



DLR Projektträger

# Zukünftige Unterstützungsbedarfe des Mittelstandes in der digitalen Transformation

Studie für den DLR Projektträger im Rahmen der Projektträgerschaft „Mittelstand-Digital“



Projektträger für das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

# Bedarfsermittlung Zukunft Mittelstand-Digital Vergabenummer 331-2022-15 PT 6681119

Studie für den DLR Projektträger im Rahmen der  
Projektträgerschaft „Mittelstand-Digital“

26.02.2024

Studie



### Impressum

© 2024

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)  
Linder Höhe  
51147 Köln

Verantwortlich:

IW Consult GmbH  
Konrad-Adenauer-Ufer 21  
50668 Köln  
Tel.: +49 221 4981-726  
[www.iwconsult.de](http://www.iwconsult.de)

Autoren: Thorsten Lang unter Mitarbeit von Fabian Meeßen, Pascal Singler

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 6809-386  
<https://www.isi.fraunhofer.de/>

Autoren: Christian Lerch, Elna Schirrmeister, Angela Jäger, Daniel Berner, Philipp Köbe

Bildnachweise

Titelseite/Schlussseite: metamorworks/Shutterstock.com

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Management Summary</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Auftrag und Fragestellung</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Stand der Digitalisierung im Mittelstand</b> .....	<b>16</b>
3.1	Ziele bei der Digitalisierung des Mittelstands .....	16
3.2	Verbreitung der Digitalisierung im Mittelstand.....	20
3.3	Bisherige Förderung der Digitalisierung des Mittelstands .....	31
<b>4</b>	<b>Herausforderungen im Mittelstand</b> .....	<b>37</b>
4.1	Sich veränderndes Umfeld im Mittelstand .....	38
4.2	Technologievielfalt.....	44
4.3	Beitrag der Digitalisierung zur Nachhaltigkeit .....	49
<b>5</b>	<b>Hemmnisse der Digitalisierung im Mittelstand</b> .....	<b>59</b>
5.1	Allgemeine Hemmnisse .....	59
5.2	Hemmnisse in der Industrie.....	62
5.3	Hemmnisse im Handwerk und der Bauwirtschaft.....	66
5.4	Hemmnisse bei wirtschafts-/industrienahen Dienstleistern .....	67
5.5	Hemmnisse bei gesellschaftsnahen Dienstleistern/Handel .....	73
<b>6</b>	<b>Identifizierung von Förderlücken</b> .....	<b>77</b>
6.1	Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen.....	77
6.2	Bestehende Förderung .....	87
6.3	Mögliche Lücken in der Förderung .....	91
<b>7</b>	<b>Ansätze zur Stärkung der Digitalisierung</b> .....	<b>101</b>
7.1	Ausgangslage .....	101
7.2	Verbesserungen der Rahmenbedingungen .....	103
7.3	Stärkung der Förderung.....	105
<b>8</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>111</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Bandbreite ortsfester Internetanschlüsse in Deutschland .....	18
Abbildung 3-2: Glasfaseranschlüsse im internationalen Vergleich.....	19
Abbildung 3-3: Fortschritte bei der Verbreitung digitaler Technologien in der deutschen Wirtschaft .....	20
Abbildung 3-4: Entwicklung der Digitalisierung nach Größenklassen.....	23
Abbildung 3-5: Einsatz digitaler Technologien nach Größenklasse in 2020.....	24
Abbildung 3-6: Entwicklung der Digitalisierung (I4.0-Readiness) im industriellen Mittelstand zwischen 2015 und 2022 .....	26
Abbildung 3-7: Abgeschlossene Digitalisierungsvorhaben nach Unternehmensgröße .....	27
Abbildung 3-8: Mittelständische Innovatoren setzten digitale Technologien bereits ein .....	28
Abbildung 3-9: Merkmale der Vorreiter der Digitalisierung .....	29
Abbildung 3-10: Idealtypische Diffusionskurve und Risiko für Unternehmen.....	31
Abbildung 3-11: Struktur Mittelstand-Digital.....	32
Abbildung 4-1: Rahmenbedingungen, Trends, Anpassungen auf Unternehmensebene.....	38
Abbildung 4-2: Radical Technology Inquirer .....	41
Abbildung 4-3: Einfluss von Trends auf das Geschäftsmodell von Unternehmen .....	43
Abbildung 4-4: Einfluss der Digitalisierung auf das Geschäftsmodell nach Unternehmenstypen.....	44
Abbildung 4-5: Hoher technologischer Reifegrad der meisten digitalen Technologien .....	46
Abbildung 4-6: Gründe für die Digitalisierung in bereits digitalisierten Unternehmen.....	52
Abbildung 4-7: Erreichte Ziele durch Digitalisierung.....	53
Abbildung 4-8: Arbeitsproduktivität im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness ....	55
Abbildung 4-9: Nutzung nachhaltiger Produktionstechnologien im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness .....	56
Abbildung 4-10: Schulungs- und Weiterbildungsangebote im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness.....	58
Abbildung 5-1: Fehlende Relevanz nicht Ursache für schleppende Digitalisierung.....	60
Abbildung 5-2: Art der Hemmnisse in der Industrie bei allen Unternehmen und digitalen Vorreitern	63
Abbildung 5-3: Digitalisierungsindex 2023 nach Sektoren.....	68
Abbildung 5-4: Art der Hemmnisse im Bereich wirtschafts-/industriennahe Dienstleister.....	69
Abbildung 5-5: Hemmnisse der Digitalisierung aus Sicht der Unternehmen.....	70
Abbildung 5-6: Motive der Digitalisierung wirtschaftsnaher Dienstleister.....	72
Abbildung 5-7: Bekanntheitsgrad digitaler Technologien in gesellschaftsnahen Dienstleistungen geringer.....	74
Abbildung 6-1: Unternehmenstypen im Mittelstand.....	79
Abbildung 6-2: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Vorhandensein einer IT-Fachkraft .....	80
Abbildung 6-3: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Innovationskraft .....	81
Abbildung 6-4: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Anlagenintensität .....	82
Abbildung 6-5: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und IT-Fachkraft.....	84
Abbildung 6-6: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und Innovationsstärke .....	85
Abbildung 6-7: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und Anlagenintensität.....	86
Abbildung 6-8: Genannte Förderbereiche (neben Digitalisierung).....	88
Abbildung 6-9: Geografische Verteilung der Mittelstand-Digital Zentren .....	89

Abbildung 6-10: Beispiele für Angebote und Informationsvielfalt (und Unübersichtlichkeit) der Mittelstand-Digital Zentren.....	93
Abbildung 6-11: Beispiel praxisnahes Experimentiercenter .....	96
Abbildung 6-12: Übersicht Förderlücken .....	100
Abbildung 7-1: Ausgangslage im Mittelstand .....	103
Abbildung 7-2: Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung im Mittelstand.....	105

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Entwicklung Deutschland bei DESI-Indikatoren .....	17
Tabelle 3-2: Digitalisierungsstand nach Technologie .....	21
Tabelle 3-3: Wer taugt als Vorbild bei KI? .....	22
Tabelle 3-4: European Digital Innovation Hub (EDIH) in Deutschland .....	33
Tabelle 4-1: Einsatzfelder von digitalen Schlüsseltechnologien .....	47
Tabelle 5-1: Hemmnisse der Digitalisierung von Industrieunternehmen .....	65
Tabelle 6-1: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei Quick Wins der Digitalisierung .....	92
Tabelle 6-2: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei der Digitalisierung komplexer Prozesse .....	95
Tabelle 6-3: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei der Digitalisierung von Geschäftsmodellen.....	97



# 1 Management Summary

## Fragestellung und Methodik

Diese Studie im Auftrag des DLR-PT untersucht ergebnisoffen die Herausforderungen und Bedarfe des Mittelstands bei der Digitalisierung. Sie geht verschiedenen Fragestellungen nach:

- ▶ Wie ist der Stand der Digitalisierung im Mittelstand? Welche Unterschiede gibt es? Wie wird die Digitalisierung im Mittelstand vorangetrieben?
- ▶ Vor welchen zukünftigen, absehbaren Herausforderungen steht „der Mittelstand“ bis circa zum Jahr 2030? Welche digitalen Technologien sind für den Mittelstand relevant? Welchen Beitrag leistet die Digitalisierung zur Nachhaltigkeit?
- ▶ Welche Hemmnisse lassen sich bei der Digitalisierung im Mittelstand feststellen?
- ▶ Welche Förderbedarfe gibt es aus Sicht der Unternehmen in den nächsten Jahren? Welche Förderungen gibt es bereits? Gibt es vor diesem Hintergrund Lücken bei der Förderung der Digitalisierung im Mittelstand?
- ▶ Welche Ansätze gibt es zur zukünftigen Stärkung der Digitalisierung im Mittelstand?

Die Ausgangsthese für diese Studie lautete, dass der Mittelstand sehr heterogen ist und es deshalb unterschiedliche Herausforderungen und Bedarfe gibt. Die Studie analysiert die Fragestellungen mit verschiedenen Methoden, wie einer Literaturanalyse, Auswertungen verschiedener Wellen des IW-Zukunftspanels und des IW-Personalpanels der IW Consult und des Instituts der deutschen Wirtschaft sowie auf verschiedenen Wellen der Fraunhofer ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion*. Aus den Ergebnissen wurden Thesen für einen umfassenden Stakeholderdialog (21 Interviews und 4 Workshops) abgeleitet. Um die Heterogenität im Mittelstand abzubilden, wurden im Stakeholderdialog vier Gruppen unterschieden: die Industrie, das Handwerk und die Bauwirtschaft, die wirtschafts-/industrienahen Dienstleister sowie gesellschaftsnahe Dienstleister und Handel.

## Stand der Digitalisierung

Beim Stand der Digitalisierung sind im Mittelstand seit dem Jahr 2015 Fortschritte zu beobachten. Gleichzeitig gibt es ein erhebliches Größengefälle, wobei größere Unternehmen deutlich weiter bei der Digitalisierung sind. Zudem ist der Mittelstand in anderen europäischen Ländern teils erheblich weiter. In Deutschland gibt es aber auch innerhalb des Mittelstands und den verschiedenen Bereichen der Digitalisierung sehr große Unterschiede, die sich in den Befragungsergebnissen und im Stakeholderdialog gezeigt haben:



- ▶ Mittelstand ist nicht gleich Mittelstand. Innovationsstarke Unternehmen im Mittelstand sind mit der Digitalisierung deutlich weiter fortgeschritten als nicht innovative Unternehmen. Industrieunternehmen setzen – anders als Dienstleistungsunternehmen – in ihren Produktionsprozessen verschiedene Maschinen und Anlagen ein, weshalb viele Schnittstellenprobleme zu lösen sind. Aufgrund der daraus resultierenden höheren Komplexität sind die anlagenintensiveren Industrieunternehmen bei der Digitalisierung meist weniger weit als Dienstleistungsunternehmen, die allein durch die Einführung einer Software ihr Geschäft digitalisieren können.
- ▶ Digitalisierung ist nicht gleich Digitalisierung: Es können unterschiedliche Formen der Digitalisierung unterschieden werden. Während einfacher zu implementierende Lösungen als Quick Wins in vielen Fällen bereits realisiert sind, ist die Digitalisierung komplexerer Prozesse oder die Einführung digitaler Geschäftsmodelle und Produkte weniger weit vorangeschritten. Diese höheren Stufen der Digitalisierung stellen die Unternehmen vor größere Herausforderungen und können nur erreicht werden, wenn die Unternehmen diese Herausforderungen bewältigen können.

### Herausforderungen im Mittelstand

Das Umfeld des Mittelstands verändert sich ständig und zieht Anpassungen auf Unternehmensebene nach sich. Die Digitalisierung ist dabei ein wirkungsmächtiger Trend, der das Umfeld der Unternehmen verändert. Einerseits haben innovative Unternehmen die Chance, neue Wege zu gehen und ihre Prozesse und Produkte voranzutreiben. Andererseits sind auch weniger innovative Unternehmen von der Digitalisierung betroffen: Wenn die Konkurrenten durch die Digitalisierung ihre Prozesse und Produkte innovieren und so neue Wettbewerbsvorteile erzielen, wäre ihre Wettbewerbsfähigkeit ohne weitere Anpassungen gefährdet. Gleichzeitig wirken aber auch weitere Trends auf die Unternehmen, sodass die zukunftsgerichteten Entscheidungen vielen Einflüssen unterliegen. Die Besonderheit der Digitalisierung liegt darin, dass sie als Werkzeug auch zur Lösung anderer Herausforderungen, wie der Ressourceneffizienz oder des Fachkräftemangels, dienen kann. Die Zukunftsforschung versucht seit Langem, die zukünftigen, absehbaren Herausforderungen zu erfassen. Gleichwohl stellt sich diese Bestandsaufnahme in der Rückschau oftmals als Momentaufnahme dar, die einerseits viel Unwichtiges enthält, aber auch sehr Wichtiges übersehen hat. Insofern ist es unmöglich, die Frage zu beantworten, vor welchen gesicherten Herausforderungen „der Mittelstand“ bis circa zum Jahr 2030 steht. Unternehmensbefragungen zeigen aber, dass die Unternehmen nicht nur vor einer, sondern vor mehreren Herausforderungen bei der Bewältigung der Zukunft stehen. Während bei den Dienstleistern die Digitalisierung auf die weitere größte Herausforderung, den in Zukunft immer stärker auftretenden Fachkräftemangel, einzahlt, sehen sich Industrieunternehmen weiteren Herausforderungen gegenüber, wie der Sicherung der Energie- und Rohstoffversorgung und der ökologischen Nachhaltigkeit, die in den nächsten Jahren wichtige Herausforderungen bleiben werden. Zwar kann die Digitalisierung als Werkzeug auch hier einen Beitrag zur Lösung der Herausforderungen liefern, gleichwohl werden digitale Lösungen damit deutlich komplexer, wenn damit mehrere Ziele gleichzeitig verfolgt werden.

Die Frage, welche digitalen Technologien für „den Mittelstand“ zukünftig relevant sind, lässt sich nicht pauschal beantworten. In den Befragungsergebnissen hat sich gezeigt, dass digitale Technologien häufig zur Sicherung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit eingesetzt werden. Durch welche digitale Technologie dies in Zukunft gelingen kann, ist eine höchst unternehmensindividuelle Entscheidung. Gleichzeitig lässt sich aber festhalten, dass die technologische Reife vieler digitaler Technologien seit dem Jahr 2015 deutlich vorangeschritten ist, sodass in Teilen heute schon mehr Standardtechnologien auch für komplexe Herausforderungen und Vorhaben existieren. So sind Gigabit-WLAN oder Distributed Cloud inzwischen breit adaptiert und heutiger Standard. Gleichwohl gibt es immer noch eine hohe Dynamik bei der technischen Weiterentwicklung, weshalb in Zukunft immer wieder neue Technologien zur Verfügung stehen, bei denen die Unsicherheit über den wirtschaftlichen Nutzen sehr hoch ist.

## Hemmnisse der Digitalisierung im Mittelstand

Die Hemmnisse bei der Digitalisierung im Mittelstand sind vielfältig, wie die Ergebnisse der Literatur, der Befragungen und des Stakeholderdialogs zeigen. Die Befragungsergebnisse zeigen, dass für einen kleinen Teil der Unternehmen die Digitalisierung nicht relevant ist. Auch aus Sicht der Stakeholder gibt es einen kleineren Anteil an Unternehmen, die nicht digitalisieren wollen. Diese Unternehmen können auch in Zukunft mit keinerlei Förderung erreicht werden. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber, dass die Mehrheit der Unternehmen für die Digitalisierung zugänglich ist. Hier sind es andere Hemmnisse, die sie bislang von einer weiterreichenden Digitalisierung abhalten. Anders als noch im Jahr 2015 spielen Mängel bei der digitalen Infrastruktur heute eine geringere Rolle. Hier hat es in den vergangenen Jahren erhebliche Fortschritte gegeben, auch wenn es immer noch Probleme vor allem in ländlichen Räumen gibt und der Glasfaserausbau zu langsam vorankommt. Hemmend hat sich auch die nur langsame Digitalisierung öffentlicher Dienstleistungen ausgewirkt. In Ländern, in denen die Wirtschaft bereits stärker digitalisiert ist, findet sich auch eine weit fortgeschrittene Digitalisierung der Verwaltung. Neben diesen allgemeinen Hemmnissen konnten anhand der Befragungen und des Stakeholderdialogs weitere Hemmnisse identifiziert werden:

- ▶ In der Industrie haben die Expertinnen und Experten im Stakeholderprozess unter anderem darauf hingewiesen, dass Industrieunternehmen neben der Digitalisierung mit anderen, dringlicheren Problemen beschäftigt seien, wie Lieferkettenproblemen. Die Digitalisierung liefert hier zwar auch Lösungen wie zum Beispiel digital gestütztes Supply Chain Risk Management, allerdings wäre die Zeitschiene einer digitalen Lösung deutlich länger. Außerdem bedeute Digitalisierung in der Industrie nicht nur die Einführung einer Software, sondern das Vernetzen verschiedenster Bereiche. Aufgrund einer höheren Anlagenintensität seien mehr Schnittstellenproblematiken zu lösen. Deshalb falle die Komplexität der Digitalisierung schnell auch bei Standardtools höher aus.
- ▶ Im Handwerk und der Bauwirtschaft scheitern Digitalisierungsprojekte oftmals am Mangel an Zeit und Ressourcen. Die Digitalisierung hänge in diesem Bereich oftmals an wenigen Personen, die bereits bei der Auswahl einer geeigneten Standardlösung überfordert seien. Zudem sei die Digitalisierung kein Selbstzweck. Vielmehr müsse den Betrieben klar sein, wie sie durch digitale Lösungen schneller und besser werden könnten. Außerdem seien nur wenige digitale Technologien derzeit relevant. Zudem würden in diesem Bereich nur wenige Kommunikationskanäle wahrgenommen, weshalb weitere Informationsangebote abseits dieser Kanäle wenig zielführend seien.
- ▶ Im Bereich wirtschafts-/industrienaher Dienstleister ist die Digitalisierung in Deutschland weiter vorangeschritten als in allen anderen Wirtschaftsbereichen. Dies gilt für die unternehmensnahen Dienstleister, vor allem aber für den Bereich IKT. Dies liege auch daran, dass bei wirtschaftsnahen Dienstleistern die Digitalisierung häufiger über die Einführung einer Software erfolgt, während in der Industrie auch bestehende Anlagen umgerüstet werden müssen. Bei den Hemmnissen nennen die wirtschaftsnahen Dienstleister vor allem rechtliche Hürden. Dies gilt für die digitalen Vorreiter noch häufiger als für alle wirtschaftsnahen Dienstleister. Dagegen weisen die digitalen Vorreiter deutlich seltener technische Hürden auf als alle Unternehmen. Im Stakeholderworkshop wurde betont, dass die Nutzung von Standardtools in den wirtschafts-/industrienahen Dienstleistungen oft kein Problem sei. Allerdings täten sich auch hier kleine und mittlere Unternehmen schwer, weiterführende Technologien einzusetzen. Bei Technologien, die sich in einer frühen Phase befinden, sehen die Expertinnen und Experten größere Risiken, die sich hemmend auswirken können.
- ▶ Im Bereich gesellschaftsnaher Dienstleistungen/Handel sehen die Expertinnen und Experten weniger ein Hemmnis beim Wissen zu digitalen Technologien, zumal hier Informationsangebote durch die Mittelstand-Digital Zentren vorliegen. Vielmehr seien die fehlenden Kapazitäten entscheidend. Gerade bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern, zu denen unter anderem der Einzelhandel, das Gastgewerbe oder auch Kultur und Unterhaltung zählen, würden viele kleinere An-

bieter unter einem permanenten Zeitmangel leiden. Hier fehle es an Angeboten, die den Mittelstand – auch mit einfachen Tools – konkret in die Umsetzung bringen. In den Förderangeboten müsste daher auch der Faktor knappe Zeit berücksichtigt werden. Im Workshop mit Stakeholdern der gesellschaftsnahen Dienstleister wurde zudem darauf hingewiesen, dass durch die Informationen der Mehrwert der Anwendung von Digitalisierungsmaßnahmen erklärt und der konkrete Use Case aufgezeigt werden sollte.

### Identifizierung von Förderlücken

Bei den Förderbedarfen aus Sicht der Unternehmen sollten die große Heterogenität des Mittelstands sowie unterschiedliche Formen der Digitalisierung berücksichtigt werden. Bei der Einordnung der Hemmnisse zeigt sich, dass sie sich gut in die oben aufgezeigten Einflussfaktoren abseits von Größenklasse und Branche (Vorhandensein einer IT-Fachkraft, Anlagenintensität und Innovationskraft) sowie die Digitalisierungsart (Quick Wins, komplexere Prozesse, digitale Geschäftsmodelle) einordnen lassen. Zudem lassen sich für diese Kategorien die zukünftigen Potenziale der Digitalisierung aufzeigen. Darüber hinaus lassen sich Förderbedarfe für diese Kategorien identifizieren. So weisen Unternehmen ohne eigene IT-Fachkraft – meist sehr kleine Unternehmen – in der Zukunft vor allem bei der Realisierung von Quick Wins Potenziale auf. Gleichwohl fehlen selbst bei der Einführung von Standardtools, die über Plug-and-Play-Lösungen hinausgehen, oftmals Zeit und Ressourcen. Die Digitalisierung komplexerer Prozesse oder die Einführung digitaler Geschäftsmodelle ist in Zukunft von diesen Unternehmen kaum zu erwarten. Innovationsstarke Unternehmen haben dagegen ihr Potenzial bei den Quick Wins in der Regel schon ausgeschöpft. Hier bestehen große zukünftige Potenziale bei der Digitalisierung komplexer Prozesse und der Einführung digitaler Geschäftsmodelle. Dazu benötigen diese Unternehmen die Vermittlung von Kompetenzen, die Reduzierung von Risiken und die Überwindung von Finanzierungsengpässen sowie Experimentierräume abseits der klassischen Forschungsförderung. Anlagenintensive Unternehmen benötigen eine Unterstützung, die bei der Lösung diverser Schnittstellenproblematiken hilft. Bei den weniger innovationsstarken Unternehmen ist zudem das Aufzeigen der Business Cases der Digitalisierung elementar, sollen sie in Zukunft stärker digitalisieren. Zudem können sich Finanzierungsrestriktionen ergeben, weil Banken die Erträge und Risiken der Digitalisierung nicht adäquat einschätzen können.

In Deutschland gibt es zahlreiche Förderangebote für kleine und mittlere Unternehmen im Bereich der Digitalisierung. Wichtige Förderbereiche sind die themenspezifische Förderung von Forschung und Innovation, gefolgt von der Unternehmensfinanzierung. Damit werden einige wichtige Förderbedarfe bereits adressiert. Allerdings richten sich viele Programme eher an innovationsstarke Unternehmen. Aus dem Abgleich der Förderbedarfe und Förderangebote für alle Kategorien haben sich bei den verschiedenen Formen der Digitalisierung Förderlücken gezeigt, die eine zukünftig stärkere Digitalisierung hemmen. Bei den Quick Wins fehlen (Starter-)Programme, die kleinen Unternehmen ohne Zeit und Ressourcen (und ohne IT-Fachkraft) helfen, digitale Lösungen einzuführen. Bei der Einführung komplexerer Lösungen und digitaler Geschäftsmodelle fehlen beispielsweise Alternativen zur klassischen Forschungsförderung, um die Unternehmen beim Experimentieren mit neuen Lösungen zu unterstützen. Dagegen sind zahlreiche Programme vorhanden, die eine (teilweise) Risikoübernahme bei neuen digitalen Technologien leisten oder Forschung und Entwicklung unterstützen.

### Ansätze zur Stärkung der Digitalisierung

Aus den Förderlücken lassen sich verschiedene Ansätze zur zukünftigen Stärkung der Digitalisierung im Mittelstand ableiten. Zunächst gilt es, die allgemeinen Rahmenbedingungen für die Digitalisierung zu stärken:

- ▶ Bei der Breitbandinfrastruktur sollten weitere Lücken im ländlichen Raum geschlossen und die Glasfaserinfrastruktur ausgebaut werden.
- ▶ Die Standardisierung digitaler Lösungen sollte vorangetrieben werden (zum Beispiel einheitliche Schnittstellen und Tools, um die Kosten für das Vorhalten mehrerer Lösungen zu verhindern).
- ▶ In der Regulatorik sollten offene Rechtsfragen schnell geklärt und hemmende Regulierungen vermieden werden.
- ▶ Die Digitalisierung der Verwaltung sollte zeitnah erfolgreich umgesetzt werden. Der Staat sollte voranschreiten, indem er akzeptierte digitale Lösungen einführt, die Bevölkerung auf diesem Weg mitnimmt und ein positives Klima für digitale Lösungen schafft.
- ▶ Die Unternehmen sollten mit Nudging (Defaults, Ease and Convenience) zur Digitalisierung bewegt werden.

