltung und Umsetzung eines Universaldienstregimes (insbesondere mit Blick auf die Realisierung einer Versorgung mit schnellem Internet) in anderen Ländern, November 2021
- Nr. 475: Christin-Isabel Gries, Martin Lundborg, Peter Stamm:  
Digitale Arbeitswelten im Mittelstand - Auswertung von Studien zu Arbeit 4.0, November 2021
- Nr. 476: Menessa Ricarda Braun, Julian Knips, Christian Wernick:  
Analyse der Angebotsentwicklung für leitungsgebundene Breitbanddienste für Privatkunden im deutschen Festnetzmarkt von 2017-2020, Dezember 2021
- Nr. 477: Christian Märkel, Marcus Stronzik, Martin Simons, Matthias Wissner, Martin Lundborg:  
Einsatz von Blockchain in KMU: Chancen & Hemmnisse, Dezember 2021
- Nr. 478: Matthias Wissner, Ahmed Elbanna, Bernd Sörries, Thomas Plückerbaum:  
Open RAN und SDN/NFV: Perspektiven, Optionen, Restriktionen und Herausforderungen, Dezember 2021
- Nr. 479: Dajan Baischew, Ahmed Elbanna, Stefano Lucidi, Bernd Sörries, Thomas Plückerbaum:  
Die Grundzüge von 6G, Dezember 2021
- Nr. 480: Marie-Christin Papen, Martin Lundborg, Sebastian Tenbrock:  
360-Grad-Überblick über den Digitalisierungsstand in KMU, Dezember 2021



**ISSN 1865-8997**