Die Förderung des Mittelstands sollte in Zukunft weiter gestärkt werden. Hier bieten sich verschiedene Ansätze:

- ▶ Die Mittelstand-Digital Zentren (MDZ) sollten auch in Zukunft fortgeführt und weiter gestärkt werden. Die MDZ sollten weiterhin über neue technologische Entwicklungen informieren, den Unternehmen Gelegenheit zum Ausprobieren geben und sie schulen. Eine wichtige Zielgruppe sind hier innovationsstarke KMU mit ausreichenden personellen Ressourcen. Damit die neuen technologischen Entwicklungen auch in Zukunft weiter vorangetrieben werden, sind die innovativen Unternehmen über Förderprogramme in der Spitze zu fördern. Insbesondere sollten weiterhin Forschung und Unternehmen zusammengebracht werden. Um auch zukünftig Finanzierungsrestriktionen abzubauen, sollten auch in Zukunft Investitionszuschüsse vergeben werden, um hohe Unsicherheiten abzufedern.
- ▶ Die MDZ können stärker differenziert werden: Leuchttürme sollten sich um neue Technologien oder Themen wie die Dekarbonisierung kümmern und bundesweit agieren. Informations- und Schulungszentren sollten in der Fläche persönliche Kontakte ermöglichen und branchenspezifische und übergreifende Informationen bieten. Die Kompetenzvermittlung sollte regional gestärkt werden. Roll-out-Center könnten sich an kleine Unternehmen ohne viel Zeit und Ressourcen richten. So könnte ein „100.000 KMU-Programm“ als Starterprogramm aufgelegt werden. Ein solches niedrigschwelliges Programm könnte 100.000 Unternehmen den Einstieg in die Digitalisierung ermöglichen. Als Kontaktpunkte kämen Kammern infrage. Neben Einzelberatungen sind hier auch Gruppenberatungen denkbar.
- ▶ Insgesamt sollte die Förderung mehr in die Beratung und Umsetzung kommen. Anknüpfend an die Problemlagen der Unternehmen können Angebote mit Fokus auf die Realisierung von Business Cases gestärkt werden. Mit Bausteinprogrammen können auch mehrstufige Lösungen umgesetzt werden. Neben Beratungen, deren Umfang an der Komplexität der Aufgabe auszurichten wäre, können Umsetzungs- und Lösungsanbieter stärker mit den Unternehmen gematcht werden. Dem Vernetzen von Unternehmen und Lösungsanbietern kommt damit in Zukunft weiterhin eine wichtige Rolle zu.
- ▶ Insgesamt sollte zwischen den Branchen stärker differenziert werden. Spezifischere Angebote für Industrie, Handwerk/Bau, industrie-/wirtschaftsnahe Dienstleister und gesellschaftsnahe Dienstleister/Handel könnten deren spezifische Herausforderungen besser adressieren und die „Sprache der Zielgruppe“ treffen. Hier sind die Evaluierungsergebnisse der Mittelstand-Digital Zentren abzuwarten. Das Ergebnis könnten passendere Beratungsangebote sein, beispielsweise Lösungen für mehrere Herausforderungen in der Industrie, wie zum Beispiel die Steigerung der Ressourceneffizienz und die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, oder für mehr Produktivität im Bauhandwerk. Hier können beispielsweise effizientere Kommunikationsmittel und eine elektronische Zeitaufschreibung erheblich zur Produktivitätssteigerung beitragen, da diese auch sprachliche Barrieren reduzieren helfen.

- ▶ Die Transparenz der bestehenden Förderung sollte in Zukunft erhöht werden. Derzeit gibt es eine unübersichtliche Vielzahl von Förderprogrammen, was zu einer Überforderung der Unternehmen führen kann. Mit einem passenden Tool können Unternehmen schneller zur passenden Förderung geführt werden.
- ▶ Neue, komplexere Lösungen erfordern einen geeigneten Raum zum Experimentieren. Hier könnten abseits der Forschungsförderung Räume/Labs zum einfachen, individuellen Experimentieren geschaffen werden. Ziel ist ein schnelles Ausprobieren neuer Lösungen mit geringerem Risiko.

Insgesamt besteht im deutschen Mittelstand noch viel Potenzial für die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch eine erfolgreiche Digitalisierung. Hier die Unternehmen mit passenden Förderangeboten zu unterstützen, ist der Schlüssel zur Entfaltung dieser Potenziale. Dabei hilft kein einheitlicher Ansatz für alle Unternehmen im Mittelstand. Vielmehr sollten die Besonderheiten und Unterschiede stärker Berücksichtigung finden.

## 2 Auftrag und Fragestellung

Diese Studie im Auftrag des DLR-PT soll ergebnisoffen die Herausforderungen und Bedarfe des Mittelstands bei der Digitalisierung untersuchen. Dabei wird in der Studie verschiedenen Fragestellungen nachgegangen:

- ▷ Wie ist der Stand der Digitalisierung im Mittelstand? Welche Unterschiede gibt es? Wie wird die Digitalisierung im Mittelstand vorangetrieben?
- ▷ Vor welchen zukünftigen, absehbaren Herausforderungen steht „der Mittelstand“ bis circa zum Jahr 2030? Welche digitalen Technologien sind für den Mittelstand relevant? Welchen Beitrag leistet die Digitalisierung zur Nachhaltigkeit?
- ▷ Welche Hemmnisse lassen sich bei der Digitalisierung im Mittelstand feststellen?
- ▷ Welche Förderbedarfe gibt es aus Sicht der Unternehmen in den nächsten Jahren? Welche Förderungen gibt es bereits? Gibt es vor diesem Hintergrund Lücken bei der Förderung der Digitalisierung im Mittelstand?
- ▷ Welche Ansätze gibt es zur Stärkung der Digitalisierung im Mittelstand?

Die Studie analysiert die Fragestellungen mit verschiedenen Methoden. In einer Literaturanalyse sind verschiedene Aspekte der Digitalisierung, insbesondere ihr Beitrag zur Nachhaltigkeit und bestehende Hemmnisse, untersucht worden. Da es um die Digitalisierung von Unternehmen geht, stehen diese im Fokus. Die Ausgangsthese für diese Studie lautete, dass der Mittelstand sehr heterogen ist und es deshalb unterschiedliche Herausforderungen und Bedarfe gibt. Um die Heterogenität abbilden zu können, wurden bestehende empirische Erhebungen gezielt nochmals ausgewertet. Die empirische Analyse basiert vor allem auf Auswertungen der Befragungsergebnisse verschiedener Wellen des IW-Zukunftspanels und des IW-Personalpanels der IW Consult und des Instituts der deutschen Wirtschaft sowie auf verschiedenen Wellen der Fraunhofer ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion*. Aus dieser breiten empirischen Analyse bestehender Datensätze wurden Thesen abgeleitet, die in einen umfassenden Stakeholderdialog eingeflossen sind. Im Stakeholderdialog sind 21 Interviews geführt und 4 Workshops durchgeführt. Neben der Diskussion der Thesen wurden intensiv Hemmnisse und Förderbedarfe eruiert. Um die Heterogenität im Mittelstand abzubilden, wurden vier Gruppen unterschieden: die Industrie, das Handwerk und die Bauwirtschaft, die wirtschafts-/industrienahen Dienstleister sowie gesellschaftsnahe Dienstleister und Handel. Aus diesen Gruppen haben Vertreterinnen und Vertreter aus Unternehmen, Verbänden, Kammern sowie Wissenschaft und Forschung am Stakeholderdialog teilgenommen.

Begriffe wie Mittelstand und kleine und mittlere Unternehmen (KMU) werden in der Diskussion häufig synonym verwendet. Gleichwohl werden diese Begriffe teils unterschiedlich definiert. Definitionen

dienen insbesondere der Wesensbestimmung. Sie sind weder „wahr“ noch „falsch“, sondern allenfalls zweckmäßig beziehungsweise zutreffend (Opp, 2005). Bei den Definitionen können qualitative und quantitative Definitionen unterschieden werden. Nach einer qualitativen Definition des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn ist der Mittelstand durch die Einheit von Eigentum und Leitung definiert (IfM Bonn, 2023a). Allerdings lässt sich der Mittelstand anhand der qualitativen Definition mangels valider Indikatoren nur schwer empirisch fassen. Zur statistischen Erfassung des Mittelstands oder Abgrenzung von Politikbereichen wird in der Literatur daher häufig auf allgemein verfügbare quantitative Kriterien für KMU zurückgegriffen, wie etwa die Umsatzhöhe und die Beschäftigtenzahl. Das IfM Bonn definiert Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten und weniger als 50 Millionen Euro Jahresumsatz als KMU. Innerhalb dieser Unternehmen wird zudem in Anlehnung an die KMU-Definition der EU-Kommission zwischen Kleinstunternehmen (Unternehmen mit bis zu 9 Beschäftigten und bis 2 Millionen Euro Jahresumsatz), kleinen Unternehmen (Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten und einem Jahresumsatz bis 10 Millionen Euro) und mittleren Unternehmen (Unternehmen mit bis zu 499 Beschäftigten und bis 50 Millionen Euro Umsatz) unterschieden (IfM Bonn, 2023b). Die EU-Kommission definiert kleine und mittlere Unternehmen etwas enger: Gemäß einer Kommissionsempfehlung gelten seit dem 1. Januar 2005 solche Unternehmen als KMU, die nicht mehr als 249 Beschäftigte haben und entweder nicht mehr als 50 Millionen Euro Jahresumsatz oder eine Bilanzsumme von maximal 43 Millionen Euro aufweisen. Verflechtungen mit anderen Unternehmen sind dabei zu berücksichtigen (Commission of the European Communities, 2003). Wo immer möglich, wird in dieser Studie der Mittelstand quantitativ als Unternehmen unter 500 Beschäftigten abgegrenzt. Da aber viele Sekundärstatistiken diese Abgrenzung nicht enthalten, werden auch Ergebnisse für bis zu 249 Beschäftigte als Mittelstand ausgewiesen. An den entsprechenden Stellen wird darauf hingewiesen. Letztlich sollen die Statistiken aber vor allem Hinweise darauf geben, wie weit die Digitalisierung in den Unternehmen vorangeschritten ist. Insgesamt lässt sich dabei ein klares Größengefälle erkennen (siehe unten).

Der Aufbau der Studie gliedert sich entlang der Forschungsfrage:

- ▶ Stand der Digitalisierung im Mittelstand (Kapitel 3):
  - ▷ Welche Ziele verfolgt der Bund bei der Digitalisierung (Kapitel 3.1)?
  - ▷ Wie verbreitet ist die Digitalisierung im Mittelstand? Welche Fortschritte hat es seit dem Jahr 2015 gegeben (Kapitel 3.2)? Hier wird auf Befragungsergebnisse und die Ergebnisse des Stakeholderprozesses aufgesetzt.
  - ▷ Wie wird die Digitalisierung derzeit gefördert (erster kurzer Abriss) (Kapitel 3.3)?
- ▶ Herausforderungen im Mittelstand (Kapitel 4):
  - ▷ Einführend wird auf die Zusammenhänge zwischen Rahmenbedingungen, (Mega-)Trends und Anpassungsreaktionen der Unternehmen eingegangen; bereits hier kann zwischen treibenden und reagierenden Unternehmen unterschieden werden; zudem wird das Innovator's Dilemma kurz angerissen (in Interviews als Herausforderung genannt).
  - ▷ Sich veränderndes Umfeld im Mittelstand (Kapitel 4.1): Basierend auf der Literatur und Befragungsergebnissen werden die derzeitigen Trends, die auf den Mittelstand wirken, analysiert. Untersucht wird, ob es den/die Trends gibt, die entscheidend für den Mittelstand sind; es zeigt sich, dass vieles direkt/indirekt mit Digitalisierung zusammenhängt, insgesamt aber die Ergebnisse unübersichtlich sind: Die Technologie gibt es nicht; eine Ausnahme scheint derzeit die künstliche Intelligenz zu sein; hängt mit vielen radikalen Technologien zusammen; aus Interviews stellt sich aber die Frage, ob es sich dabei derzeit eher um einen Hype handelt, dem eine Ernüchterung folgt.
  - ▷ Technologievielfalt (Kapitel 4.2): Anhand der Literatur wird die derzeitige Technologievielfalt aufgezeigt; zudem wird ein Unterschied zum Jahr 2015 herausgearbeitet: Anders als 2015 ist

deren technologische Reife heute weit fortgeschritten (Ergebnis Literatur); allerdings ist nicht jede Technologie für jedes Unternehmen relevant (Literatur und Ergebnis Stakeholderprozess).

- ▷ Beitrag der Digitalisierung zur Nachhaltigkeit (Kapitel 4.3): Welchen Beitrag leistet die Digitalisierung zur Nachhaltigkeit? Hier werden Ergebnisse der Literatur, aus den Befragungen und dem Stakeholderprozess aufgezeigt.
  
- ▶ Hemmnisse der Digitalisierung im Mittelstand (Kapitel 5):
  - ▷ Im Fokus steht bei der Analyse der Hemmnisse die Sicht der Unternehmen. Hier werden vier Gruppen unterschieden, die im Stakeholderprozess angesprochen wurden).
  - ▷ Allgemeine Hemmnisse (Kapitel 5.1)
  - ▷ Hemmnisse in der Industrie (Kapitel 5.2)
  - ▷ Hemmnisse im Handwerk und der Bauwirtschaft (Kapitel 5.3)
  - ▷ Hemmnisse bei industrie-/wirtschaftsnahen Dienstleistern (Kapitel 5.4)
  - ▷ Hemmnisse bei gesellschaftsnahen Dienstleistern/Handel (Kapitel 5.5)
  
- ▶ Identifizierung von Förderlücken (Kapitel 6):
  - ▷ Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen (Kapitel 6.1): Hier wird in Form eines Zwischenfazit aus den vorangegangenen Kapiteln aufgezeigt, wo die Unternehmen/Stakeholder Förderbedarfe sehen; zudem wird auf die Ergebnisse der Länderworkshops eingegangen. Die bisherige Orientierung an den vier Gruppen (siehe oben) wird zugunsten einer Typisierung der Unternehmen anhand von Merkmalen aus der Analyse aufgegeben; anhand dieser Typisierung können anschließend die Maßnahmenvorschläge gezielt ausgerichtet werden.
  - ▷ Bestehende Förderung (Kapitel 6.1): Auswertung Förderdatenbank und Bewertung vor dem Hintergrund der Ergebnisse zur Digitalisierung aus den Kapiteln 3 bis 5
  - ▷ Mögliche Lücken in der Förderung (Kapitel 6.3): Aus der Gegenüberstellung der bestehenden Förderangebote und den Bedarfen der verschiedenen Unternehmenstypen werden mögliche Förderlücken abgeleitet.
  
- ▶ Ansätze zur Stärkung der Digitalisierung (Kapitel 7):
  - ▷ Zunächst wird die Ausgangslage kurz rekapituliert (Kapitel 7.1).
  - ▷ Anschließend werden Verbesserungen der Rahmenbedingungen vorgeschlagen, die allgemein die Digitalisierungsanstrengungen der Unternehmen erleichtern (Kapitel 7.2).
  - ▷ Zum Abschluss werden verschiedene Vorschläge aus der Analyse abgeleitet, wie die Digitalisierung im Mittelstand weiter vorangebracht werden kann (Kapitel 7.3).



# 3 Stand der Digitalisierung im Mittelstand

## 3.1 Ziele bei der Digitalisierung des Mittelstands

### Digitalstrategie der Bundesregierung

Die Digitalstrategie für Deutschland gilt als „Wegweiser für den digitalen Aufbruch“. Sie wurde von allen Ministerien und dem Kanzleramt gemeinsam erarbeitet und vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr koordiniert. Die Strategie soll Deutschland digital voranbringen. Sie bildet den übergeordneten Rahmen für die Digitalpolitik bis 2025. Sie formuliert Ziele, an denen sich die Regierung messen lassen will. So soll bis zum Jahr 2025 die Hälfte aller Haushalte und Unternehmen Glasfaseranschlüsse haben, Verwaltungsleistungen sollen mithilfe staatlicher, digitaler Identitäten digitalisiert sein. Auch soll es ein chancengleiches, barrierefreies Bildungs-Ökosystem als Angebot für alle Lebensphasen geben. Die elektronische Patientenakte soll von mindestens 80 Prozent der gesetzlich Krankenversicherten genutzt und das E-Rezept als Standard etabliert sein. Für die Nutzung von Daten soll ein moderner Rechtsrahmen geschaffen und Datenräume sollen besser vernetzt sein. Die Digitalstrategie der Bundesregierung sieht als weiteres messbares Ziel vor, dass Deutschland unter die Top 10 bei DESI kommen soll. Dahinter steht die Erkenntnis, dass die Digitalisierung entscheidend für die Zukunftsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands ist. In der Unterrichtung durch die Bundesregierung zur Digitalstrategie heißt es (Bundestagsdrucksache 20/3329 vom 5.9.2022):

„Deutschland braucht einen umfassenden digitalen Aufbruch. Als Europas industrieller Motor und eine der stärksten Volkswirtschaften der Welt, aber auch als Soziale Marktwirtschaft mit dem Anspruch auf Teilhabegerechtigkeit, betrachten wir die Digitalisierung als entscheidend für die Zukunftsfähigkeit unseres Landes. Daher wollen wir hier an der Spitze der internationalen Entwicklung Taktgeber für Innovation und Wachstum durch Digitalisierung sein. Bislang sind wir im europäischen Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI, Bericht 2022) aber insgesamt nur auf Platz 13 von 27 EU-Mitgliedstaaten. Während wir dabei bei der digitalen Infrastruktur („Konnektivität“, Platz 4) deutlich über dem EU-Durchschnitt liegen, liegen wir in den Dimensionen Kompetenzen und Fachkräfte („Humankapital“, Platz 16), der digitalen Durchdringung von Unternehmen („Integration der Datentechnik“, Platz 16) und bei den digitalen öffentlichen Diensten (Platz 18) unter dem EU-Durchschnitt. Das kann und darf uns nicht genügen, wenn wir im internationalen Wettbewerb auch künftig in der ersten Liga spielen wollen.“

Mit dieser Digitalstrategie und der Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen wollen wir unter die TOP 10 im DESI vorstoßen.“

Wie erwähnt, findet sich Deutschland im Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI, Bericht 2022) nur auf Rang 13. Inzwischen werden nur noch die einzelnen Indikatoren ausgewiesen. Die Top-3-Länder weisen bei allen wirtschaftsrelevanten Indikatoren eine bessere Performance auf. Gleichwohl konnte Deutschland bei der Dynamik einiger Indikatoren (At least basic level of digital intensity, Electronic information sharing, Big data, E-commerce turnover) schneller zulegen als die Top-3-Länder und so den Abstand verringern. Gleichzeitig ist Deutschland aber bei anderen Indikatoren langsamer vorangekommen (siehe Tabelle 3-1).

Im Digital Decade Country Report 2023, dem Nachfolger des DESI-Index, wird Deutschland bescheinigt, über ungenutztes digitales Potenzial zu verfügen, das noch weiter ausgebaut werden kann. Zukünftige Initiativen könnten dazu einen wesentlichen Beitrag leisten. Zudem wird Deutschland bescheinigt, dass die digitale Transformation stetig voranschreitet. Gleichwohl bedarf es weiterer Bemühungen, um das Ziel zu erreichen, ein Spitzenreiter zu sein (Europäische Kommission, 2023a).

**Tabelle 3-1: Entwicklung Deutschland bei DESI-Indikatoren**

Stand und Veränderung in Deutschland und Vergleich mit den Top-3-Ländern

	Deutschland			Mittel Top 3 DESI (FI, DK, NL)	
	2023	2017	Veränderung in %-Punkten	Unterschied zu D 2022	Unterschied zu D bei Wachstum
3a1 SMEs with at least a basic level of digital intensity*	77,3	37,8	39,5	8,8	-3,9
3b1 Electronic information sharing**	37,8	27,5	10,3	9,3	-5,8
3b2 Social media**	29,8	17,6	12,2	15,4	2,7
3b3 Big data**	17,8	5,7	12,1	7,5	-2,0
3b4 Cloud **	31,8	12,1	19,7	31,1	19,5
3b5 AI **	10,6	6,6	4,0	7,0	3,0
3b7 E-invoices**	17,7	12,7	5,0	37,5	10,0
3c1 SMEs selling online*	19,3	25,6	-6,3	9,5	15,0
3c2 E-commerce turnover***	11,5	7,0	4,5	0,0	-5,5
c3 Selling online crossborder*	10,2	9,2	1,0	1,3	1,9

\* Anteil an KMU mit 10 bis 249 Beschäftigten; \*\* Anteil an allen Unternehmen; Anteil am Umsatz der KMU mit 10 bis 249 Beschäftigten

Quelle: Europäische Kommission (2023b)

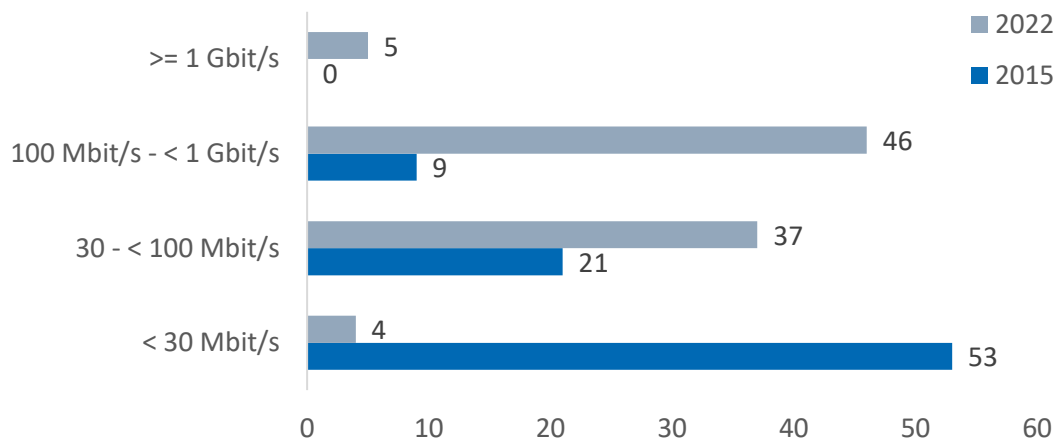
### Veränderte Ausgangslage bei der Breitbandinfrastruktur

In Deutschland herrschen heute andere (bessere) Voraussetzungen für die Digitalisierung des Mittelstands als noch im Jahr 2015. Der Ausbau des Breitbandnetzes, Grundvoraussetzung für jegliche Digitalisierung, ist in den vergangenen Jahren weit vorangekommen. Dies schlägt sich in der Bandbreite

der ortsfesten Internetanschlüsse nieder (Abbildung 3-1). Im Jahr 2015 hatte die Mehrheit der Unternehmen noch einen Internetanschluss mit einer Bandbreite unter 30 Mbit/s, im Jahr 2022 waren es nur noch 4 Prozent. Die meisten Unternehmen verfügen inzwischen über eine Bandbreite zwischen 100 Mbit/s und unter 1 Gbit/s. Dagegen sind Anschlüsse von einem Gbit/s und mehr in Deutschland immer noch selten.

### Abbildung 3-1: Bandbreite ortsfester Internetanschlüsse in Deutschland

Anteil in Prozent

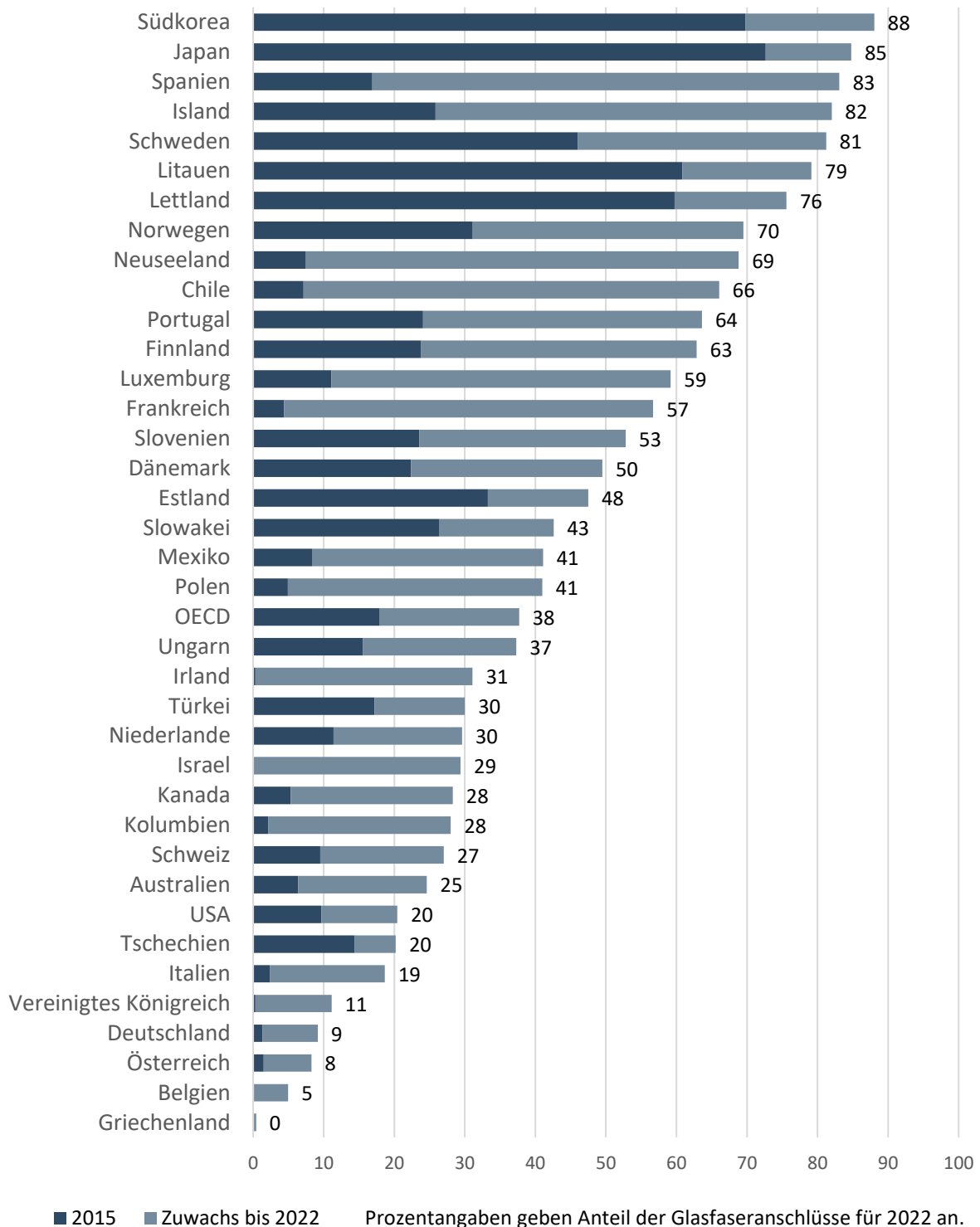


Quelle: Statistisches Bundesamt (2023)

Dies hängt nicht zuletzt mit der Situation beim Ausbau des Glasfasernetzes in Deutschland zusammen. Hier hinkt Deutschland im internationalen Vergleich hinterher (siehe Abbildung 3-2), sowohl bei der Verbreitung von Glasfaseranschlüssen als auch bei der Dynamik des Glasfaserausbaus.

**Abbildung 3-2: Glasfaseranschlüsse im internationalen Vergleich**

Anteil der Glasfaseranschlüsse in 12/2022 an allen Breitbandanschlüssen in Prozent und Veränderung 12/2022 zu Q2/2015 in Prozentpunkten, ausgewählte Länder



Quellen: OECD (2023d), eigene Berechnungen

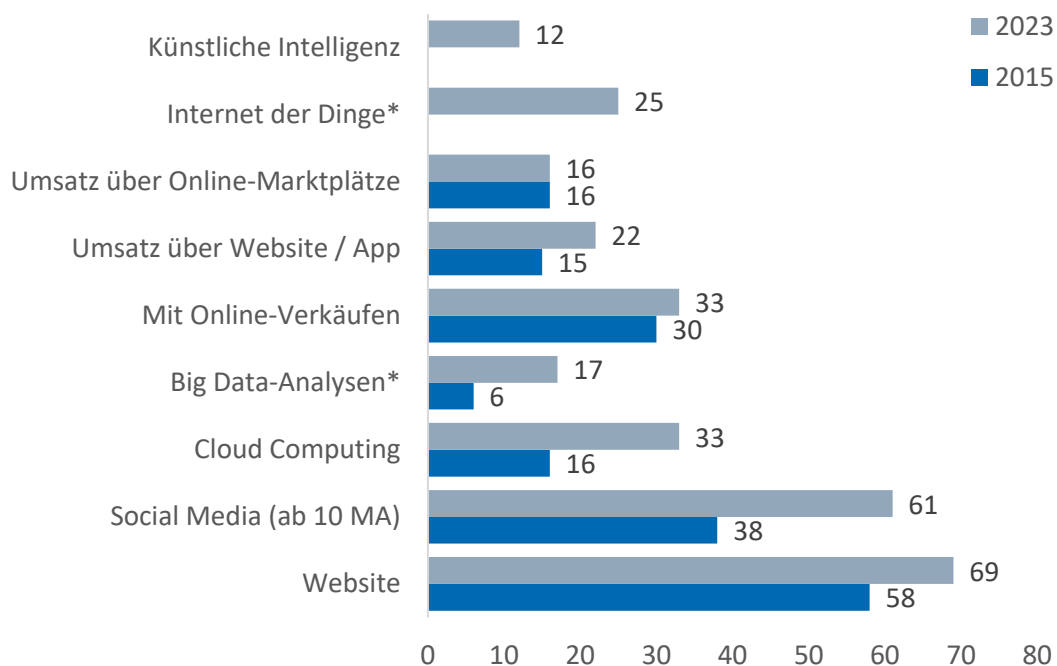
Insgesamt bestehen aber in Deutschland ganz andere Ausgangsvoraussetzungen für die Digitalisierung des Mittelstands. Vor allem die letzten Jahre haben nochmals eine deutliche Verbesserung beim Infrastrukturausbau gebracht. Damit dürfte eines der größten Hemmnisse der vergangenen Jahre, die fehlende Breitbandinfrastruktur, an Bedeutung verloren haben.

### 3.2 Verbreitung der Digitalisierung im Mittelstand

Digitale Technologien haben seit dem Jahr 2015 ihren Weg in die Unternehmen in Deutschland gefunden. Die IKT-Indikatoren des Statistischen Bundesamtes zeigen im Jahr 2023 bei allen digitalen Technologien eine höhere Verbreitung als noch 2015 (siehe Abbildung 3-3). Eigene Websites und Social Media sind dabei die am weitesten verbreiteten Technologien, künstliche Intelligenz (KI) die am wenigsten verbreitete. Bei Anteilswerten hängt das Ergebnis stark vom Verhalten der kleineren Unternehmen ab, da diese die Mehrheit aller Unternehmen bilden. So haben 99 Prozent der Unternehmen ab 250 Beschäftigten eine Website, während es von den Unternehmen unter 10 Beschäftigten lediglich 65 Prozent sind.

#### Abbildung 3-3: Fortschritte bei der Verbreitung digitaler Technologien in der deutschen Wirtschaft

Anteil der nutzenden Unternehmen in Prozent



\* Jahr 2021

Quelle: Statistisches Bundesamt (2023)

In Deutschland ist zwar eine zunehmende Verbreitung der Digitalisierungstechnologien erkennbar, allerdings fällt die Verbreitung im Vergleich zu Top-3-Ländern im DESI deutlich geringer aus. Gleichwohl gibt es zwischen einzelnen Technologien Unterschiede (Tabelle 3-2). Die Nutzung künstlicher Intelligenz fällt in den Unternehmen in Deutschland deutlich geringer aus als in den jeweiligen Top-3-Ländern. Dies gilt für alle Unternehmen ab 10 Beschäftigten. Ein ähnliches Bild zeigt sich in den großen

Unternehmen ab 250 Beschäftigten. Auch im Verarbeitenden Gewerbe, eine Domäne der deutschen Wirtschaft, ist künstliche Intelligenz weniger verbreitet als in den Top-3-Ländern. Beim 3-D-Druck ist Deutschland unter den Top 3 bei allen Unternehmen ab 10 Beschäftigten. Dagegen ist das Internet of Things in anderen europäischen Ländern weiter verbreitet.

**Tabelle 3-2: Digitalisierungsstand nach Technologie**

Anteil der Unternehmen, die Technologie einsetzen; Deutschland und jeweilige Top-3-Länder in Prozent

Technologie	Land	Alle Unternehmen (10 MA und mehr)	Darunter: große Unternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten	
			Verarbeitendes Gewerbe	
Künstliche Intelligenz	Deutschland	11	31	9
	Top 1	Dänemark	Dänemark	Dänemark
		24	66	27
	Top 2	Portugal	Finnland	Portugal
		17	51	19
	Top 3	Finnland	Norwegen	Finnland
3-D-Druck	Deutschland	7	23	18
	Top 1	Dänemark	Tschechische Republik	Dänemark
		9	26	26
	Top 2	Finnland	Slowenien	Finnland
		8	25	21
	Top 3	Deutschland	Dänemark	Luxemburg
Internet of Things	Deutschland	36	49	36
	Top 1	Österreich	Slowenien	Österreich
		51	78	53
	Top 2	Slowenien	Österreich	Slowenien
		50	74	53
	Top 3	Finnland	Lettland	Finnland
	41	68	46	

Quelle: OECD (2023c)

**Exkurs: künstliche Intelligenz im DESI**

Der DESI bedarf einer tiefergehenden Betrachtung. Unter den Indikatoren des DESI findet sich auch die künstliche Intelligenz (3b5 AI). Dahinter verbergen sich sieben verschiedene Technologien. Eine gute Bewertung erhält ein Land dann, wenn es nur bei einer der betrachteten Technologien bei den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gut aufgestellt ist, die Top-3-Länder sind hier Dänemark, Portugal und Finnland. Allerdings ist Portugal nur bei einer KI-Technologie gut aufgestellt. Dagegen kommt Belgien bei der Gesamtbewertung nicht unter die Top-3-Länder, obwohl es bei den größeren Unternehmen bei fünf KI-Technologien unter den Top-3-Ländern ist (siehe Tabelle 3-3). Dänemark, Finnland und die Niederlande sind bei den KMU in mehreren KI-Technologien führend, weshalb diese Länder für eine nähere Betrachtung geeignet scheinen.

**Tabelle 3-3: Wer taugt als Vorbild bei KI?**

Anzahl Top-3-Platzierungen bei Einzeltechnologien (max. 7)

	Gesamt (ab 10 Beschäftigte)	KMU (10 bis 249 Beschäftigte)	Groß (250 und mehr Beschäftigte)
Dänemark	6	6	7
Portugal	1	1	0
Finnland	2	4	4
Niederlande	5	3	0
Belgien	0	0	5

Quelle: Eurostat (2023)

**Ergebnisse der Unternehmensbefragungen**

Der vom IW Köln und der IW Consult entwickelte Digitalisierungsindex zeigt die Entwicklung der Digitalisierung der Wirtschaft. Der Index misst unternehmensinterne und unternehmensexterne Indikatoren der Digitalisierung. Die internen Indikatoren gliedern sich in die fünf Kategorien Prozesse, Produkte, Geschäftsmodelle, Qualifizierung sowie Forschungs- und Innovationsaktivitäten. Die externen Indikatoren gliedern sich in die Kategorien Technische Infrastruktur, Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen, Gesellschaft, Humankapital und Innovationslandschaft. Jede Kategorie enthält mehrere aussagekräftige Indikatoren.

Der Digitalisierungsindex zeigt ein klares Größengefälle bei Digitalisierung. Der Durchschnitt über alle Unternehmen beträgt 100 Punkte. Während der Digitalisierungsindex in größeren Unternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten einen Wert von 192 Punkten erreicht, kommen kleine Unternehmen mit 1 bis 49 Beschäftigten lediglich auf einen Wert von 95 Punkten. Mittlere Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten erreichen dagegen bereits einen Wert von 122 Punkten und sind somit überdurchschnittlich digitalisiert (siehe Abbildung 3-4).

**Abbildung 3-4: Entwicklung der Digitalisierung nach Größenklassen**

Digitalisierungsindex; Wert in Punkten; gewichteter Durchschnitt 2020 = 100



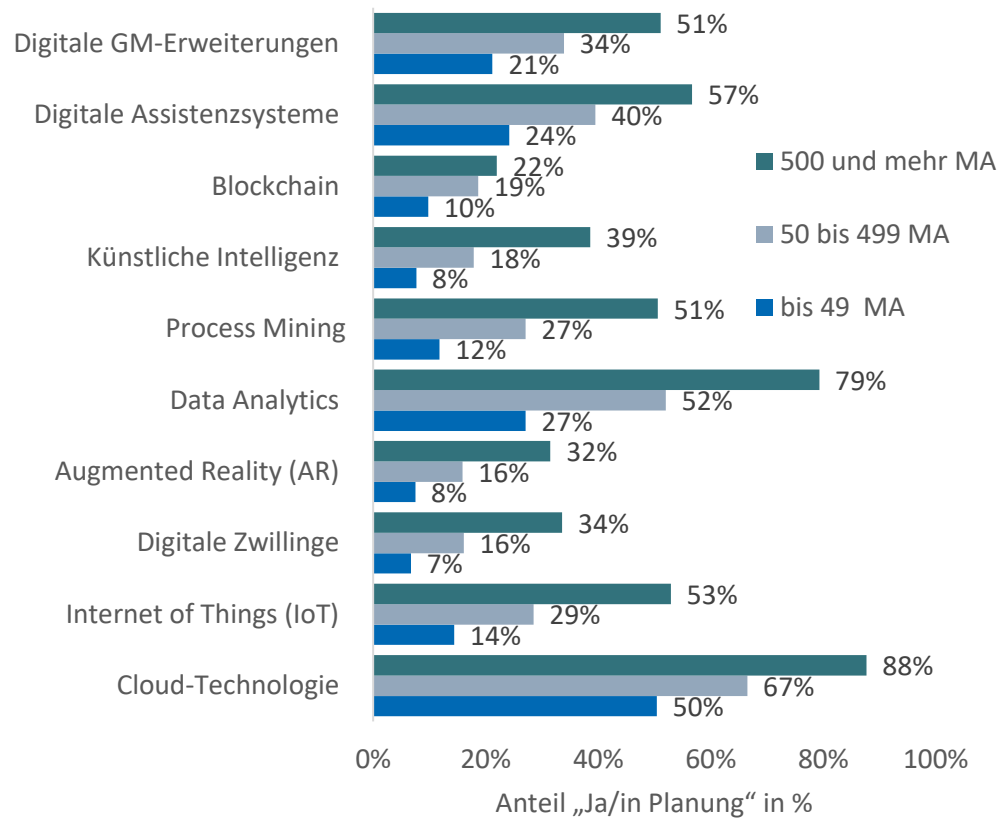
Quelle: BMWK (2023)

Ein klares Größengefälle zeigt sich auch beim Einsatz einzelner Technologien in den Unternehmen, der im Rahmen des IW-Zukunftspanels abgefragt wurde (siehe Abbildung 3-5). Der Mittelstand wird hier als Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten abgegrenzt. In den großen Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten kommen alle Technologien häufiger zum Einsatz als in den übrigen Größenklassen. Auch innerhalb des Mittelstands setzt sich das Größengefälle fort. Die kleinen Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten setzen alle Technologien seltener ein als die mittleren Unternehmen. Relativ weit verbreitet sind die Cloud-Technologie und digitale Assistenzsysteme. Dies sind Technologien, die von den Mittelstand-Digital Zentren seit längerem gefördert werden (siehe Kapitel 3.3). Wenig Verbreitung hatte zum Zeitpunkt der Befragung die Blockchain-Technologie.



**Abbildung 3-5: Einsatz digitaler Technologien nach Größenklasse in 2020**

Anteil in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 36 (Sommer 2020); n = 1.961

Um einen besonderen Fokus auf die Entwicklung der Digitalisierung im industriellen Mittelstand zu legen, der als wichtiger Pfeiler der deutschen Wirtschaft gilt, kommt für ergänzende Analysen die repräsentative Industriebefragung *Modernisierung der Produktion* des Fraunhofer ISI zum Einsatz. Diese adressiert das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland und lässt detaillierte Analysen zur Digitalisierung kleiner und mittlerer Unternehmen sowie zu weiteren aktuellen Trends der Industrie zu.

### Hintergrund zur Erhebung *Modernisierung der Produktion* des Fraunhofer ISI

Bei der *Modernisierung der Produktion* handelt es sich um eine seit 1993 regelmäßig alle drei Jahre durchgeführte Unternehmensbefragung, die auf das Thema Wertschöpfung und Innovation im Verarbeitenden Gewerbe fokussiert ist. Die Erhebung richtet sich an Betriebe des gesamten Verarbeitenden Gewerbes in der Bundesrepublik Deutschland und deckt seit 2006 alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab. Diese originäre und repräsentative Datenbasis erreicht regelmäßig einen Rücklauf von zwischen 1.300 und 1.600 Fällen und berücksichtigt verschiedene betriebliche Indikatoren.

Die aktuelle Erhebungswelle, die im Rahmen dieses Projekts gemeinsam mit der 2015er-Welle ausgewertet wird, fand im Herbst 2022 statt und enthält nicht nur Fragen und Indikatoren zu den Themen Digitalisierung und Nachhaltigkeit, sondern auch zu weiteren aktuellen Trends in der Industrie (zur Dokumentation siehe auch Jäger/Maloca, 2016; Jäger/Maloca, 2023). Die beiden Wellen 2015 und 2022 enthalten gut 1.100 Fälle zu kleinen und mittelständischen Betrieben aus dem Verarbeitenden Gewerbe (circa 1.300 Fälle insgesamt inklusive Großunternehmen). Durch diesen besonderen Fokus der ISI-Erhebungen können detaillierte Analysen und repräsentative Aussagen zu den Trends und Herausforderungen des industriellen Mittelstands, auch im Vergleich zu Großunternehmen, getätigt werden.

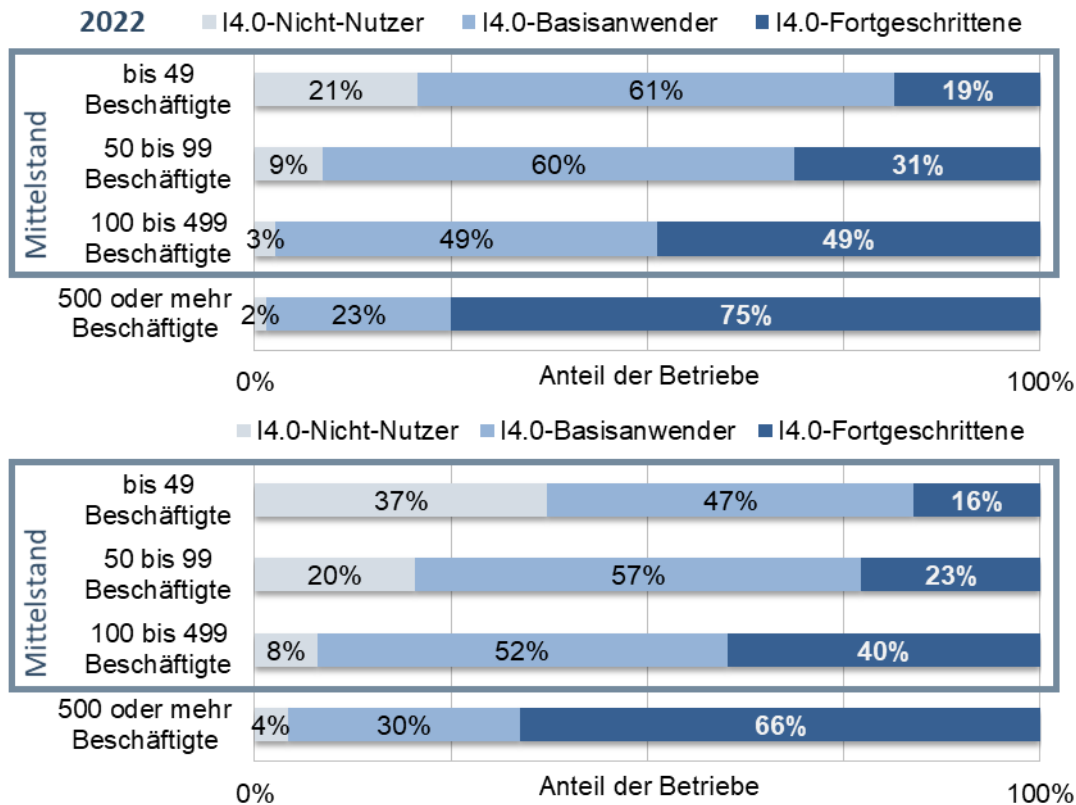
Link zur ISI-Erhebung: <https://www.isi.fraunhofer.de/de/themen/wertschoepfung/erhebung-modernisierung-produktion.html#1>

Um den Stand und die Entwicklung der Digitalisierung im Verarbeitenden Gewerbe mit Blick auf die Industrie 4.0 (I4.0) zu analysieren, wird der I4.0-Readiness-Index des Fraunhofer ISI herangezogen (vergleiche Lerch et al., 2017). Dieser Index misst dabei die digitale Reife der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes durch die Berücksichtigung der simultanen Nutzung sieben verschiedener digitaler Produktionstechnologien, welche drei separaten Technologiefeldern zugeordnet werden: zum einen die Technologiefelder (A) Digitale Managementsysteme und (B) Drahtlose Mensch-Maschine-Kommunikation. Diese können als Grundlagentechnologien auf dem Weg zu Industrie 4.0 betrachtet werden. Die Technologien im dritten Technologiefeld (C) Cyber-Physical-System (CPS)-nahe Prozesse enthalten erste Ansätze einer vernetzten Produktion und werden daher als fortgeschrittene Technologien betrachtet. Hieraus lassen sich aus drei I4.0-Readiness-Stufen ableiten:

- ▶ Die Gruppe der *I4.0-Nicht-Nutzer* umfasst alle Betriebe, die keine der sieben digitalen Technologien in ihrer Produktion einsetzen und tendenziell auf traditionelle Produktionsprozesse setzen.
- ▶ Die Gruppe der *I4.0-Basisanwender* umfasst alle Betriebe, die mindestens eine digitale Technologie in ein oder zwei Technologiefeldern implementiert haben.
- ▶ Zur Gruppe der *I4.0-Fortgeschrittenen* zählen alle Betriebe, die in allen drei Technologiefeldern mindestens eine digitale Technologie einsetzen.

Auf Basis dieses I4.0-Index ergibt sich im Zeitraum zwischen 2015 und 2022 auch für den industriellen Mittelstand ein positiver Trend hin zu einem höheren Digitalisierungsgrad über alle Betriebsgrößen hinweg. Jedoch zeigt sich auch hier das Größengefälle, nämlich eine deutlich höhere durchschnittliche digitale Reife größerer Betriebe im Vergleich zum Mittelstand. Und auch innerhalb der Gruppe der KMU lassen sich deutliche Unterschiede beim I4.0-Entwicklungsprozess zwischen Kleinstbetrieben (bis 49 Beschäftigte), kleinen Betrieben (bis 99 Beschäftigte) und mittelgroßen Betrieben (bis 499 Beschäftigte) erkennen (Abbildung 3-6).

**Abbildung 3-6: Entwicklung der Digitalisierung (I4.0-Readiness) im industriellen Mittelstand zwischen 2015 und 2022**



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, 2022, Fraunhofer ISI

Während im Jahr 2015 noch 37 Prozent der Kleinstbetriebe (bis 49 Beschäftigte) zu den Nicht-Nutzern der I4.0-Technologien zählten, verringerte sich dieser Anteil im Jahr 2022 auf 21 Prozent. Und auch in der Gruppe der kleinen Betriebe konnte der Anteil der I4.0-Nicht-Nutzer im selben Zeitraum von vormals noch gut 20 Prozent um mehr als die Hälfte auf 9 Prozent verringert werden. Es zeigt also, dass nun auch der Großteil der kleinen und Kleinstbetriebe des Verarbeitenden Gewerbes mittlerweile einen gewissen Mindeststandard an digitaler Reife erreicht hat. Während KMU also bei den I4.0-Basisanwendungen durchaus Fortschritte machen, scheinen Hindernisse für kleinere Betriebe insbesondere beim Schritt in die Spitzengruppe aufzutauchen.

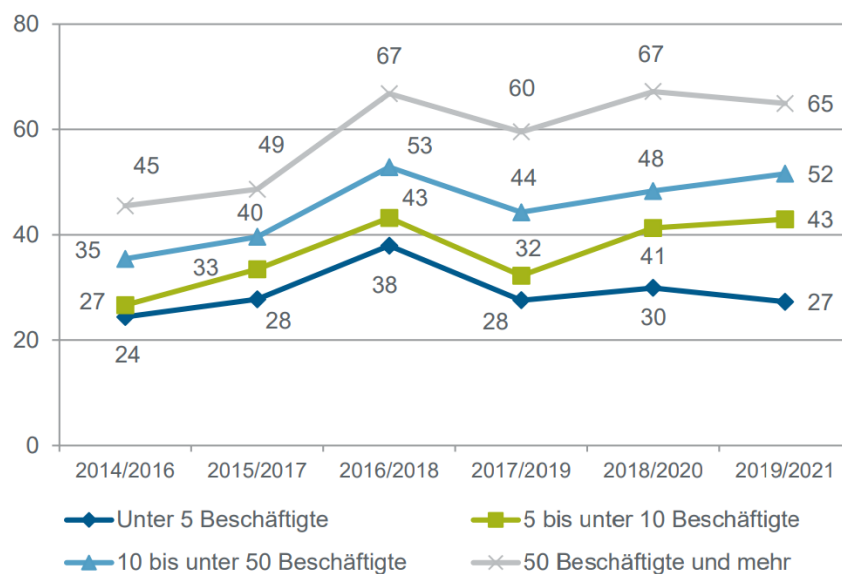
Denn in den höheren I4.0-Stufen besteht für die KMU noch ein deutlicher Aufholbedarf. So schaffte unter den Kleinstbetrieben lediglich ein geringer Anteil an Betrieben den Sprung in die Gruppe der Fortgeschrittenen I4.0-Nutzer und auch bei den kleinen Betrieben (50 bis 99 Beschäftigte) wird diese Digitalisierungsstufe lediglich von knapp einem Drittel der Betriebe erreicht. Unter den großen Mittelständlern (100 bis 499 Beschäftigte) sowie den Großbetrieben (ab 500 Beschäftigte) schaffen dies immerhin bereits 49 Prozent beziehungsweise 75 Prozent aller Betriebe. Insgesamt zeigt sich somit, dass der Mittelstand erstens sehr heterogen hinsichtlich der Digitalisierung aufgestellt ist und zweitens, dass sich gerade bei den Spitzentechnologien der Abstand zu den Großbetrieben in den vergangenen Jahren noch vergrößert hat. Hier besteht durchaus die Gefahr, von den stärker digitalisierten Unternehmen in der Wettbewerbsfähigkeit abgehängt zu werden.

### Ausgaben für Digitalisierung auf Höchststand

Die Digitalisierung der Unternehmen ist mit Kosten verbunden. Laut dem KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2022 haben die Digitalisierungsausgaben im Mittelstand im Jahr 2021 mit 23 Milliarden Euro einen Höchststand erreicht. Im Jahr 2016 lagen die Digitalisierungsausgaben noch bei 13,9 Milliarden Euro (KfW, 2023a). Bei den abgeschlossenen Digitalisierungsvorhaben zeigt sich das bekannte Größengefälle. Bei den Digitalisierungsausgaben geben kleine Unternehmen (unter 5 Beschäftigte) im Durchschnitt nur rund 8.000 Euro pro Jahr für ihre Digitalisierung aus; große Mittelständler (ab 50 Beschäftigte) dagegen zuletzt im Durchschnitt knapp 174.000 Euro (KfW, 2023b). Zudem haben viele mittelständische Unternehmen aufgrund der Konjunkturertrübung im Jahr 2019 ihre Digitalisierungsaktivitäten gedrosselt. Auch während der Corona-Pandemie ist der Anteil der Unternehmen mit abgeschlossenen Digitalisierungsvorhaben geringfügig gestiegen, wobei es erhebliche Unterschiede nach Unternehmensgrößen gegeben hat. Vor diesem Hintergrund wird eine Spaltung in digitale Vorreiter und abgehängte kleine Mittelständler befürchtet (KfW, 2023b).

**Abbildung 3-7: Abgeschlossene Digitalisierungsvorhaben nach Unternehmensgröße**

Anteile in Prozent



Quelle: KfW (2023a)

### Mittelstand ist nicht Mittelstand – auch nicht bei der Digitalisierung

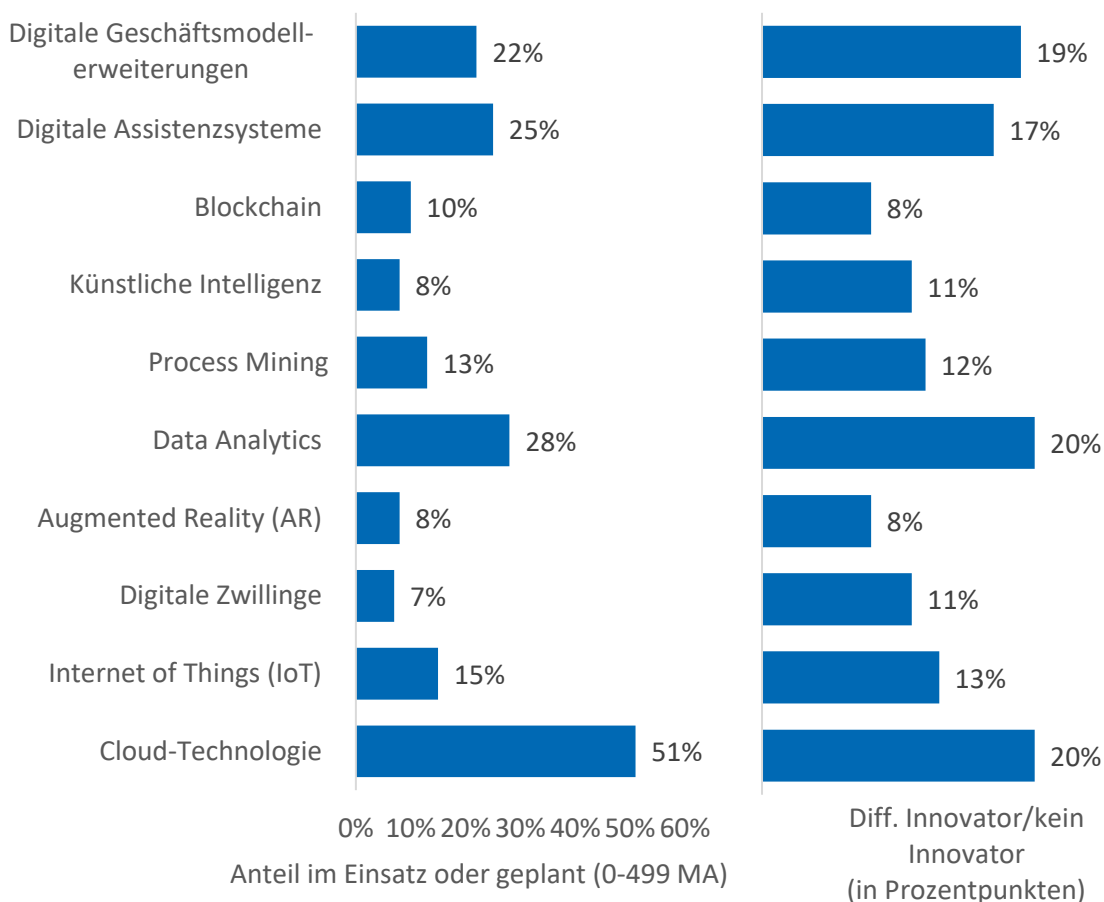
Der Mittelstand ist geringer digitalisiert als große Unternehmen und auch im Mittelstand gibt es ein Größengefälle. Allerdings ist die Unternehmensgröße nicht der alleinige erklärende Faktor. Innerhalb des Mittelstands gibt es eine Gruppe, die deutlich häufiger bereits digitale Technologien einsetzt als der gesamte Mittelstand. Dabei handelt es sich um die Gruppe der innovativen Unternehmen. Diese Gruppe setzt deutlich häufiger bereits heute digitale Technologien ein als die Gruppe der Nicht-Innovatoren (siehe Abbildung 3-8). Insofern lässt sich die These ableiten, dass die Innovationskraft der Unternehmen eine wesentliche Bestimmungsgröße für das Digitalisierungsverhalten darstellt.

Im Stakeholderprozess ist dieser These in den Experteninterviews intensiv nachgegangen worden. Die These, dass es weniger an der Größe als an der Innovationskraft liegt, ob sich Unternehmen digitalisieren, hat in den Expertengesprächen viel Zustimmung erfahren. Digitalisierung und Innovation seien

von den Fähigkeiten her sehr ähnlich. Von einem digitalisierten Unternehmen mit hoher Innovationskraft wurde die Digitalisierung im Interview als Hauptgrund für Zukunftsfähigkeit bezeichnet. Zudem wird darauf verwiesen, dass manche Unternehmen experimentierfreudiger seien und neue Chancen gezielt suchten; vor allem bei künstlicher Intelligenz bedürfe es eines solchen Experimentierens. Innovative Unternehmen hätten den Veränderungsprozess verinnerlicht; besonders innovative Unternehmen seien auch bei der künstlichen Intelligenz besonders weit. Innovationskraft bedeute, sich Neuem hinzugeben. Dafür sei eine hohe Bereitschaft für Veränderung in der Unternehmenskultur erforderlich. Da es auf die unternehmerische Einstellung der Geschäftsleitung ankomme, spiele die Unternehmensgröße eine geringere Rolle. Kleine Unternehmen hätten es sogar zum Teil leichter als die großen, da sie einfache Entscheidungswege haben. Deshalb sei die Unternehmensgröße nicht per se ein Problem, sondern die Haltung sei entscheidend. In einem Gespräch wurde kritisiert, dass es von mangelnder unternehmerischer Risikobereitschaft zeuge, nur bei einem sicheren Return on Invest tätig zu werden. Die Innovationskraft der Unternehmen entscheidet somit aller Wahrscheinlichkeit nach maßgeblich darüber, ob ein Unternehmen neue Wege geht. Aus der Innovationskraft ergeben sich unterschiedliche Ansprachen der Unternehmen. Hier wird zu prüfen sein, ob es genügend Angebote für Unternehmen gibt, die nicht digitale Vorreiter sind beziehungsweise sein wollen.

**Abbildung 3-8: Mittelständische Innovatoren setzten digitale Technologien bereits ein**

Anteil im Mittelstand in Prozent und Differenz Innovatoren und Nicht-Innovatoren in Prozentpunkten



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 36 (Sommer 2020); n = 1.961

Gleichwohl hängt die Digitalisierung nach Ansicht einiger Experten nicht nur an der Innovationskraft. Eine Rolle spiele auch der Umfang überhaupt digitalisierbarer Leistungen. Auch sei die Digitalisierung

von Produkten abhängig von Kundenwünschen. Zudem wurde ein Bereich genannt, der weniger Innovationskraft in den Unternehmen benötigt: Standardanwendungen können auch von nicht innovativen Unternehmen zur Anwendung gebracht werden.

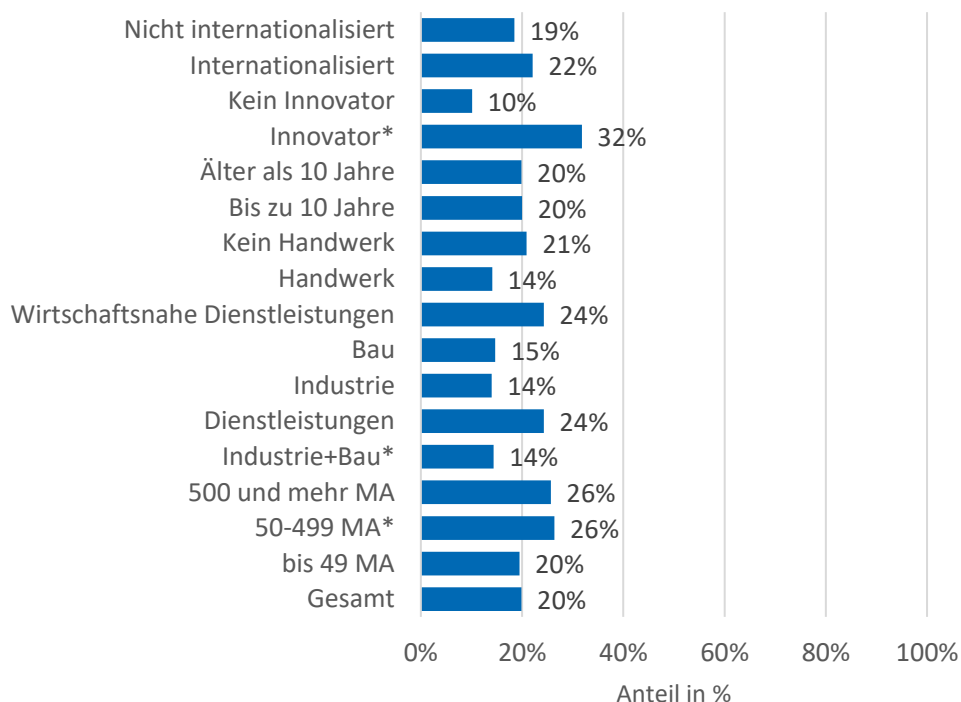
### Wie die Unternehmensgröße doch eine Rolle spielt

Im Stakeholderprozess wurde dennoch auf einen interessanten Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und Digitalisierung hingewiesen: Demnach steigt in Unternehmen ab 50 Beschäftigten die Wahrscheinlichkeit stark an, dass eine Person sich ausschließlich mit der IT beschäftigt. Eine solche IT-Fachkraft kann Quick Wins aus der Digitalisierung leichter umsetzen. Somit kann das Vorhandensein einer IT-Fachkraft, die in enger Korrelation mit der Unternehmensgröße steht, ein möglicher Ansatzpunkt zur Erklärung des unterschiedlichen Digitalisierungsgrades von Unternehmen sein. Unternehmen mit IT-Fachkraft haben bereits bestimmte personelle Kompetenzen in ihrer Belegschaft, während solche Kompetenzen in Unternehmen ohne eigene IT-Fachkraft eher fehlen. Entsprechend benötigen diese beiden Typen gegebenenfalls eine unterschiedliche personelle Unterstützung bei der Digitalisierung.

Bei einer Selbsteinschätzung der Unternehmensposition im Vergleich schätzt sich ein Fünftel aller Unternehmen als Vorreiter der Digitalisierung ein (Abbildung 3-9). Wenig überraschend sehen sich Innovatoren signifikant häufiger als Vorreiter der Digitalisierung. Das Unternehmensalter spielt hingegen keine Rolle. Dagegen schätzen sich größere KMU (50 bis 499 Beschäftigte) signifikant häufiger als digitale Vorreiter ein als kleine KMU. Zudem sehen sich Unternehmen aus dem Sektor Industrie/Bau seltener als digitale Vorreiter als Unternehmen der wirtschaftsnahen Dienstleistungen.

### Abbildung 3-9: Merkmale der Vorreiter der Digitalisierung

Anteil Selbsteinschätzung als digitale Vorreiter an Gruppe in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021); n = 945

## Digitalisierung ist nicht gleich Digitalisierung

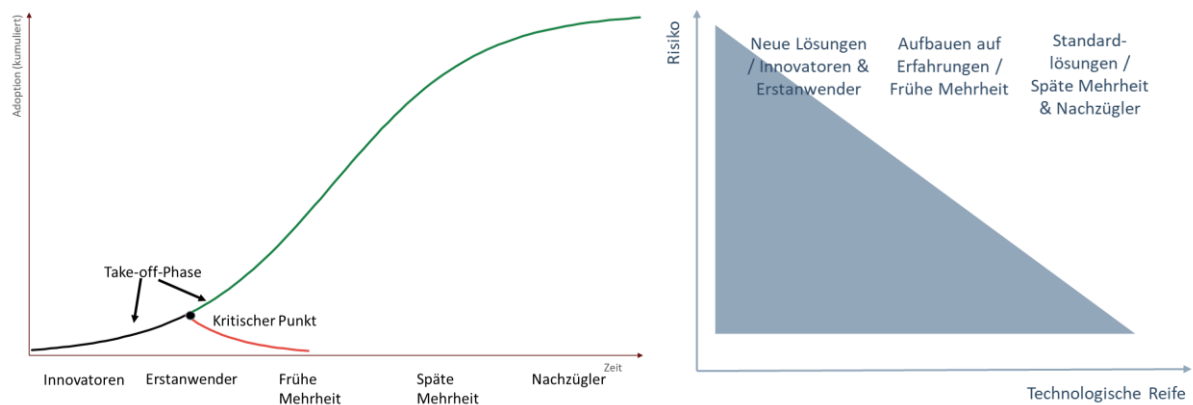
Die Innovationskraft wurde von den Expertinnen und Experten auch im Zusammenhang mit verschiedenen Formen der Digitalisierung betrachtet. Demnach können sogenannte „Quick Wins“, also vergleichsweise einfach zu implementierende digitale Lösungen, auch von Unternehmen mit geringerer Innovationskraft erreicht werden. Quick Wins reichen von Plug-and-Play-Lösungen, die auch von Laien ans Laufen gebracht werden können, bis hin zu Standardtools, die überschaubarere Anpassungen erfordern. Viele KMU würden sich mit Standardtools weiterhelfen, für die eine hohe Innovationskraft nicht unbedingt vonnöten sei. So war die Corona-Pandemie ein Digitalisierungsbeschleuniger beim Kundenkontakt, wobei auf Standardtools zurückgegriffen werden konnte. Ein Experte aus den gesellschaftsnahen Dienstleistungen wies auf die Vorteile von Shared Documents hin, die branchenunabhängig leicht umzusetzen seien. So seien bei einem Großteil der Unternehmen im Bereich gesellschaftsnaher Dienstleistungen diese Quick Wins bereits realisiert. Aber auch bei den Quick Wins seien innovative Unternehmen im Vorteil: Während diese Unternehmen die Quick Wins weitestgehend umgesetzt hätten, würden weniger innovative Unternehmen auch schon bei den Quick Wins wegen fehlender Kompetenzen ins Straucheln kommen. An die anderen Formen der Digitalisierung würden sich hingegen viele Unternehmen noch nicht rantrauen. Eine Ausnahme scheint die eher forschungsstarke (und damit innovationsstarke) Elektroindustrie zu sein: Deren Verband hat eine Digitalisierung auch bei komplexeren Prozessen zur Optimierung der Fertigung beobachtet. Hier erfolgen somit auch Prozessinnovationen.

## Verbreitung digitaler Technologien folgt typischer Diffusionskurve

Das unterschiedliche Verhalten der innovativen und nicht innovativen Unternehmen im Mittelstand bedeutet auch, dass sich die Digitalisierung nach dem typischen Diffusionsmuster neuer Technologien verbreitet (siehe linken Teil der Abbildung 3-10). Eine neue Technologie kann insbesondere dann gut verbreitet werden, wenn sie einen relativen Vorteil gegenüber Konkurrenztechnologien aufweist (Rogers, 2003; Valentowitsch, 2019). Dabei kann sich dieser Vorteil grundsätzlich auf technische, ökonomische, soziale oder auch emotionale Aspekte beziehen. Die Entscheidung, ob die neue Technologie adaptiert oder verworfen werden soll, wird auf individueller Ebene der einzelnen Akteure getroffen. Zu Beginn ist dieser Entscheidungsprozess von einer hohen Unsicherheit geprägt (Rogers, 2003; Valentowitsch, 2019). Daher sind es nur wenige Innovatoren und Erstanwender, die sich an die neue Technologie heranwagen und mit ihr experimentieren. Die neuen Technologien weisen aufgrund ihrer geringen technologischen Reife ein hohes Risiko auf, weshalb hier eine Förderung der Forschung und des Experimentierens und eine entsprechende (Teil-)Risikoübernahme durch den Staat sinnvoll sind, um mehr Akteure zum Handeln zu bewegen. Zeigen sich die Vorteile, kommen immer mehr Anwender hinzu. Zudem werden Standardlösungen entwickelt und angeboten. Dadurch sinkt im Laufe der Zeit das Risiko kontinuierlich (rechter Teil in Abbildung 3-10).

In einem Expertengespräch wurde für wirtschaftsnahe Dienstleister abgeschätzt, dass 20 Prozent der Unternehmen sich intensiv mit der Digitalisierung befassen und weitere 60 Prozent eher noch eine abwartende Haltung hätten. Zudem seien die übrigen 20 Prozent nicht an der Digitalisierung interessiert und könnten auch nicht erreicht werden. Diese Aussage lässt sich ebenfalls mit der Diffusionskurve in Übereinstimmung bringen. Da die Innovatoren und Erstanwender nach Ansicht der Expertinnen und Experten zu den innovativen Unternehmen bereits digitale Technologien umfassend einsetzen, hängt der weitere Verbreitungsgrad der neuen Digitalisierungstechnologien von der Akzeptanz in der Breite der Unternehmen ab. Da sich die Gruppen unterscheiden, benötigen sie eine unterschiedliche Art der Unterstützung. Hier wird zu prüfen sein, ob es spezifische Hemmnisse gibt (siehe Kapitel 5).

**Abbildung 3-10: Idealtypische Diffusionskurve und Risiko für Unternehmen**



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Rogers (2003) und Valentowitsch (2019)

### 3.3 Bisherige Förderung der Digitalisierung des Mittelstands

In Deutschland – wie auch in anderen Staaten – ist die Digitalisierung als wichtiger Trend erkannt worden, der zu Innovationen führen und die Wirtschaft verändern wird. Deshalb wird die digitale Transformation der Wirtschaft durch verschiedenste Programme unterstützt. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Förderung in Deutschland, den im DESI führenden Staaten Finnland, Dänemark und den Niederlanden sowie die Förderung durch die Europäische Kommission gegeben. Inwieweit die Programme zu den Bedarfen und Herausforderungen der Unternehmen im Mittelstand passen, wird später in Kapitel 6 analysiert, nachdem die Herausforderungen und Hemmnisse im Mittelstand analysiert wurden.

#### Bund: Förderung über Mittelstand-Digital

Der Bund fördert seit längerem den digitalen Wandel. Das BMWK fördert die Digitalisierung im Mittelstand bereits seit dem Jahr 2015 mit im Förderschwerpunkt Mittelstand-Digital. Dieser bestand bis Ende 2023 aus drei Säulen (siehe Abbildung 3-11).



**Abbildung 3-11: Struktur Mittelstand-Digital**

Quelle: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Home/home.html>

Ziel des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital“ ist es, das ganzheitliche Verständnis für die digitale Transformation in mittelständischen Betrieben einschließlich Start-ups und im Handwerk zu verbessern und bei der Umsetzung moderner Informations- und Kommunikationstechniken zu unterstützen. Daneben werden Maßnahmen zur Sensibilisierung und Erhöhung der IT-Sicherheit gefördert sowie passgenaue, anbieterneutrale Angebote zur Qualifikation bereitgestellt. Weitere Förderungen sind das Investitionszuschussprogramm „Digital Jetzt“ (Ende 2023 ausgelaufen) und „go-digital“, das sich an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft und des Handwerks mit weniger als 100 Beschäftigten richtet und kleinere Beratungen ermöglicht.

Die BMAS-Zukunftszentren unterstützen kleine und mittlere Unternehmen, ihre Beschäftigten sowie (Solo-)Selbstständige im digitalen Wandel. Die BMBF-KI-Servicezentren sollen die KI-Forschung in Deutschland weiter vorantreiben und den Transfer in die Praxis fördern.

### Länder: Förderung der Digitalisierung im Mittelstand

Die Länder in Deutschland unterstützen traditionell den Mittelstand in ihrem Land. Das Thema Digitalisierung liegt allerdings nicht in den klassischen Mittelstandsreferaten der Wirtschaftsministerien, sondern ist meist ein Querschnittsthema über Ministeriumsgrenzen hinweg. In den Workshops mit den Landesministerien hat sich zudem gezeigt, dass die Förderung der Länder eher generisch gewachsen ist.

In der Förderdatenbank lassen sich rund 30 Programme der Länder identifizieren, bei denen die Förderung der Digitalisierung im Fokus steht und die sich an kleine und mittlere Unternehmen richten. Darüber hinaus gibt es gut 20 Länderprogramme, bei denen auch die Digitalisierung gefördert werden kann, ohne aber explizit als Digitalisierungsprogramme ausgewiesen zu sein. Rund ein Drittel dieser Programme richtet sich gleichzeitig auch an andere Beteiligte, wie Bildungs- oder Forschungseinrichtungen oder Kommunen. In der überwiegenden Mehrheit handelt es sich um Zuschussprogramme.

Unter den identifizierten Länderprogrammen lassen sich zwei Schwerpunkte identifizieren: Der erste Schwerpunkt bietet Zuschüsse zu Investitionen in die Digitalisierung. Damit werden Finanzierungsrestriktionen adressiert. Da Banken die Benefits und Risiken von (komplexeren) Digitalisierungsvorhaben

nur schwer abschätzen können, sind Kreditrestriktionen zu erwarten. Fehlt das erforderliche freie Eigenkapital in Unternehmen, bleiben Investitionen aus. Die Investitionszuschüsse helfen, die Restriktionen zu überwinden. Der zweite Länderschwerpunkt bei der Förderung der Digitalisierung liegt auf der Innovationsförderung. Teils läuft diese Förderung ohne Digitalisierung im Titel, wie beim Brandenburgischen Innovationsgutschein, bei InnoInvest in Thüringen oder der Implementierung betrieblicher Innovationen (IBI) in Rheinland-Pfalz. Einige Programme richten sich an Teilgruppen des Mittelstands, wie das „Bayerische Sonderprogramm Landwirtschaft Digital“ oder „Förderung von Computer- und Videospiele“ in Hessen. Programme wie der Digitalbonus in Bayern, die Digitalprämie Berlin oder Hamburg Digital führen die Digitalisierung im Titel.

### EU-Förderung

Die Europäische Kommission fördert ebenfalls die Digitalisierung der Wirtschaft. Mit einem geplanten Gesamtbudget von 7,5 Milliarden Euro soll die digitale Transformation der Gesellschaft und Wirtschaft Europas gestaltet werden. Im Fokus stehen dabei kleine und mittlere Unternehmen. Das „DIGITAL Europe Programme“ (DEP) unterstützt Projekte in fünf sogenannten Schlüsselbereichen: Supercomputer, künstliche Intelligenz, Cybersicherheit, fortgeschrittene digitale Kompetenzen und Gewährleistung einer breiten Nutzung digitaler Technologien in Wirtschaft und Gesellschaft. Für den letztgenannten Bereich wurden digitale Innovationszentren, die European Digital Innovation Hubs (EDIHs) eingerichtet (Europäische Kommission, 2023). Arbeitsbereiche der EDIHs sind „Ausprobieren vor dem Investieren“, „Aufbau tiefergehender Digitalisierungskompetenz“, „Unterstützung beim Zugang zu Finanzierungen“ sowie „Innovationsökosysteme und Networking“. Sie bieten gezielt auch Beratung, Umsetzung, Finanzierungsunterstützung sowie den Aufbau von Ökosystemen an.

In Deutschland gibt es 17 European Digital Innovation Hubs (EDIHs), die Unternehmen dabei unterstützen, ihre Wettbewerbsfähigkeit durch Förderung ihrer digitalen Transformation zu stärken. 16 davon werden von der EU-KOM gefördert und national kofinanziert (siehe Tabelle 3-4).

**Tabelle 3-4: European Digital Innovation Hub (EDIH) in Deutschland**

EDIH Name	Ort	Land
<a href="#">BMH</a>	Weimar	Thüringen
<a href="#">CITAH</a>	Oldenburg	Niedersachsen
<a href="#">DIH4AISec</a>	Hannover	Niedersachsen
<a href="#">DInQ</a>	Deggendorf	Bayern
<a href="#">EDIH-AICS</a>	Karlsruhe	Baden-Württemberg
<a href="#">EDIH DIGICARE</a>	Erlangen	Bayern
<a href="#">EDIH Rheinland</a>	Aachen	Nordrhein-Westfalen
<a href="#">EDIH Saxony</a>	Leipzig	Sachsen
<a href="#">EDIH.SH</a>	Kiel	Schleswig-Holstein
<a href="#">EDIH Südwest</a>	Villingen-Schwenningen	Baden-Württemberg
<a href="#">EDIH Südwestfalen</a>	Siegen	Nordrhein-Westfalen
<a href="#">EDIH4Urban-SAVE</a>	Hamburg	Hamburg

<a href="#">EDIH-DO</a>	Dortmund	Nordrhein-Westfalen
<a href="#">EDITH</a>	Darmstadt	Hessen
<a href="#">EDIH Saarland</a>	Saarbrücken	Saarland
<a href="#">pro digital</a>	Wildau	Brandenburg/Berlin
<a href="#">DIBI*</a>	Nürnberg	Bayern

\* nicht von der EU gefördert

Quelle: Europäische Kommission (2023)

### Top-Länder im DESI-Index (Dänemark, Niederlande, Finnland)

Im Digital Economy and Society Index<sup>1</sup> (DESI) der Europäischen Union erreicht Deutschland im Jahr 2022 Rang 13. Auf den ersten drei Rängen finden sich Finnland, Dänemark und die Niederlande (Europäische Union, 2023). Die Top-3-Länder übertreffen Deutschland in allen vier im DESI abgedeckten Themenbereichen (digitale öffentliche Dienste, Integration der Digitalisierung, Humankapital und Konnektivität).

Allen drei Top-Ländern ist gemein, dass dort der Staat früh mit der Digitalisierung der öffentlichen Dienste begonnen hat. In diesen Staaten ist eine elektronische ID der Bürgerinnen und Bürger sehr weit verbreitet. Dahinter stehen ein hohes Vertrauen in den Staat sowie Technologieoffenheit in der Bevölkerung. In Dänemark kann beispielsweise die NemID für den Zugang zu öffentlichen und privaten Diensten genutzt werden, wie das Onlinebanking. 90 digitale Lösungen der öffentlichen Verwaltung sind dort obligatorisch (Dänisches Außenministerium, 2023). Die nicht digitalaffine Bevölkerung wurde mit Demonstrationswebsites für erste Gehversuche, Animationsfilmen, Erklärungen in einfacher und verschiedenen Sprachen sowie Unterrichtsmaterialien an die digitalen Lösungen herangeführt. Die öffentliche Hand war in Dänemark wichtiger Treiber der Digitalisierung. Dazu wurden seit dem Jahr 2001 Digitalisierungspläne aufgestellt – und auch umgesetzt. Fast 100 Prozent der dänischen Bürgerinnen und Bürger haben eine NemID, die im Jahr 2019 über 319 Millionen Mal genutzt wurde. 87 Prozent der Anmeldungen und Anträge bei der öffentlichen Verwaltung erfolgten digital über das Bürgerportal. Die Digitalisierung der behördlichen Dienste hat in Dänemark zu einer Effizienzsteigerung, aber auch zu mehr Transparenz des behördlichen Handelns geführt. 91 Prozent der Bevölkerung sind zufrieden mit dem Bürgerportal (Dänische Botschaft, 2023). Als ein wichtiger Erfolgsfaktor gilt in diesen Ländern das Vertrauen in die öffentlichen Dienste, was für eine hohe Akzeptanz sorgt (FAZ, 2022). In Finnland wurden funktionierende und technisch sichere Datenaustauschplattformen aufgebaut. In den Niederlanden hat die Digitalisierungsstrategie 2.0 den Schwerpunkt stark auf die Gefahren und Risiken gelegt. Zugleich sind in den Niederlanden rund 90 Prozent der behördlichen Dienstleistungen auch online verfügbar, die zudem als besonders nutzerfreundlich gelten (Busch, 2019).

Deutschland ist in der öffentlichen Verwaltung von den Zuständen in den Top-3-Ländern bislang weit entfernt. In Deutschland gibt es bislang konkurrierende Systeme des Bundes und der Länder. Zwar sollen konkurrierende Systeme laut dem Entwurf des Onlinezugangsgesetzes 2.0 eingestellt werden. Hier muss die Zeit zeigen, ob dies gelingt oder an divergierenden Interessen scheitert. Einige Länder wollen zudem ihre eigene elektronische ID gern weiterführen (heise.de, 2023). Ende April 2023 waren in Deutschland 3,4 Millionen BundID-Konten registriert (heise.de, 2023a), was rechnerisch circa 4 Pro-

<sup>1</sup> Im Zeitraum 2014 bis 2022 wurde ein Gesamtindex ausgewiesen. Seit 2023 wird der DESI im Bericht über die digitale Dekade integriert und zur Überwachung der Fortschritte bei der Verwirklichung der digitalen Ziele verwendet.

zent der Bevölkerung entspricht. Zwar hat Deutschland mit dem im Jahr 2017 in Kraft getretenen Onlinezugangsgesetz die Digitalisierung der öffentlichen Dienste bis Ende 2022 angestrebt. Allerdings mangelte es an der Umsetzung, die gesetzten Ziele wurden nicht erreicht.

Bei der Digitalisierung der Wirtschaft gehen die Top-Länder davon aus, dass die Digitalisierung eine Kernaufgabe der Unternehmen ist. Wer nicht mitdigitalisiert, wird zurückgelassen. Gleichzeitig wird die Wirtschaft erheblich unterstützt:

- ▶ Finnland stellt im Rahmen der Quantum Computing Campaign 15 Millionen Euro in zwei Jahren (7,5 Millionen Euro pro Jahr) bereit (Business Finland, 2022). Auch in Deutschland wird das Quantencomputing gefördert. Der Bundeshaushalt sieht dazu im Einzelplan 09 pro Jahr 11 Millionen Euro vor. Allerdings hat Finnland nur rund 2,7 Millionen Erwerbstätige gegenüber 45,6 Millionen in Deutschland. Deutschland stellt zwar absolut mehr Fördermittel bereit als Finnland, in Relation zur Erwerbstätigenzahl ist die Förderung jedoch geringer.
- ▶ Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Data Economy: Finnland stellt hier im Zeitraum 2023 bis 2027 135 Millionen Euro (27 Millionen Euro pro Jahr) bereit (Business Finland, 2023). Der Bundeshaushaltsplan sieht hier im Jahr 2024 in Deutschland 36 Millionen Euro vor.
- ▶ In den Niederlanden sind die rund 50 Fieldlabs zentraler Bestandteil der Förderung. Sie sind in den ganzen Niederlanden verteilt, um räumliche Nähe und Kontakte zu schaffen. Über die Fieldlabs sollen technologische Innovationen aus der Wissenschaft schnell den Weg an den Markt finden. Weiterhin gibt es in den Niederlanden den Aktionsplan KMU, dessen Budget im Zeitraum 2018 bis 2021 insgesamt 200 Millionen Euro (50 Millionen Euro pro Jahr) betragen hat. Darin vorgesehen sind spezielle KMU-Digitalisierungswerkstätten (MKB-werkplaats digitalisering), die Information und Sprints für KMU anbieten. Darin sollen Studierende und Lehrkräfte von Bildungseinrichtungen Unternehmen bei deren Onlinemarketing und der Verwendung von Daten im Unternehmen helfen. In den Niederlanden wird mit konkreten Zielen gearbeitet. Explizites Ziel der Smart Industry Scale Jump Agenda 2022–2026 ist es, neben den Spitzenreitern 6.000 produzierenden Unternehmen den Einstieg in das Thema Smart Industry zu ermöglichen. Mindestens 1.000 Unternehmen sollen bei einer Smart-Industry-Implementierung zur Digitalisierung in der Fabrik begleitet werden (Ministerie van Economische Zaken, 2022). Die KMU-Digitalisierungswerkstätten sollen ebenfalls einen Durchbruch schaffen und in den nächsten drei Jahren mehr als 50.000 Unternehmen mit Informationen erreichen und zum Einstieg ermutigen. Zudem sollen 3.500 Intensivprogramme mit Unternehmen und Studierenden (sogenannte Sprints) erfolgen (Ministerie van Economische Zaken, 2021).

In Deutschland sind im Bundeshaushalt 2024 für die Förderung der Digitalen Agenda in Deutschland 596 Millionen Euro vorgesehen, davon 149 Millionen Euro für die Entwicklung digitaler Technologien, 50 Millionen Euro für die Förderung von Computerspielen, 60,4 Millionen Euro für Mittelstand-Digital, 33,6 Millionen Euro für die Potenziale der digitalen Wirtschaft, 38 Millionen Euro für die Initiative Industrie 4.0, 82 Millionen Euro für die Investitionsförderung KMU, 52 Millionen Euro für die souveräne Dateninfrastruktur und künstliche Intelligenz sowie 120 Millionen Euro für die IPCEI Cloud und Datenverarbeitung.

In den Niederlanden existiert die Initiative „Smart Industry“, die von verschiedenen staatlichen und privaten Stakeholdern getragen wird. Der Initiative stand von 2018 bis 2021 ein Budget von rund 165 Millionen Euro (41,25 Millionen Euro pro Jahr) zur Verfügung. Ziel ist die Verbreitung der Digitalisierung in der Industrie: Die Niederlande sollen bis 2026 zum am schnellsten lernenden, flexibelsten und am besten digital vernetzten und nachhaltigsten Produktionsnetzwerk in Europa gemacht werden.

Hier ist eine Ähnlichkeit zu den deutschen Mittelstand-Digital Zentren (finanzielle Ausstattung in 2024 circa 60 Millionen Euro) zu erkennen, wenngleich die Zentren in Deutschland weniger themenspezifisch auf die Industrie konzentriert sind. Beim Vergleich der Budgets fällt auf, dass die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland rund das Vierfache der Niederlande beträgt, nicht aber das Budget. Allerdings gibt es in Deutschland weitere industriespezifische Initiativen, wie die Initiative Industrie 4.0 (finanzielle Ausstattung 38 Millionen Euro).

## 4 Herausforderungen im Mittelstand

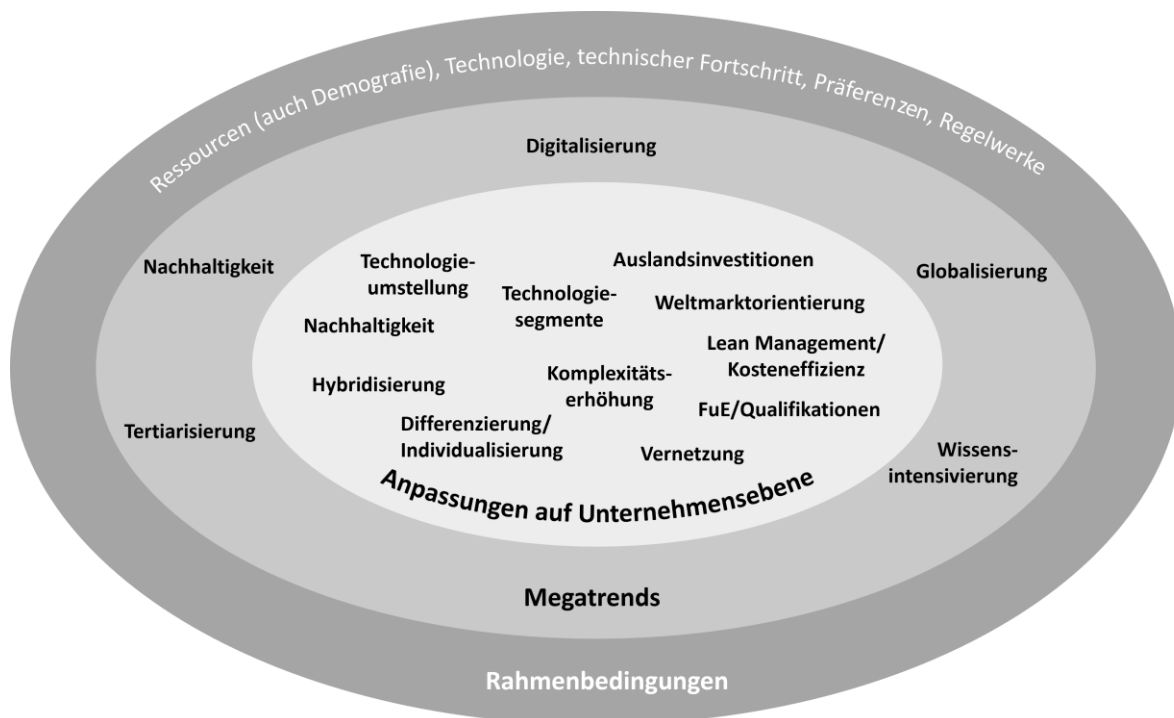
Die Unternehmen im Mittelstand sind kein Selbstzweck, sondern verfolgen in der Regel wirtschaftliche Ziele. Der Erfolg der Unternehmen hängt von ihrer Wettbewerbsfähigkeit ab, also der Frage, ob sie ihre Produkte absetzen können, dabei die erforderlichen Mittel verdienen, um zahlungsfähig zu bleiben und sich an veränderte Bedingungen anpassen zu können.

Die Unternehmen befinden sich in einem Umfeld, in dem ihr Handeln maßgeblich von den gesetzten Rahmenbedingungen abhängt (siehe Abbildung 4-1). Hier finden sie Ressourcen, wie den Zugang zu Rohstoffen oder Fachkräften, Technologien und technischen Fortschritt, die Präferenzen der Gesellschaft und Kunden oder die Regelwerke durch die Gesetzgeber. Die Unternehmen müssen sich an Rahmenbedingungen anpassen und Chancen der Trends nutzen (und Risiken vermeiden), um wirtschaftlich nachhaltig erfolgreich zu sein. Gleichwohl entwickeln auch einige Unternehmen eigene Technologien oder setzen selbst neue Trends – teils mit disruptivem Charakter. Hier kommt kleineren Unternehmen eine besondere Rolle zu: Neue, zu Beginn kleine Unternehmen erweisen sich oftmals als Treiber von Disruptionen, weil größere Unternehmen neue Technologien im Vergleich zu bestehenden Technologien aufgrund der anfangs bestehenden Unsicherheiten und technischen Herausforderungen als weniger relevant erachten und deshalb weniger annehmen. Später können die etablierten Unternehmen bei den verbesserten disruptiven Technologien, die sich am Markt durchsetzen, dann nicht mehr mithalten und Marktanteile an die stark wachsenden neuen Unternehmen verlieren (Christensen, 1997). Insofern spielt der Mittelstand bei diesem „Innovator’s Dilemma“ eine entscheidende Rolle. Die Mehrheit der Unternehmen im Mittelstand dürften aber Nachzügler bei den neuen Technologien sein und sich im hinteren Teil der Diffusionskurve bei neuen Technologien befinden (siehe oben in Abbildung 3-10).

Eine Vielzahl von neuen Technologien bietet derzeit die Digitalisierung. Allerdings ist die Digitalisierung kein eindimensionales Konzept, sondern sehr heterogen. Dahinter stehen viele verschiedene Technologien und Anwendungen (siehe unten Kapitel 4.2). Die Digitalisierung äußert sich im Vordringen von Schlüsseltechnologien, die durch Digitalisierung erst ermöglicht wurden. Diese Technologien können nicht nur innerhalb einer Branche, sondern in verschiedenen Anwendungsfeldern in der gesamten Volkswirtschaft eingesetzt werden. Damit haben sie das Potenzial, als entscheidender Faktor im Wettbewerb zwischen ganzen Volkswirtschaften zu wirken (Büchel et al., 2021, SVR 2021, BMWK 2023).

## Abbildung 4-1: Rahmenbedingungen, Trends, Anpassungen auf Unternehmensebene

Erläuterung



Quelle: IW Consult (2023)

### 4.1 Sich veränderndes Umfeld im Mittelstand

#### Trends in der Literatur – Momentaufnahmen und unübersichtliche Vielfalt

Bereits 1975 startete die OECD das „Interfutures Project“, in dem Ökonomen einen Ausblick bis zum Jahr 2000 erarbeiteten. Der Ausblick beinhaltete unter anderem die langfristige ökonomische Entwicklung, aber auch potenzielle physikalische Grenzen für die zukünftige Entwicklung. Dabei ging es weniger um konkrete Prognosen als um mögliche Zukünfte. Ein Themenkomplex waren bereits die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt, andere die Globalisierung – wenn auch noch nicht so genannt – und die Wissensintensivierung (OECD, 1979). Viele aufgezeigte Dinge sind eingetreten, wenn auch teils zu anderen Zeitpunkten und in anderen Dimensionen. Anfang der 1980er-Jahre prägte dann John Naisbitt den Begriff „Megatrends“ und zeigte auf, wie zehn Megatrends die Zukunft insbesondere der USA bestimmen könnten (Naisbitt, 1982). Einige der Trends waren bereits im OECD-Bericht vertreten, andere, wie das Verhältnis der Menschheit zur Umwelt, finden sich nicht unter den zehn Megatrends. Einige der vorgetragenen Trends sind eingetreten, andere nicht. Inzwischen gibt es eine Vielzahl von Trendinstituten, die Trends aufspüren und Buzzwords setzen, häufig aber keinen wissenschaftlichen Standards folgen (Opaschowski, 2015).

Die wissenschaftsbasierte Zukunftsforschung versucht, auf Basis von überprüfbaren Methoden wie Zeitvergleichen statistisch nachweisbare Entwicklungen zu erkennen. Sie ermittelt Chancen und Risiken aus solchen Entwicklungen und versucht, Zukunftsalternativen zu antizipieren (Opaschowski, 2015). Die betriebswirtschaftliche Literatur greift die verschiedenen Trends auf und zeigt Unternehmen Wege, wie durch eine Unternehmenstransformation die Trends in Erfolg umgewandelt werden

können (siehe beispielsweise Gerbert et al., 2020; Wiesche et al., 2021; Wielgos, 2021; Bodemann et al., 2021). Unternehmensbefragungen liefern frühzeitig wichtige Informationen zur Verbreitung von Trends in den Unternehmen, Hemmnissen bei ihrer Anwendung und den erforderlichen Rahmenbedingungen.

In einer vernetzten und verwobenen Welt stellt die Gleichzeitigkeit von Ereignissen und Prozessen die Politik vor neue Herausforderungen, die zu einem Bedeutungsgewinn der strategischen Vorausschau geführt hat (Bovenschulte et al., 2021). Eine wichtige strategische Vorausschau in Deutschland ist der BMBF-Foresight-Prozess. Bei diesem Prozess geht es im Kern um die Frage, welche technischen und gesellschaftlichen Entwicklungen in den kommenden 15 Jahren möglich, machbar und wünschenswert sind.

Das BMBF führt bereits seinen dritten Foresight-Prozess durch. Während der erste Foresight-Prozess (2007–2009) vor allem wissenschaftlich-technische Entwicklungsmöglichkeiten identifizierte, bezog der zweite Foresight-Prozess (2012–2014) stärker gesellschaftliche Entwicklungen und damit verbundene Herausforderungen und Chancen für die Politik und Verwaltung ein (Hirt et al., 2016). Gleichwohl enthält der Foresight-II-Prozess mit seiner Suchphase 2012–2014 keinen Hinweis für das schnelle Anstreben der Klimaneutralität. Zwar wird der Begriff „Klima“ bei den gesellschaftlichen Herausforderungen 52-mal erwähnt, in den daraus abgeleiteten Zukunftsbildern findet er aber kaum prominente Erwähnung. Hier zeigt sich, dass die Vorausschau immer auch eine Momentaufnahme ist und die gesellschaftlichen Prioritäten in den Folgejahren schnell in andere Richtungen gelenkt werden können.

Im dritten Foresight-Prozess werden durch ein Zukunftsbüro mit verschiedenen Methoden kontinuierlich Trends und Themen erarbeitet. Dazu wurden bereits 112 Themenblätter zu Zukunftsfragen erarbeitet. Ein Zukunftskreis bildet daraus Themenfelder, die für die zukünftige Entwicklung von Bedeutung sein können und die weiter untersucht werden sollen. In ersten ausführlichen Studien wurden der Wandel gesellschaftlicher Wertevorstellungen im Land, die wechselseitige Entgrenzung von Technologie und Biologie sowie die Zukunft des Vertrauens in digitale Welten in den Blick genommen (vorausschau.de, 2023). Im Rahmen des dritten Foresight-Prozesses werden systematisch Themen und Trends analysiert. Allerdings zielt der dritte Foresight-Prozess bereits auf die 2030er-Jahre ab.

Im Rahmen des Foresight-Prozesses werden auch Megatrends (anthropogene Umweltbelastungen, demografischer Wandel, Urbanisierung, digitale Transformation, veränderte Arbeitswelten, Business-Ökosysteme, ausdifferenzierte Lebenswelten) beobachtet, die einen epochalen Charakter haben und an denen sich Änderungen ablesen lassen (vorausschau.de, 2023). Deutlich wird, dass die digitale Transformation eine wichtige Rolle spielen wird und vieles direkt oder indirekt mit Digitalisierung zusammenhängt. Allerdings verdichten die Megatrends die Themen stark, sodass nicht deutlich wird, welche digitale Technologie eine Rolle spielen wird.

Andere Ansätze der Zukunftsforschung beschäftigen sich intensiv mit verschiedenen neuen Technologien. Radikal neue Technologien wie künstliche Intelligenz oder CRISPR-Cas9 können zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft führen. Mit der Methodik des Radical Technology Inquirer (RTI) sollen technologische Durchbrüche und ihre kombinierten sektorübergreifenden und sozialen Auswirkungen antizipiert werden. Mit dem RTI soll der fehlende ganzheitliche Überblick über die zukünftigen Möglichkeiten radikaler Entwicklungen in allen Bereichen der technologischen Entwicklung der bestehenden Ansätze der Technologievorausschau überwunden werden (Linturi et al., 2022).

Die Europäische Kommission hat im Jahr 2017 das RIBRI-Projekt (Radical Innovation Breakthrough Inquirer) gestartet, dessen Ergebnisse im Abschlussbericht „100 Radical Innovation Breakthroughs for the future“ im Juni 2019 vorgelegt wurden (Warnke et al., 2019). Ausgangspunkt sind Global Value



Networks (GVN), wie Energie- oder Transportlösungen, für die es einen Bedarf gibt und die aus europäischer Sicht in den nächsten 20 Jahren eine wichtige Rolle in der globalen Wirtschaft spielen. Parallel dazu wurden 87 technologische und 13 soziale Innovationen untersucht. Diese wurden anhand verschiedener Indikatoren bewertet, wie der Wahrscheinlichkeit der Marktreife, des aktuellen Reifegrads der Technologie und der europäischen Position bei der Technologie. Die Radical Innovation Breakthroughs (RIB) in Technologien wurden in acht Gruppen unterteilt. Viele dieser Technologien hängen direkt oder indirekt eng mit der Digitalisierung zusammen:

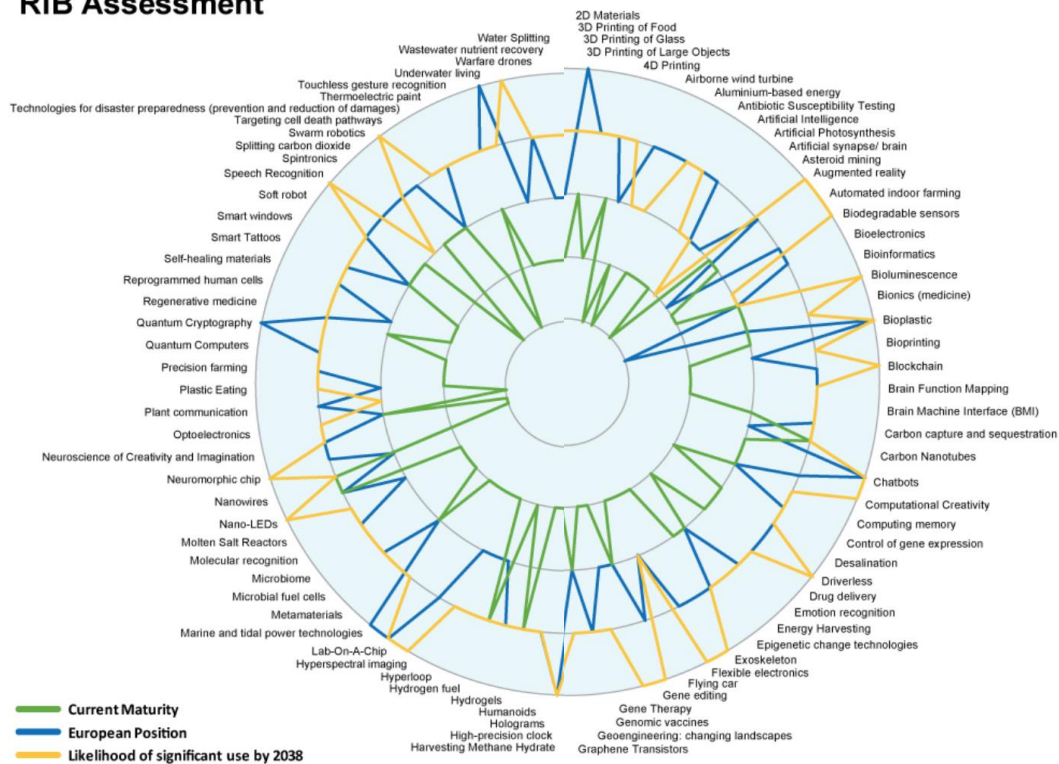
- ▶ Artificial Intelligence and Robots
- ▶ Human-Machine Interaction & Biomimetics
- ▶ Electronics & Computing
- ▶ Biohybrids
- ▶ Biomedicine
- ▶ Printing & Materials
- ▶ Breaking Resource Boundaries
- ▶ Energy

Die Bewertung der aktuellen Reife, der europäischen Position sowie der erwarteten Verwendung im Jahr 2038 ist in Abbildung 4-2 zusammengefasst. Wie beim Foresight-Prozess des BMBF sind die Ergebnisse unübersichtlich, da eine Vielzahl von Technologien Potenziale aufweist. Dieses Ergebnis lässt darauf deuten, dass es nicht „die“ Technologie gibt, die in den nächsten Jahren bestimmend sein wird. Eine Ausnahme stellt das Cluster künstliche Intelligenz dar, das mit vielen radikalen Technologien zusammenzuhängen scheint.

**Abbildung 4-2: Radical Technology Inquirer**

87 technologische und 13 soziale Innovationen

**RIB Assessment**



Quelle: Warnke et al. (2019)

**Herausforderungen aus Sicht der Unternehmen und Stakeholder**

Die Unternehmen haben eine eigene Sicht auf die Digitalisierung. Sie sind mehreren Trends ausgesetzt und stehen vor einer komplexen Transformationsaufgabe. Im IW-Personalpanel wurden die Unternehmen im Frühjahr 2022 gefragt, welchen Einfluss bestimmte Trends auf ihr Geschäftsmodell haben (siehe Abbildung 4-3). Die Digitalisierung wird dabei durchaus als wichtiger Trend genannt, bei allen Unternehmen erreicht der Trend den dritten Rang. An erster Stelle stehen die Trends Rohstoffe und Ressourcen, getrieben durch die zum Befragungszeitpunkt großen Unsicherheiten durch den Ukraine-Krieg und bei der Energieversorgung. An zweiter Stelle steht der Trend demografischer Wandel und Fachkräftemangel. Zudem lassen sich in der Befragung Unterschiede zwischen Unternehmen aus den Sektoren Industrie/Bau sowie den wirtschaftsnahen Dienstleistern erkennen: Die wirtschaftsnahen Dienstleister (und damit wahrscheinlich auch die gesellschaftsnahen Dienstleister) sehen in der Digitalisierung die zweitwichtigste Transformationsaufgabe. Einen größeren Einfluss auf ihre Geschäftsmodelle erwarten sie nur vom demografischen Wandel und Fachkräftemangel. Aus dieser Konstellation könnte sich der Vorteil ergeben, dass die Digitalisierung direkt auf die noch größere Transformationsaufgabe einzahlt. Dieser These wurde im Stakeholderprozess weiter nachgegangen (siehe Kapitel 4.3). In der Industrie (und auch der Bauwirtschaft) haben deutlich mehr Trends einen höheren Einfluss auf das Geschäftsmodell als die Digitalisierung. Diese Unternehmen stehen vor mehreren Transformationsaufgaben mit großem Einfluss auf ihr Geschäftsmodell, neben dem demografischen Wandel und Fachkräftemangel stehen sie vor Herausforderungen bei der Sicherung von Ressourcen und Rohstoffen sowie durch den Trend Umwelt- und Klimaschutz. Die höhere Zahl an Herausforderungen in der Industrie kann also durchaus dazu führen, dass Kapazitäten in der Industrie gebunden sind und

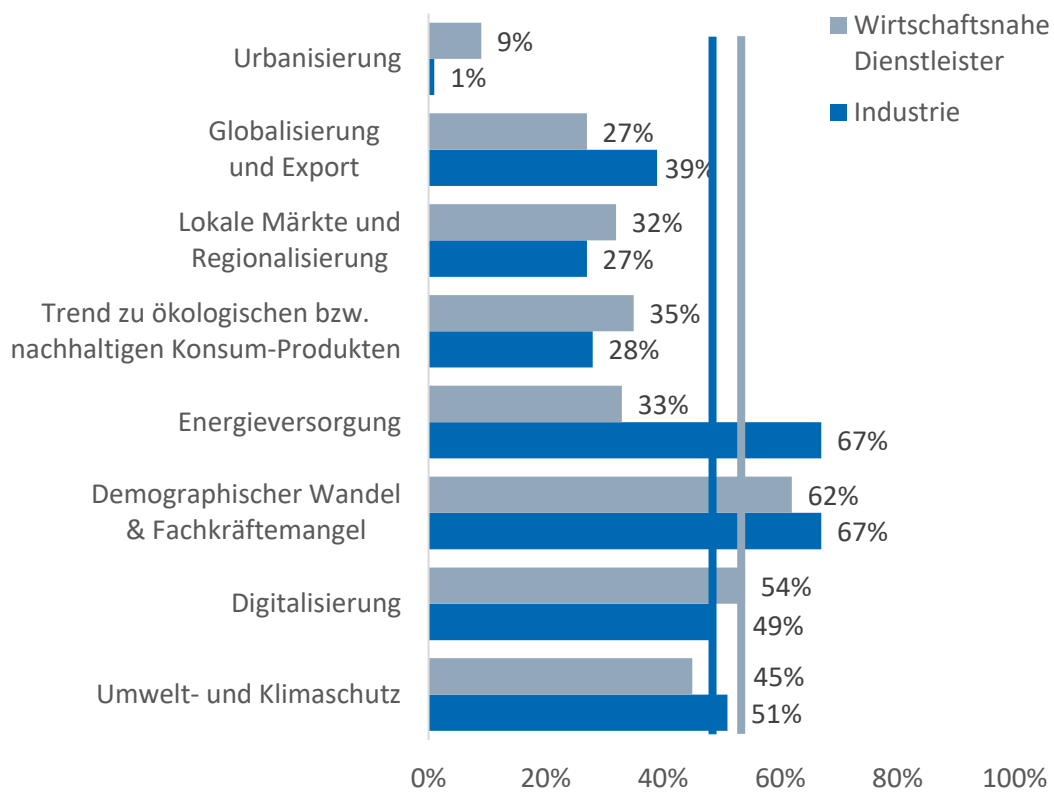
nicht für die Bewältigung der Digitalisierung zur Verfügung stehen. Allerdings kann die Digitalisierung auch bei diesen Trends einen Beitrag zur Bewältigung der Transformationsaufgaben leisten. Ob dies der Fall ist, wurde im Stakeholderprozess diskutiert (siehe Kapitel 4.3).

Die Expertinnen und Experten sehen in den aktuellen Krisen durchaus eine Chance, die Möglichkeiten der Digitalisierung besser zu nutzen. Allerdings weisen die Expertinnen und Experten in den Interviews auch darauf hin, dass die anderen wichtigen Themen durchaus eine Ursache für die langsame Digitalisierung sein könnten. Auch führten die Wirtschaftsinstabilität und der damit verbundene Dauerkrisenmodus – erst die Corona-Pandemie, jetzt der Ukrainekrieg – zur Vernachlässigung der Digitalisierung. Viele der Krisen seien dringendere Herausforderungen, während viele sinnvolle Dinge der Digitalisierung eher eine langfristige Perspektive aufweisen.

Allerdings sind die Unternehmen selbst für ihren wirtschaftlichen Erfolg verantwortlich. Letztlich ist die Bewältigung der Digitalisierung eine Kernaufgabe der Unternehmen. Dies zeigt sich auch bei den DESI-Top-3-Ländern: Dort gilt der Grundsatz, dass diejenigen Unternehmen zurückgelassen werden, die nicht mitdigitalisieren. Gleichzeitig gibt es eine erhebliche Unterstützung der Wirtschaft bei der Bewältigung der digitalen Transformation. Auch in Deutschland kann der Staat die Unternehmen nur informieren und unterstützen, nicht jedoch zur digitalen Transformation zwingen. Diese Auffassung, dass die Verantwortung für die Digitalisierung in erster Linie bei den Unternehmen liegt, wird im Stakeholderprozess von den Expertinnen und Experten geteilt. Mittelständischen Unternehmen tue es ganz gut, alle zwei bis drei Jahre neu zu reflektieren. Dabei würden ihnen neutrale Sichtweisen von außen ganz gut helfen, um neue Potenziale zu identifizieren. Dies spricht für eine Fortführung der Mittelstand-Digital Zentren, die mit neutraler Sichtweise von außen bei der Potenzialidentifizierung digitaler Lösungen helfen.

**Abbildung 4-3: Einfluss von Trends auf das Geschäftsmodell von Unternehmen**

Anteil (eher) starker Einfluss auf Geschäftsmodell in Unternehmen bis 499 Beschäftigte



Anteil (eher) starker Einfluss auf Geschäftsmodell in Unternehmen mit 0 bis 499 Mitarbeitenden

Quelle: IW-Personalpanel, Welle 29 (Frühjahr 2022); n = 740

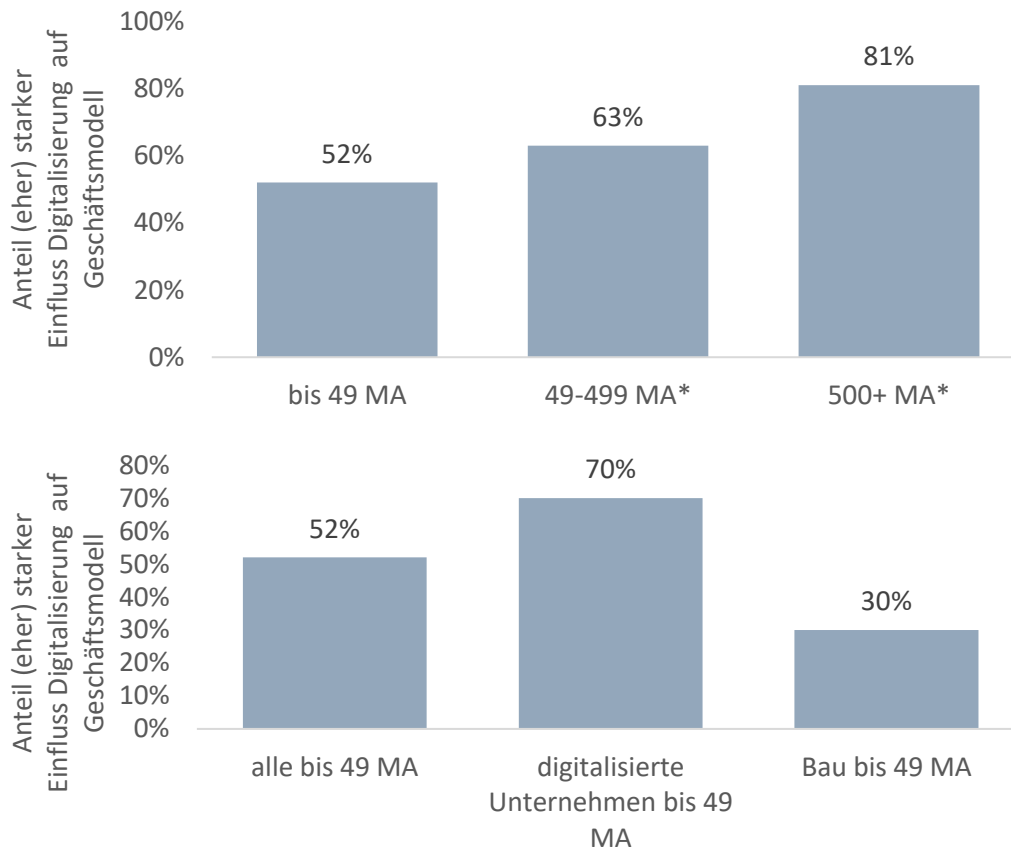
Differenziert nach Unternehmensgröße, erwarten größere Unternehmen ab 500 Beschäftigten sowie Unternehmen im Mittelstand ab 50 Beschäftigten signifikant häufiger einen Einfluss der Digitalisierung auf ihr Geschäftsmodell als kleinere Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten (siehe Abbildung 4-4). Allerdings gibt es auch innerhalb der Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten signifikante Unterschiede: Bereits digitalisierte kleine Unternehmen erwarten ebenfalls deutlich häufiger einen Einfluss der Digitalisierung auf ihr Geschäftsmodell als nicht digitalisierte Unternehmen. Nur sehr selten erwarten kleine Bauunternehmen einen Einfluss auf ihr Geschäftsmodell (siehe Abbildung 4-4). Hier hat der Stakeholderprozess verschiedene Ursachen aufgezeigt. Die Expertinnen und Experten haben in den Interviews darauf hingewiesen, dass in der Bauindustrie gerade bei Kleinunternehmen eine Digitalisierung oftmals nicht erforderlich sei, weil nur wenige Bereiche, wie die Arbeitsplanung und Stunden dokumentation, überhaupt digitalisiert werden könnten. Da der Chef aber mit auf der Baustelle stehe, sei dies letztlich nicht erforderlich. Zudem haben die Stakeholder für das Handwerk aufgezeigt, dass dort in der Vergangenheit kein nennenswerter Wettbewerbsdruck geherrscht habe, der kundenseitig eine erweiterte Digitalisierung erforderlich gemacht hätte. Deshalb habe es kaum Anreize gegeben, die Betriebe zu digitalisieren.

Gleichwohl zeigen die digitalisierten Unternehmen auf, dass die Digitalisierung – wie auch in der Literatur erwartet – einen positiven Einfluss auf das Geschäftsmodell haben kann. Allerdings handelt es sich bei den digitalisierten Unternehmen um die Vorreiter, denen nun die breite Mehrheit folgen muss,

soll die Digitalisierung ein tragender Trend werden. Hier besteht also weiterhin Informationsbedarf für die breite Mehrheit, wie Digitalisierung positiven Einfluss auf das Geschäftsmodell haben kann.

#### Abbildung 4-4: Einfluss der Digitalisierung auf das Geschäftsmodell nach Unternehmenstypen

Anteil (eher) starker Einfluss Digitalisierung auf das Geschäftsmodell in Prozent



Quelle: IW-Personalpanel, Welle 29 (Frühjahr 2022); n = 740

## 4.2 Technologievielfalt

Welche Digitalisierungstechnologien in Deutschland an Bedeutung gewinnen, untersuchen Stich et al. (2021a, 2021b, 2022) systematisch. Sie haben zentrale Trends und Technologien der Wirtschaft am Standort Deutschland gesammelt, analysiert und geclustert. Zudem wurde für jede Technologie ein Reifegrad ermittelt, der Aufschluss über die Machbarkeit gibt. Die Technologien werden in die Technologiefelder Vernetzung, Virtualisierung, Datenverarbeitung, Prozesse, Produkte und Geschäftsmodell zusammengefasst.

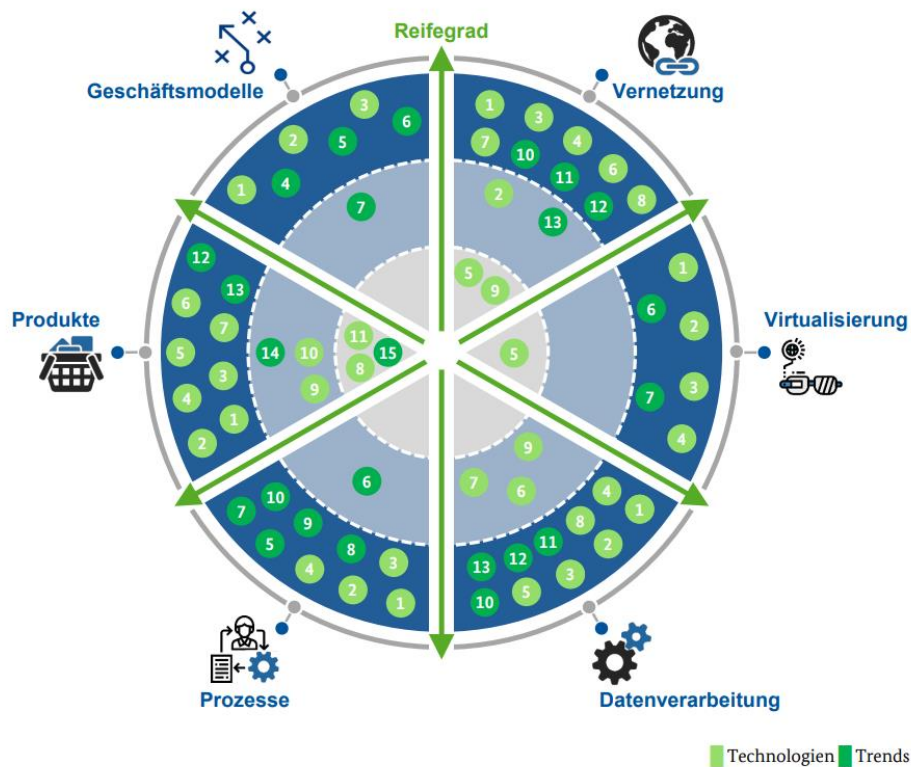
Es liegt bereits der dritte Bericht zu den Technologien vor. Bestimmte Technologien, wie beispielsweise RFID oder Data Mining, wurden im zweiten Bericht neu aufgenommen. Sie sind zwar seit Langem bekannt, aber in jüngster Zeit haben sich hier neue Anwendungsfelder und Potenziale ergeben. Zudem

sind die Herausforderungen bei der Adaption noch nicht überwunden. Andere Technologien, wie Gigabit-WLAN oder Distributed Cloud, wurden entfernt, da sie inzwischen breit adaptiert und heutiger Standard sind (Stich et al., 2021b).

Die Ergebnisse zeigen, dass viele Technologien inzwischen einen hohen technologischen Reifegrad erreicht haben (siehe Abbildung 4-5). Insofern bietet sich dem Mittelstand heute ein anderes Bild als noch im Jahr 2015, als die Reife vieler Technologien noch einen deutlich geringeren Stand aufgewiesen hat. Heute besteht das Problem oftmals weniger in der Weiterentwicklung der technologischen Reife der Technologien als in der Auswahl und wertschöpfenden Anwendung der Technologien in mittelständischen Unternehmen. Gleichwohl gibt es immer wieder auch neue technologische Entwicklungen, bei denen der technologische Reifegrad noch gering ist.

Abbildung 4-5: Hoher technologischer Reifegrad der meisten digitalen Technologien

	I. Vernetzung	II. Virtualisierung	III. Datenverarbeitung
Technologien	I.1. 4G	II.1. Conversational Interfaces	III.1. Artificial Intelligence (AI)
	I.2. 5G	II.2. Augmented Reality (AR)	III.2. Machine Learning
	I.3. Bluetooth 5	II.3. Virtual Reality (VR)	III.3. Deep Learning
	I.4. ZigBee	II.4. Systemvirtualisierung	III.4. Natural Language Processing (NLP)
	I.5. 6G	II.5. <b>Metaverse</b>	III.5. Computer Vision
	I.6. RFID		III.6. Quantum Computing
	I.7. Thread		III.7. Brain-Computer-Interface (BCI)
	I.8. Wi-Fi 6		III.8. <b>Edge AI</b>
	I.9. <b>Web3</b>		III.9. <b>Neuromorphic Computing</b>
Trends	I.10. Internet of Things (IoT)	II.6. Digitaler Schatten	III.10. Data Analytics
	I.11. Cloud Computing	II.7. Digitaler Zwilling	III.11. Process Mining
	I.12. <b>Internet of Behaviors (IoB)</b>		III.12. Data Mining
	I.13. <b>Eventgetriebene IT-Architekturen</b>		III.13. <b>Data-centric AI</b>



Quelle: Stich et al. (2022)

Letztlich zeigt sich in den vorangegangenen Ergebnissen: Digitalisierung ist kein eindimensionales Konzept, sondern sehr heterogen. Dahinter stehen verschiedene Technologien und Anwendungen. Die Digitalisierung äußert sich im Vordringen von Schlüsseltechnologien, die durch Digitalisierung erst ermöglicht wurden. Diese Technologien können nicht nur innerhalb einer Branche, sondern in verschiedenen Anwendungsfeldern in der gesamten Volkswirtschaft eingesetzt werden. Damit haben sie das Potenzial, als entscheidender Faktor im Wettbewerb zwischen ganzen Volkswirtschaften zu wirken (Büchel et al., 2021, SVR, 2021, BMWK 2022). Gleichwohl können nicht alle Technologien/Konzepte in allen Branchen eingesetzt werden. Tabelle 4-1 gibt dazu einen Überblick.

**Tabelle 4-1: Einsatzfelder von digitalen Schlüsseltechnologien**

<b>Schlüsseltechnologie</b>	<b>Land-, Forstwirtschaft und Fischerei</b>	<b>Bau und Industrie</b>	<b>Dienstleistungen (DL)</b>
<b>3-D-Druck</b>		3-D-Druck für Kleinserienfertigung und Prototypen in der Industrie; 3-D-Druck im Test in der Bauindustrie (in China)	Entwicklung neuer datenbasierter Geschäftsmodelle auf Basis der für den 3-D-Druck notwendigen Daten denkbar
<b>Blockchain</b>			Potenzial für Blockchain in diversen DL auch jenseits von FinTech
<b>Künstliche Intelligenz</b>	Geodaten in Verbindung mit KI-Systemen erhöhen die Effizienz und Reaktionsgeschwindigkeit auf Wetterereignisse und Klimawandel.	KI-Anwendungen für Umsetzung von Industrie 4.0 entscheidend. Zudem allgemeine Prozessverbesserungen und KI-basierte Geschäftsmodelle im Verarbeitenden Gewerbe möglich.	KI in wertschöpfungsstarken Dienstleistungen, z. B. Gesundheitswesen
<b>Virtuelle Realität (VR)/Augmented Reality (AR)</b>	Anwendungen in der Landwirtschaft z. B. bei Aussaat und Ernte denkbar	VR- und AR-Systeme setzen sich in der Forschung und Entwicklung sowie in der Planung von Fertigungssystemen durch.	VR-/AR-Anwendungen im Rahmen von Anything as a Service (XaaS), z. B. im Rahmen von Predictive Maintenance Services
<b>5G</b>		Flächendeckende 5G- und Breitbandangebote als Voraussetzung für Industrie 4.0	Flächendeckende 5G- und Breitbandangebote als Voraussetzung für „Services 4.0“
<b>Internet of Things (IoT)</b>	Zur Implementierung von Internet of Things (IoT)	Cyber-physische Systeme mit KI zur Umsetzung von Industrie 4.0. Zur Implementierung von Internet of Things (IoT).	Zur Implementierung von Internet of Things (IoT)
<b>Robotik</b>	Automatische Ernteroboter durch KI möglich	Als Bestandteil cyber-physischer Systeme/Industrie 4.0	Auch Dienstleistungsangebote basieren stärker auf dem Einsatz von „führenden“ Robotern.
<b>Cyber Security</b>	Digitalisierung führt unter anderem zu Netzwerken zwischen verschiedenen Unternehmen und zur einfachen Erfassung von Daten über Unternehmen und Personen. Diese Entwicklungen bergen Chancen für Anwendungen zum Schutz vor Kriminalität (z. B. Spionage, Sabotage und Betrug).		
<b>Cloud Computing</b>		Cloud Computing als (eine) Voraussetzung für Industrie-4.0-Systeme	Neue Dienstleistungsangebote durch Cloud Computing

Ein leerer Kasten bedeutet: kein nennenswerter Einfluss

Quelle: Kempermann et al. (2019)



Es gibt eine Vielzahl digitaler Technologien, deren technologische Reife vorangeschritten ist und die in Zukunft eine wirtschaftliche Rolle spielen werden. Welche der vielen Technologien einzelne Unternehmen einsetzen werden, hängt von den individuellen Herausforderungen und Ausgangsbedingungen ab. Insofern lässt sich aus den Untersuchungen zu den digitalen Technologien und Trends nicht direkt ableiten, welche Technologien der Mittelstand in den kommenden Jahren verstärkt einsetzen wird. Vor diesem Hintergrund ist die Aussage aus dem Stakeholderprozess, dass ein Überblick über die vorhandenen Technologien wichtig sei, als Aufforderung zu verstehen, auch zukünftig umfassende Informationen zu digitalen Technologien bereitzustellen. Insofern spricht diese Aussage für eine Fortführung der Mittelstand-Digital Zentren als wichtige Informationsquelle für den Mittelstand. Gleichzeitig stehen nicht wenige Betriebe, die nicht die Kapazitäten haben, sich intensiv mit allen Technologien zu befassen, vor einem Auswahlproblem: Sie müssen diejenige digitale Technologie einfach identifizieren können, deren Einsatz ihnen einen wirtschaftlichen Nutzen, also einen Business Case, verspricht.

Dass nicht jede Technologie für jedes Unternehmen relevant ist, zeigt sich anhand der Baubranche. In der Bauwirtschaft werden von den Expertinnen und Experten in den Interviews die digitale Arbeitsplanung sowie die digitale Arbeitszeiterfassung als Basisanforderungen für kleine und mittlere Unternehmen gesehen. Zugleich wird darauf hingewiesen, dass es in der Baubranche viele Einmannunternehmen gebe, die keine digitalen Unterstützungstools benötigen. Andere digitale Technologien spielen in der Breite der Baubranche weniger eine Rolle: So sei das Building Information Modeling (BIM) eine High-End-Technologie im Bauwesen. Neben den technologischen Herausforderungen sind mit dem BIM auch viele organisatorische Herausforderungen verbunden. Allerdings ist diese Technologie kein Nischenprodukt, ist sie doch bei Bauprojekten des Bundes seit dem Jahr 2023 zwingend vorgeschrieben. 3-D-Druck sei eher ein Thema der Zukunft. Andere Technologien wie künstliche Intelligenz, Robotik oder Blockchain würden im Bauwesen überhaupt nicht genutzt beziehungsweise seien nur sehr gering verbreitet. Die künstliche Intelligenz könne laut den Expertinnen und Experten in der Baubranche dann eine Rolle spielen, wenn es vorhandene Marktlösungen gibt und sie in eine Software eingehe. Hier könne die KI den Betrieben helfen, ihre Reaktion auf eine Ausschreibung zu beschleunigen, indem beispielsweise vergleichbare Projekte mit der Ausschreibung abgeglichen und Preisvorschläge durch die KI gemacht werden. Dagegen sei nicht zu erwarten, dass die Baubranche mit KI experimentiert und eigene KI-Lösungen entwickelt.

Eine relativ hohe Bedeutung scheint in Zukunft der künstlichen Intelligenz zuzukommen. Die künstliche Intelligenz (KI) ist ein Stichwort, das derzeit eine Lösung auf viele Fragen zu bieten scheint. Dahinter steht eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien, die mögliche sinnvolle Anwendungen versprechen. Die Expertinnen und Experten sehen in der KI durchaus viele Chancen, weisen aber zugleich darauf hin, dass es realistische Angaben für die Unternehmen bräuchte. Da es sich in vielen Fällen um eine neue Technologie handle, könne keine Investitionsrechnung angestellt werden, weil die Wertschöpfung noch gar nicht abzusehen sei. Zudem bestünden hohe Risiken bei der Entwicklung eigener Lösungen; voraussichtlich würden 90 Prozent keine produktiven, wirklich wertschöpfenden KI-Lösungen schaffen. Gleichzeitig weisen die Expertinnen und Experten auf die Rolle von Datensätzen hin, die benötigt werden, um die KI trainieren zu können. Um hier Verbesserungen zu erreichen, sollte die Forschungsförderung den Auf- und Ausbau entsprechender Datensätze, die den Unternehmen zur Verfügung gestellt werden, unterstützen. Nicht wenige Expertinnen und Experten sehen in der künstlichen Intelligenz derzeit eher einen Hype, der durch ChatGPT ausgelöst wurde. Allerdings könne KI nicht alles ersetzen. Außerdem werde eine fachliche Anbindung benötigt, da KI nur in Kombination mit anderem zu Disruption führen könne. Fortgeschrittene KI-User und (Weiter-)Entwickler dürften eher Großunternehmen werden. Sehr viele Unternehmen im Mittelstand würden ein solches Level wahrscheinlich eher nie erreichen. Stattdessen werde KI im breiten Mittelstand eher ein Beiprodukt bleiben. Eine verbreitete Anwendung wird erwartet, wenn KI als fertiges Tool anwendbar ist. Als Anwender der KI müsse man nach Ansicht der Expertinnen und Experten die Ergebnisse und erfolgreichen Praxisprojekte (Best-Practice-Beispiele) sehen, denen man folgen kann. Gleichwohl dürfte es spezialisierte KMU

beziehungsweise Start-ups vor allem im Bereich der wirtschaftsnahen Dienstleister geben, die spezielle Lösungen für breitere Anwendungsprobleme entwickeln und diese Lösungen an Unternehmen im Mittelstand vertreiben. Auch dürften größere mittelständische Unternehmen aus der Industrie nach KI-Lösungen suchen.

Gleichwohl bietet die künstliche Intelligenz aus Sicht von Expertinnen und Experten der Industrie viele Chancen für die Verbesserung interner Prozesse und für die Qualitätsverbesserung. In diesen Bereichen werde künstliche Intelligenz bereits genutzt. Aus Sicht von Expertinnen und Experten des Handwerks ist künstliche Intelligenz gerade eher ein Hype. Für das Handwerk sei KI noch nicht so relevant. KI werde eher ein Beiprodukt in vorhandenen Softwarelösungen bleiben, aber nicht als eigenständige Lösung durch einzelne Unternehmen entwickelt. Im Workshop zu den wirtschaftsnahen Dienstleistern wurde darauf hingewiesen, dass nicht jedes Unternehmen KI-Experte werden müsse. Vielmehr wolle der Mittelstand fertige Lösungen von der Stange. Darüber hinaus müsse eher das Vertrauen in KI und KI-Tools in der Belegschaft gefördert werden. Aus Sicht der Expertinnen und Experten aus den gesellschaftsnahen Dienstleistungen nutzen Unternehmen lediglich KI, kaum jemand habe aber eine originäre KI-Entwicklung. Dies liege auch daran, weil der Nutzen individueller KI-Projekte, wie Stand-alone-Chatbots oder Analyse-Tools, oftmals schwer vorherzusagen sei. Im Handel schaffe derzeit nur eine Handvoll an Pionieren den Einsatz von KI-Anwendungen.

### 4.3 Beitrag der Digitalisierung zur Nachhaltigkeit

Deutschland setzt die 17 globalen Nachhaltigkeitsziele (Sustainable Development Goals, kurz SDGs) der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen mit der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie um. Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der Gegenwart so zu befriedigen, dass die Möglichkeiten zukünftiger Generationen nicht eingeschränkt werden. Dabei sollen die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökonomie, Ökologie und Soziales – gleichberechtigt betrachtet werden. Um die globalen Ressourcen langfristig zu erhalten, sollte Nachhaltigkeit die Grundlage aller politischen Entscheidungen sein.

In der Digitalisierung werden große Chancen für eine nachhaltige Entwicklung gesehen. So ermöglichen mit der Digitalisierung verbundene Innovationen deutliche Effizienzsteigerungen, was zu Kostensenkungen, Wohlstandsgewinn sowie geringeren Energie- und Ressourcenverbräuchen führt. Weiterhin ermöglicht die Digitalisierung neue wirtschaftliche Ansätze für Klimaschutz, Kreislaufwirtschaft und zur Anpassung an den Klimawandel. Auf der Gegenseite führt Digitalisierung selbst auch zu höheren Energieverbräuchen und steigert den Bedarf an kritischen Ressourcen wie seltenen Erden (BMWK, 2024).

Das BMWK setzt sich für die Nachhaltigkeitsziele ein und ist federführend bei der Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele „Bezahlbare und saubere Energie“ (SDG 7), „Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum“ (SDG 8) und Klimaschutz (SDG 13). In diesem Zusammenhang unterstützt das bundesweite Netzwerk „Mittelstand-Digital“ den Mittelstand, insbesondere KMU, Handwerk und Start-ups, bei allen Aspekten der nachhaltigen Digitalisierung. Die 29 Zentren sensibilisieren, informieren, qualifizieren und bieten konkrete Anschauungs- und Erprobungsmöglichkeiten, auch zu Themen wie Energie- und Ressourceneffizienz, Kreislaufwirtschaft oder KI (BMWK, 2024).

## Beitrag der Digitalisierung zur Nachhaltigkeit aus Sicht der Literatur

Der Beitrag der Digitalisierung auf die Nachhaltigkeit wird in der Literatur intensiv diskutiert. Die Ergebnisse von Chatzistamoulou (2023) deuten darauf hin, dass die digitale Transformation den Übergang zur Nachhaltigkeit fördert. Wie stark sich die Digitalisierung auf die Nachhaltigkeitsziele auswirken wird, ist nach Ansicht von Mäkitie et al. (2023) abhängig von der Art der Innovation, die mit der Digitalisierung verbunden ist. Während inkrementelle Zwillingsinnovationen lediglich aktuelle nicht nachhaltige Systeme optimieren, können radikale Zwillingsinnovationen das größte Potenzial für Nachhaltigkeitsübergänge besitzen, da sie mit einem Strukturwandel verbunden sind. Mouthaan et al. (2023) zeigen anhand einer Literaturanalyse, dass viele Studien eine eher reduktionistische, deterministische und optimistische Linse auf die (potenziellen) Nachhaltigkeitseffekte digitaler Technologien einnehmen. Die digitale Transformation kann sich als befähigender und fördernder Faktor für die Nachhaltigkeit erweisen. Gleichzeitig kann die digitale Transformation sich negativ auf die Nachhaltigkeit auswirken, insbesondere aufgrund des hohen Energieverbrauchs in der Dimension Ökologie (Robertson/Lapina, 2023).

In der wissenschaftlichen Literatur wird allerdings schon deutlich länger diskutiert, ob die Digitalisierung zur Steigerung der Energieeffizienz beitragen kann. Früh gab es Stimmen, die von positiven Auswirkungen ausgingen (Kander et al., 2013) und ein „grünes Wachstum“ erwarteten (Perez, 2013). Genauso früh wurde dieser Zusammenhang bestritten (Williams, 2011), auf Nachfragesteigerungen (Reboundeffekt) durch die höhere Energieeffizienz (Galvin, 2015) und auf den Energiebedarf der Digitalisierung hingewiesen.

Es hat sich gezeigt, dass die Steigerung der Energieeffizienz durch die Digitalisierung in vielen Bereichen noch in den Anfängen steckt. In vielen Bereichen werden positive Effekte durch die neuen Technologien erwartet. Lange et al. (2020) untersuchen vier Aspekte der Digitalisierung und des Energieverbrauchs, die alle zusammenhängen: den direkten Energieverbrauch des IKT-Sektors, den verringerten Energiebedarf aufgrund der Verwendung digitaler Technologien und die damit einhergehenden Reboundeffekte, das durch die Digitalisierung hervorgerufene wirtschaftliche Wachstum und den damit verbundenen Energieverbrauch sowie den mit der Digitalisierung verbundenen strukturellen Wandel hin zu weniger energieintensiven Branchen. Da die steigernden Effekte bislang stärker ausfallen als die senkenden Effekte, geht die Digitalisierung nach ihren Berechnungen bislang mit einem erhöhten Energieverbrauch einher. Nach ihrer Ansicht kann Digitalisierung nur dann zukünftig zur Stärkung der Nachhaltigkeit beitragen, wenn die senkenden Effekte realisiert werden können, ohne zugleich die steigernden Effekte auszulösen. Pohl et al. (2019) zeigen auf, dass Lebenszyklusanalysen (LCA) das Mittel der Wahl bei der Bestimmung der Effekte sind. Sie haben die wissenschaftliche Literatur systematisch dahingehend ausgewertet, welche Bereiche untersucht wurden und ob die in Fallstudien verwendeten LCA auch umfassendere Effekte berücksichtigt haben. Sie kommen zu dem Schluss, dass bislang erst wenige Bereiche untersucht sind und zudem umfassendere Effekte meist unberücksichtigt bleiben. Gleichwohl ist die Datenverfügbarkeit zu einer genaueren Beurteilung oftmals noch unzureichend und indirekte Effekte wie Verhaltensänderungen sind schwer zu prognostizieren. In der Literatur sind die Gesamtauswirkungen der Digitalisierung als Mittel zur Steigerung der Energieeffizienz damit nicht eindeutig geklärt (Court/Sorrell, 2020).

Insgesamt zeigt die Literatur bei den Ergebnissen ein „Sowohl-als-auch“. In naher Zukunft sind hier keine abschließenden Ergebnisse zu erwarten, da es sich bei der Digitalisierung um einen laufenden Prozess handelt, dessen Ergebnis erst ex post gemessen werden kann. Allerdings sind auch ex post widersprüchliche Ergebnisse zu erwarten, wie die unterschiedlichen Messkonzepte in der Literatur zeigen.

## Digitalisierung und Nachhaltigkeit aus Sicht der Unternehmen

Aus Sicht der Unternehmen stehen wirtschaftliche Ziele im Fokus der Digitalisierung. Aus Sicht der Industrie und der Bauwirtschaft werden mit der Digitalisierung aber auch Ziele im Bereich der Material-/Energieeffizienz verfolgt. Insofern zählt die Digitalisierung auch auf die Nachhaltigkeitsdimension Ökologie ein (siehe Abbildung 4-6).

Aus Sicht der Stakeholder stehen die wirtschaftlichen Ziele bei der Digitalisierung im Fokus. Die Expertinnen und Experten berichten, dass mit der Digitalisierung in den Unternehmen vor allem wirtschaftliche Ziele verfolgt werden und diese im Vergleich zu anderen Zielen auf jeden Fall die größte Rolle spielen. Die Wirtschaftlichkeit entscheidet bei der Digitalisierung – sie muss sich lohnen. Für viele Unternehmen im Mittelstand bedeute Digitalisierung einen harten Umstieg mit hohen Investitionen. Im Mittelstand müsse zudem der Return on Invest (RoI) immer sehr früh erreicht sein, damit der Mittelstand sich zu einer Investition entschließt. Allerdings wird auch von den Expertinnen und Experten darauf hingewiesen, dass die Digitalisierungsprojekte nicht immer gut durchgerechnet sind, sondern auch Bauchentscheidungen getroffen werden. Gleichwohl müsse dann aber zumindest eine Erwartung für einen Return vorhanden sein.

Ökologische Nachhaltigkeitsziele können nach Ansicht der Expertinnen und Experten durch die Digitalisierung ebenfalls erreicht werden. Diese Ziele hätten bei Digitalisierung aber nicht oberste Priorität, sondern Wirtschaftlichkeitsziele. Zudem sei die Nachhaltigkeit oftmals noch kein primäres Ziel, das die Kunden beim Unternehmen adressierten. Daher sehen die Expertinnen und Experten die Nachhaltigkeit eher nicht als Treiber der Digitalisierung. Die Digitalisierung könne dennoch helfen, mehr ökologische Nachhaltigkeit zu erreichen. Allerdings sei die Digitalisierung auch kein Allheilmittel bei dem Erreichen der ökologischen Nachhaltigkeit. Die Digitalisierung wird eher als ein Werkzeug für die ökologische Nachhaltigkeit angesehen: Oftmals müssten zuerst Daten erhoben werden, um die Prozesse nachhaltiger zu gestalten. So könnten in der Logistik durch die Digitalisierung Leerfahrten vermieden und der Einkauf angepasst werden. Mit Smart Metern könne der Bereich Wärme und Kälte besser gesteuert werden. Zudem wird für eine CO<sub>2</sub>-Reduzierung ein CO<sub>2</sub>-Audit benötigt. Die Nachhaltigkeitsthemen könnten durch die Digitalisierung visualisiert und vorangetrieben werden. Allerdings seien es meist physische Maßnahmen, wie Dämmung und so weiter, die am Ende die Energieeffizienz steigern und stark auf die ökologische Nachhaltigkeit einzahlen. Daher würden eher physische Maßnahmen und weniger digitale Tools für mehr ökologische Nachhaltigkeit gebraucht. Wie schon in der Literatur weisen auch die Expertinnen und Experten auf mögliche negative Aspekte der Digitalisierung für die Nachhaltigkeit hin. Genannt wird hier der CO<sub>2</sub>-Ausstoß, der mit dem Betrieb von Rechenzentren entsteht. Deshalb bedeute Digitalisierung nicht per se mehr Nachhaltigkeit. Bei der ökologischen Nachhaltigkeit weisen die Expertinnen und Experten zudem darauf hin, dass sich Industrieunternehmen deutlich stärker mit dem Thema ökologische Nachhaltigkeit auseinandersetzen müssen als Dienstleister. Somit nehme die ökologische Nachhaltigkeit bei Industrieunternehmen einen größeren Raum ein als bei Dienstleistern; dieser Zusammenhang zeigte sich auch schon in den Befragungen (siehe oben Abbildung 4-3). Die Digitalisierung könne aus Sicht der Expertinnen und Experten den Industrieunternehmen helfen, nachhaltiger zu werden.

**Abbildung 4-6: Gründe für die Digitalisierung in bereits digitalisierten Unternehmen**

Anteil „Stimme voll zu“ in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 35 (Frühjahr 2020); n = 296

Allerdings ist das Bild in den Unternehmen deutlich differenzierter. Wirtschaftsnahe Dienstleister erreichen nur selten durch die Digitalisierung Kosteneinsparungen. Gleichwohl trägt die Digitalisierung aus Sicht der Unternehmen deutlich zur Stärkung der Wettbewerbsposition bei, häufig auch zu Imagepflege und Marketing sowie zur sozialen Verantwortung. Digitale Vorreiter unter den wirtschaftsnahen Dienstleistern berichten zudem häufiger, dass Vorteile bei der Arbeitgeberattraktivität und der sozialen Verantwortung realisiert werden können (siehe Abbildung 4-7).

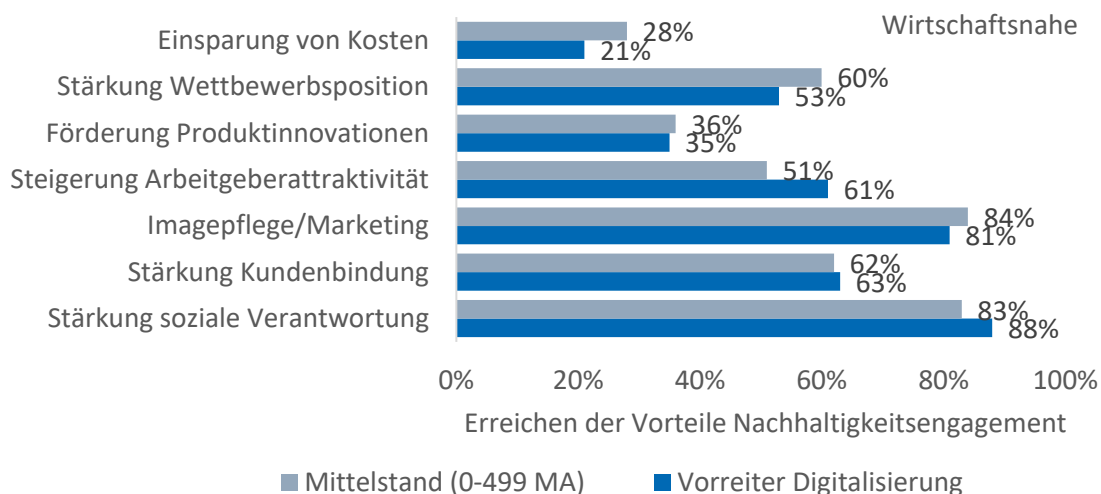
Auch in der Industrie und Bauwirtschaft trägt die Digitalisierung sehr häufig zu Imagepflege und Marketing sowie zur sozialen Verantwortung bei. Die Vorreiter der Digitalisierung in der Industrie und Bauwirtschaft berichten im Vergleich deutlich häufiger, dass die Digitalisierung ihre Wettbewerbsposition stärke und Kosten senke. Insofern zahlen sich die gesteigerte Material- und Energieeffizienz hier aus (siehe Abbildung 4-7). Insgesamt scheint sich die Unterstützung des Mittelstands bei digitalen Lösungen tendenziell auch bei den Nachhaltigkeitszielen auszuzahlen.

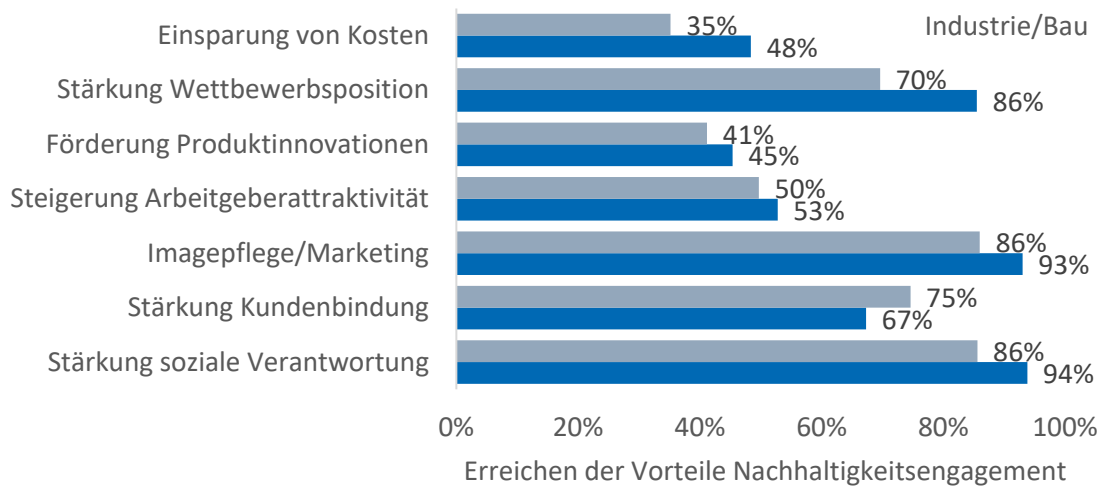
Die Steigerung der Arbeitgeberattraktivität scheint digitalen Vorreitern etwas besser zu gelingen als allen digitalisierten Unternehmen (siehe oben Abbildung 4-7). Damit scheint die Digitalisierung einen Beitrag zu einer der größten Herausforderungen von Unternehmen, der Fachkräftesicherung (siehe oben Abbildung 4-3), zu leisten. Gleichwohl wird die Digitalisierung von den Stakeholdern nicht als

Allheilmittel für die Arbeitgeberattraktivität angesehen. Aus Sicht der Expertinnen und Experten könne die Digitalisierung auf die Arbeitgeberattraktivität einzahlen. Allerdings sei die Steigerung der Arbeitgeberattraktivität nicht der Hauptgrund für die Digitalisierung, sondern eher ein positiver Nebeneffekt.

Oftmals wird Digitalisierung, wie die Möglichkeit zu Remote Work, von den Expertinnen und Experten in den Interviews als eine wichtige Facette der Arbeitgeberattraktivität angesehen, aber nicht als die ausschließliche. Flexible Arbeitszeiten und ein flexibles Arbeitsumfeld seien ebenso relevant. Weiterhin könne der soziale und ökologische Impact des Unternehmens für die Arbeitgeberattraktivität wichtig sein. Aus Sicht der Expertinnen und Experten der gesellschaftsnahen Dienstleistungen können Digitalisierungsmaßnahmen allerdings durchaus vom Schaffen eines attraktiven Arbeitsplatzes motiviert sein. Digitalisierung könne ein Unternehmen attraktiver machen, das Image verbessern, und auch Remote Work sei attraktiv. Junge Menschen seien digitalaffin und mit digitalen Tools aufgewachsen, weshalb sie nicht zu Papier und Stift zurückkehren wollten. Gleichzeitig wird von den Expertinnen und Experten der gesellschaftsnahen Dienstleistungen darauf hingewiesen, dass nicht nur die Digitalisierung wichtig sei, sondern auch die physische Arbeitsumgebung und Hybridität. Auch im Handwerk könne die Digitalisierung laut den Expertinnen und Experten einen Beitrag leisten, da die Abschaffung einer Zettelwirtschaft von den Beschäftigten sehr begrüßt werde und die Nutzung von Social Media für Employer Branding zielführend sei. Zudem wolle der Nachwuchs in einer modernen, digitalen Arbeitsumgebung arbeiten, weshalb er sich eher für denjenigen Handwerksbetrieb entscheide, wo digitale Tools genutzt werden.

**Abbildung 4-7: Erreichte Ziele durch Digitalisierung**





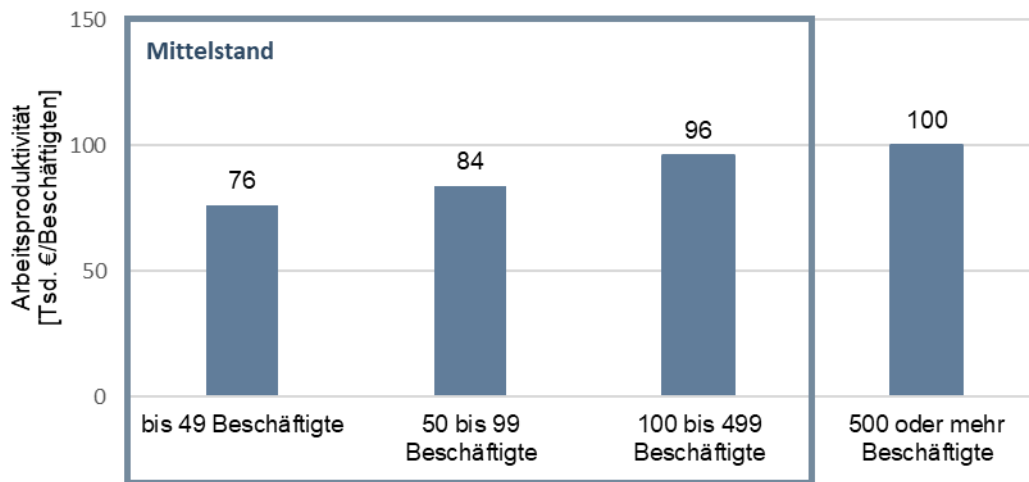
Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021); n = 789

Weitere interessante Erkenntnisse gibt es bezüglich des Zusammenspiels von Digitalisierung und ökonomischer Nachhaltigkeit im Sinne der Arbeitsproduktivität im industriellen Mittelstand. Beim Blick auf die Arbeitsproduktivität nach Betriebsgröße ergibt sich in Abbildung 4-8 zunächst ein deutliches Größengefälle zwischen Kleinstbetrieben (bis 49 Beschäftigte) und kleinen Betrieben (zwischen 49 und 99 Beschäftigte) auf der einen Seite und den großen Mittelständlern (zwischen 100 und 499 Beschäftigte) und Großbetrieben (500+ Beschäftigte) auf der anderen Seite. Lag die Arbeitsproduktivität für Kleinst- und kleine Betriebe im Jahr 2022 bei 76.000 Euro Umsatz je Beschäftigten beziehungsweise 84.000 Euro je Beschäftigten, lag sie bei den großen Mittelständlern sowie Großbetrieben jeweils bei etwa 100.000 Euro. Hieraus lässt sich zum einen schließen, dass größere Mittelständler eine tendenziell höhere Arbeitsproduktivität aufweisen als kleinere, es zum anderen aber keinen statistischen Unterschied bei der Arbeitsproduktivität zwischen großem Mittelstand und Großbetrieben gibt. Der Größeneffekt nimmt hinsichtlich der Arbeitsproduktivität somit ab 100 Beschäftigten in der Industrie deutlich ab.

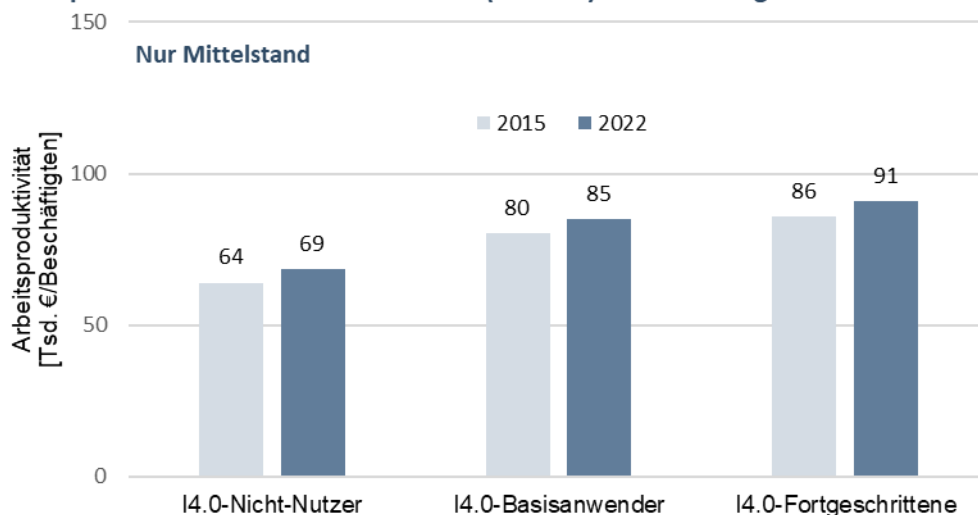
Weiterführende Analysen zum Zusammenspiel der I4.0-Readiness eines Betriebs und dessen Arbeitsproduktivität zeigen für den industriellen Mittelstand einen positiven Zusammenhang: Je höher der Digitalisierungsgrad eines Mittelständlers, desto höher auch dessen Arbeitsproduktivität. Allerdings ist der signifikante Sprung hier zwischen den I4.0-Nicht-Nutzern und den I4.0-Basisanwendern zu erkennen. Die Differenz lag hier sowohl im Jahr 2015 als auch im Jahr 2022 bei jeweils 16.000 Euro je Beschäftigten. Der Unterschied zwischen den I4.0-Basisanwendern und den I4.0-Fortgeschrittenen fällt mit 6.000 Euro je Beschäftigten dagegen vergleichsweise gering aus. Dies bedeutet, dass bereits geringfügige Digitalisierungsmaßnahmen in der Produktion einen wesentlichen Einfluss auf die Arbeitsproduktivität von mittelständischen Industriebetrieben nehmen können und positive Produktivitätseffekte nicht erst bei Spitzenanwendungen zum Tragen kommen. Interessanterweise ergeben sich beim Einstieg in die I4.0 sogar größere Produktivitätszuwächse als beim Übergang in die I4.0-Spitzenanwendungen. Dies ist vermutlich auf einen abnehmenden Grenznutzen zusätzlicher Digitalisierungsmaßnahmen und auf Produktivitätsfortschritte zurückzuführen (vergleiche hierzu auch Lerch et al., 2017). Des Weiteren ergab sich im Vergleich der Jahre 2015 und 2022 ein positiver Trend bei der Arbeitsproduktivität über alle I4.0-Stufen hinweg, der im Schnitt bei 5.000 Euro je Beschäftigten lag. Eine divergente Entwicklung zwischen stärker digitalisierten und weniger digitalisierten Betrieben ist beim Produktivitätswachstum im Zeitverlauf somit nicht festzustellen.

**Abbildung 4-8: Arbeitsproduktivität im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness**

**Arbeitsproduktivität nach Betriebsgröße (Median) - 2022**



**Arbeitsproduktivität nach I4.0-Readiness (Median) - Entwicklung 2015 zu 2022**



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, 2022, Fraunhofer ISI

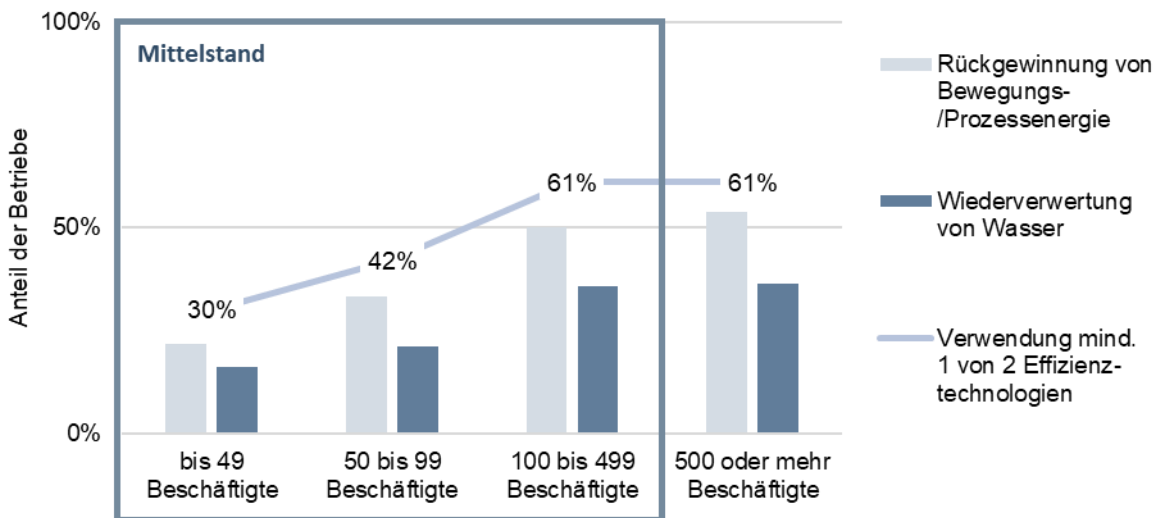
Ebenso interessant ist das Zusammenspiel von Digitalisierung und ökologischer Nachhaltigkeit im industriellen Mittelstand. Hier zeigen die Analysen der *Modernisierung der Produktion* 2022, dass ein relevanter Anteil der mittelständischen Betriebe bereits auf Effizienztechnologien in ihrer Produktion setzt. Große Mittelständler sowie Großbetriebe sind dabei gleichermaßen aktiv, die kleinen und Kleinstbetriebe nutzen diese Technologien jedoch deutlich seltener. In Abbildung 4-9 ist die Nutzung zweier nachhaltiger Produktionstechnologien am Beispiel der Rückgewinnung von Bewegungs- oder Prozessenergie sowie der Wiederverwertung von Wasser dargestellt. Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten nutzen zu 30 Prozent mindestens eines der beiden Verfahren. Bei Betrieben mit mindestens 100 Beschäftigten liegt der Wert bei 61 Prozent, wobei keine höheren Anteile realisiert werden, wenn es sich um Großbetriebe mit mehr als 500 Beschäftigten handelt. Ähnlich wie bei der Arbeitsproduktivität ist also auch beim Einsatz nachhaltiger Produktionstechnologien ein nachlassender Größeneffekt ab etwa 100 Beschäftigten zu erkennen. Vertiefende Regressionsanalysen zeigen, dass neben der Betriebsgröße auch die Branchenzugehörigkeit, Produktionscharakteristika, wie Produktkomplexität und Seriengröße, sowie die I4.0-Readiness den Einsatz dieser Effizienztechnologien bestimmen. Der Effekt



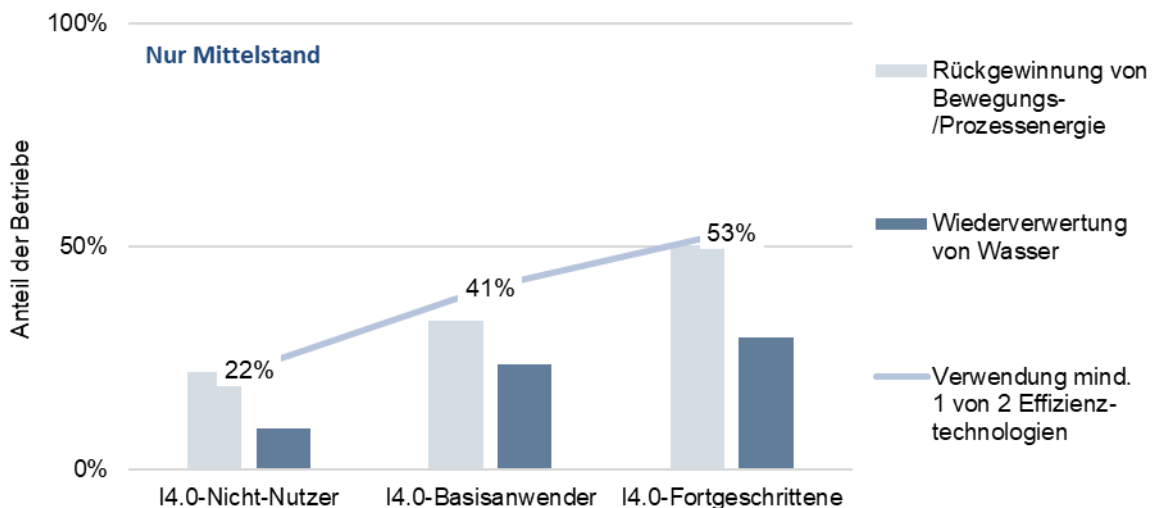
der I4.0-Readiness zeigt sich bei der Nutzung der beiden nachhaltigen Produktionstechnologien besonders deutlich (vergleiche Abbildung 4-9 unten). Nur 22 Prozent der Betriebe ohne I4.0-Anwendungen (Nicht-Nutzer) nutzen mindestens eine der beiden nachhaltigen Produktionstechnologien, während es bei den I4.0-Basisanwendern bereits 41 Prozent und bei der Gruppe der I4.0-Fortgeschrittenen sogar 53 Prozent sind, die auf mindestens eine der beiden untersuchten Effizienztechnologien zurückgreifen. Somit lässt sich schlussfolgern, dass die Industrie 4.0 den Einsatz von nachhaltigen Produktionstechnologien in Betrieben zusätzlich begünstigt beziehungsweise, dass der Einsatz digitaler und nachhaltiger Produktionstechnologien tendenziell damit einhergeht.

**Abbildung 4-9: Nutzung nachhaltiger Produktionstechnologien im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness**

**Nutzung nachhaltiger Produktionstechnologien nach Betriebsgrößen - 2022**



**Nutzung nachhaltiger Produktionstechnologien nach I4.0-Readiness - 2022**



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion 2022*, Fraunhofer ISI

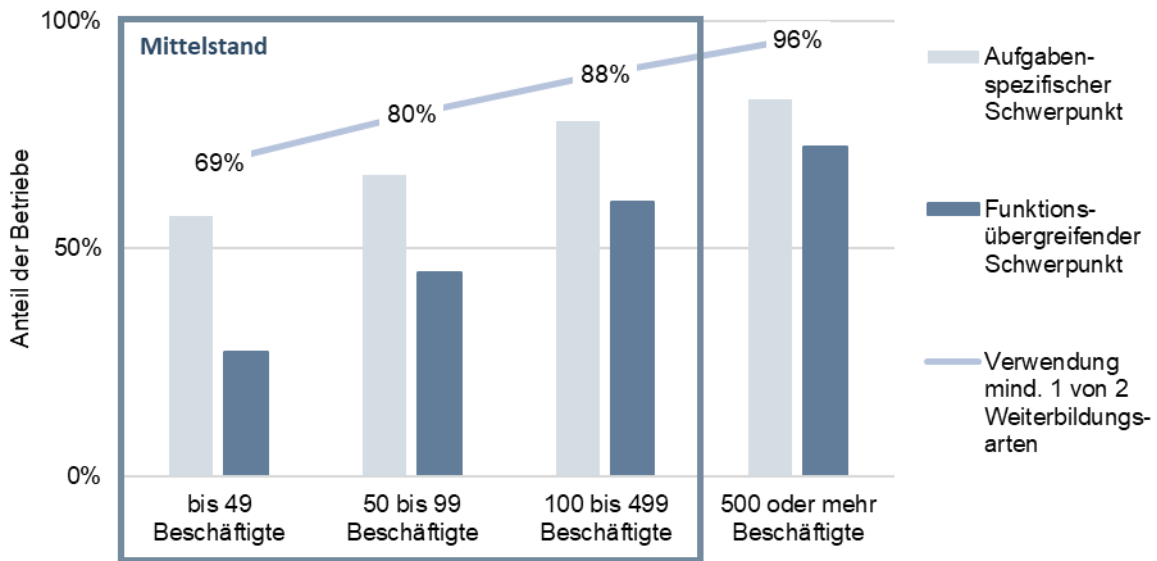
Die Analysen zur sozialen Nachhaltigkeit im industriellen Mittelstand betrachten die Nutzerquoten verschiedener Schulungs- und Weiterbildungsangebote unter den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes im Jahr 2022. In Abbildung 4-10, oben, sind dafür aufgabenspezifische und funktionsübergreifende

Schulungsangebote nach Betriebsgrößenklassen dargestellt. Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten bieten lediglich zu 69 Prozent mindestens eines der Schulungsangebote an, während es bei großen Mittelständlern 88 Prozent und bei Großbetrieben sogar 96 Prozent sind. Es zeigt sich also auch bezüglich des Schulungs- und Weiterbildungsangebots ein deutliches Größengefälle zwischen Großbetrieben und dem Mittelstand, wobei insbesondere die kleineren Mittelständler deutlich seltener funktionsübergreifende Schulungen anbieten als die großen Mittelständler oder die Großbetriebe. Anders als bei der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit ist bei der sozialen Nachhaltigkeit ein Unterschied zwischen großem industriellen Mittelstand und den Großbetrieben festzustellen. Folglich gilt, dass die Betriebsgröße in der Industrie einen durchgehend positiven Effekt auf die Wahrscheinlichkeit hat, dass Schulungs- und Weiterbildungsangebote den Beschäftigten offeriert werden.

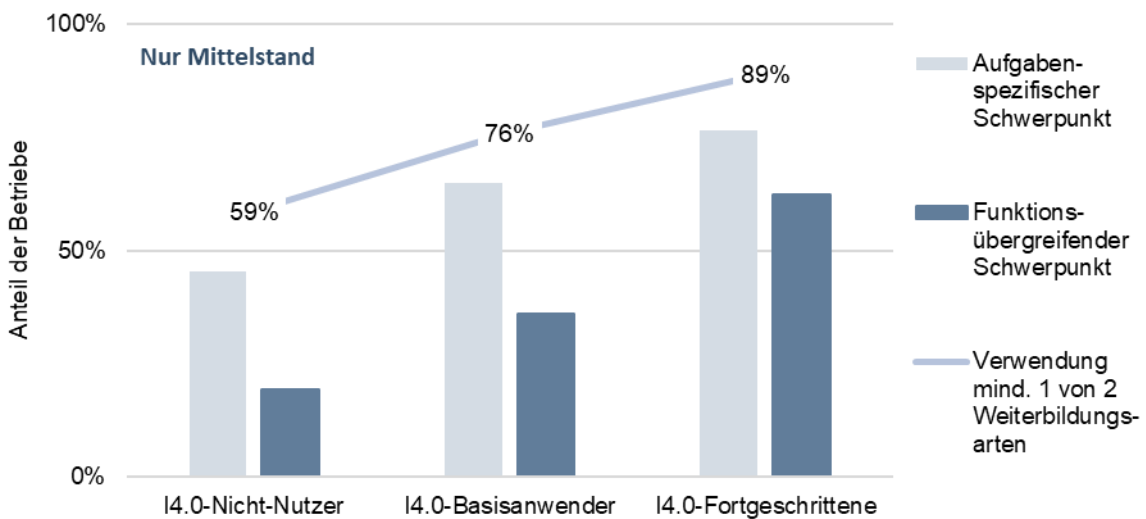
Ebenfalls zeigt sich, dass Betriebe mit einer höheren I4.0-Readiness auch Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen anbieten. Dies wird in Abbildung 4-10, unten, insbesondere auch für den Mittelstand deutlich. Betriebe ohne I4.0-Nutzung weisen lediglich zu 59 Prozent ein Schulungs- und Weiterbildungsangebot auf, wohingegen es bei den I4.0-Basisanwendern bereits 76 Prozent und bei den I4.0-Fortgeschrittenen sogar 89 Prozent sind. Wie bereits bei der ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit spielt in der Industrie folglich auch für die soziale Nachhaltigkeit die Digitalisierung eine positive Rolle.

**Abbildung 4-10: Schulungs- und Weiterbildungsangebote im industriellen Mittelstand und Einfluss der I4.0-Readiness**

**Schulungs- und Weiterbildungsangebot nach Betriebsgröße - 2022**



**Schulungs- und Weiterbildungsangebot nach I4.0-Readiness - 2022**



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2022, Fraunhofer ISI

# 5 Hemmnisse der Digitalisierung im Mittelstand

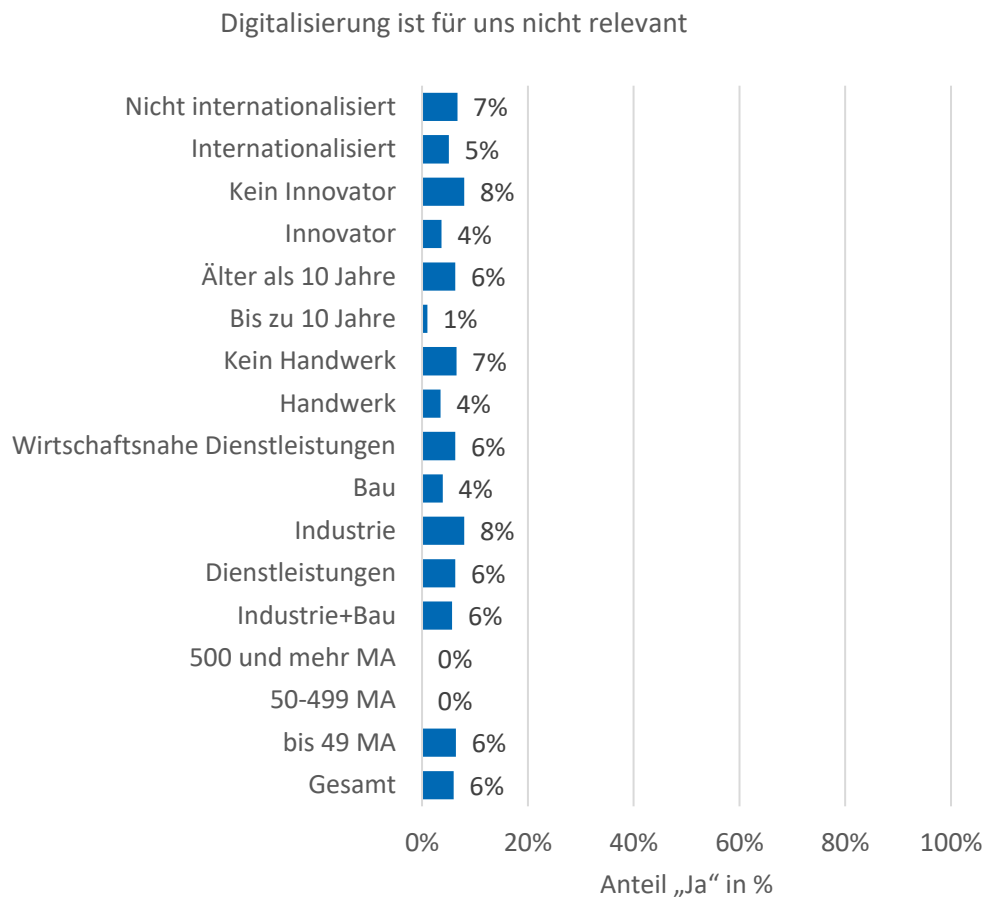
Die Hemmnisse stehen in diesem Kapitel im Fokus der Analyse. Anhand der Literatur, der Sonderauswertungen der Befragungen von IW Consult und Fraunhofer ISI sowie der Ergebnisse des Stakeholderdialogs werden Hemmnisse für vier Gruppen (Industrie, Handwerk/Bau, industrie-/wirtschaftsnahe Dienstleister, gesellschaftsnahe Dienstleister/Handel) untersucht. Zudem fließen Ergebnisse aus den Workshops mit den Landesministerien ein, in denen ebenfalls Hemmnisse der Digitalisierung im Mittelstand diskutiert wurden.

## 5.1 Allgemeine Hemmnisse

Bei den Technologien (siehe Kapitel 4.2) wurde bereits aufgezeigt, dass nicht jede digitale Technologie für jedes Unternehmen relevant ist. Die Ergebnisse des IW-Zukunftspanels zeigen jedoch, dass die Digitalisierung in den Unternehmen nur selten völlig irrelevant ist (siehe Abbildung 5-1). Zwar geben kleinere Unternehmen häufiger eine fehlende Relevanz an, aber auch hier ist es weniger als jedes zehnte Unternehmen, das keine Relevanz der Digitalisierung für sich sieht. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt die Literatur. Unternehmen seien sich des Potenzials der Digitalisierung durchaus bewusst. Sie würden digitale Technologien vor allem als Treiber für Flexibilisierung und Effizienz nutzen, auch um aktuelle Herausforderungen wie steigende Preise oder Fachkräftemangel bewältigen zu können (DIHK, 2023). Vor diesem Hintergrund scheinen andere Hemmnisse ursächlich für die langsame Digitalisierung im Mittelstand zu sein.

**Abbildung 5-1: Fehlende Relevanz nicht Ursache für schleppende Digitalisierung**

Anteil „Ja“ in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021); n = 914

In der Literatur werden vielfältige Hemmnisse genannt, die die Digitalisierung im Mittelstand bremsen. Zu den in einer KfW-Befragung am häufigsten genannten Hemmnissen gehören solche, die oftmals mit fehlendem Know-how zusammenhängen: „Anforderungen an Datenschutz/-sicherheit“, „fehlende IT-Kompetenzen/IT-Fachkräftemangel“, „Schwierigkeiten bei der IT-Umstellung“ und „Unsicherheit über technologische Entwicklungen/Standards“. Hier zeigt sich, dass zwar die technologische Reife weit vorgeschritten ist, viele Unternehmen aber nach wie vor entsprechende Informationen benötigen, um dies zu erkennen. Darüber hinaus stellen die „Qualität der Internetverbindung“ und der „Mangel an geeigneten Finanzierungsquellen“ weitere wichtige Engpassfaktoren dar (KfW, 2022). Weiterhin zeigt sich, dass digitale Vorreiter stärker von den Hemmnissen betroffen sind. So ist die Umstellung der Arbeits- und Unternehmensorganisation sowie der IT für Unternehmen, die die Standardisierung ihrer Angebotspalette anstreben, ein herausragendes Problem. Noch häufiger werden aber von Unternehmen Hemmnisse im Unternehmensumfeld angegeben (KfW, 2023). Eine aktuelle Befragung des DIHK sieht die Hemmnisse ebenfalls im Fehlen zeitlicher und finanzieller Ressourcen. Zudem werden externe Herausforderungen gesehen, wie der Mangel an IT-Fachkräften, komplexe regulatorische Anforderungen oder eine mangelnde digitale Verwaltung und Sicherheitsrisiken (DIHK, 2023).

Aus Sicht der Expertinnen und Experten des Stakeholderdialogs befassen sich insbesondere solche Unternehmen nicht mit der Digitalisierung, bei denen die Nachfolgefrage offen ist. Ein Teil der Unternehmen habe die Digitalisierung aber auch nicht verstanden und sei nur schwer zu erreichen. In anderen Unternehmen fehle es an Unternehmertum, Risiko- und Änderungsbereitschaft. Die verbreitete Risikoaversion sei ein Hemmnis. Da aber unternehmerische Entscheidungen nicht outgesourct werden können, werde die fehlende Förderpolitik als Ausrede genutzt. Die Unternehmensgröße sei per se kein Hemmnis. Kleinere Unternehmen könnten sich digitalisieren, wenn sie wollten. In Teilen sei es sogar einfacher als in großen Unternehmen, da keine größeren Umstrukturierungen nötig seien. Andererseits wurde in den Interviews mit den Expertinnen und Experten wie auch in den Workshops mit den Landesministerien auf einen fehlenden Willen beziehungsweise eine fehlende Notwendigkeit hingewiesen. Aus Sicht der Unternehmen funktioniere ihr Geschäftsmodell gerade, weshalb man dieses nicht digitalisieren müsse.

Allgemein funktioniert die Digitalisierung nach Ansicht der Expertinnen und Experten immer dort, wo es standardisierte Tools gibt. Einfache Tools würden auch von nicht innovativen Unternehmen eingesetzt, während komplexere Tools bislang eher bei innovativeren Unternehmen zu finden seien. Je komplexer das Vorhaben werde, desto seltener wird es im Mittelstand durchgeführt, da viele Unternehmen mit komplexeren Tools überfordert seien. Auch präferiere die breite Masse im Mittelstand die Implementierung von Standardlösungen, weil Eigenentwicklungen von Stand-alone-Lösungen im Mittelstand mit hohen Fixkosten<sup>2</sup> verbunden seien. Bei der Digitalisierung komplexer Prozesse sei in Projekten vieles unklar. Es stelle sich auch immer wieder die Frage, ob die digitalen Technologien überhaupt wirtschaftlich eingesetzt werden können. Für die Frage, wie die Digitalisierung zu neuen Geschäftsmodellen führen könne, fehle es schlicht an Ideen. Hier komme zudem zum Tragen, dass kleine Unternehmen seltener Überlegungen anstellen würden, wie sich ihr Geschäftsmodell ändert. Deshalb sähen sie seltener die Notwendigkeit, sich zu verändern. Zudem bremsten die Risikoaversion und die lange Perspektive komplexere Digitalisierungsprojekte.

Auch aus Sicht der Expertinnen und Experten wiegt der Fachkräftemangel allgemein und im IT-Bereich besonders schwer als Digitalisierungshemmnis im Mittelstand. Der Mangel an Know-how und der Fachkräftemangel seien die größten Hemmnisse. Die Unternehmen täten sich mit Kosten- und Nutzenabwägungen und den möglichen Folgekosten von Digitalisierungsprojekten schwer.

Angesichts der Vielzahl der möglichen digitalen Technologien bemängeln die Expertinnen und Experten die Vielzahl von Buzzwords. Dies überfordere die Unternehmen. Sie können angesichts der Vielfalt nur schwer erkennen, welche Methoden und Technologien wirklich angewandt werden können und welche Digitalisierungsprojekte unter Abwägung der Kosten und Nutzen einen Vorteil versprechen. Vor diesem Hintergrund käme Informationen über relevante Technologien eine große Bedeutung zu, die aber mit einem Business Case unterlegt sein sollten. Ein Business Case sei auch deshalb erforderlich, weil die Digitalisierung ein Vehikel, aber kein Selbstzweck sei. Angesichts der fehlenden personellen und zeitlichen Ressourcen und der Vielzahl von möglichen Technologien wüssten die Unternehmen oftmals nicht genau, wo und wie sie mit der Digitalisierung anfangen sollen. Sie seien mit dem Auswahlproblem der „richtigen“ digitalen Technologie überfordert.

Bei der externen Finanzierung von Digitalisierungsprojekten weist ein Experte darauf hin, dass der Erfolg von Digitalisierungsprojekten für Banken schwer einzuschätzen sei. Daher sei die Kreditvergabe

---

<sup>2</sup> Gleichwohl sind auch Standardlösungen nicht frei von Problemen. Standardlösungen sind oftmals nicht zu 100 Prozent passgenau (sondern häufig nur zu 80 Prozent) und können zu (unerwünschten) Lock-in-Effekten führen.

aus Sicht der Banken sehr risikoreich, weshalb die Kreditfinanzierung von Innovation und Digitalisierung eher schwierig sei. Deshalb müssten Unternehmen Digitalisierungsprojekte eher aus Eigenmitteln finanzieren. Hier können gegebenenfalls staatliche Förderungs- oder Darlehensprogramme einem Marktversagen Abhilfe schaffen.

Durch die künstliche Intelligenz sehen die Expertinnen und Experten einige neue Quick Wins dazukommen, allerdings seien viele Unternehmen gerade noch dabei herauszufinden, wie sie am besten gehoben werden können. Dabei gelte es zu beachten, dass kleine und mittlere Unternehmen nur selten in der Lage sind, mit den neuen Möglichkeiten zu experimentieren. Daher würden die Unternehmen im Mittelstand etwas Unterstützung benötigen. Um die neuen Potenziale zu identifizieren, seien neutrale Sichtweisen von außen ganz gut. Geschützte Erprobungsräume, beispielsweise in Form von Sandboxes, könnten ebenfalls hilfreich sein. Zudem könnten Subventionen helfen, um erste Investitionshürden bei der Einführung künstlicher Intelligenz zu überwinden.

## 5.2 Hemmnisse in der Industrie

In der Industrie erreicht die Digitalisierung einen etwas geringeren Stellenwert als bei der Gesamtheit aller Unternehmen oder den Dienstleistern. So gab im Frühjahr 2020 in der Industrie rund die Hälfte der Unternehmen an, die Digitalisierung habe einen hohen oder sehr hohen Stellenwert, bei den wirtschaftsnahen Dienstleistern waren es dagegen 67 Prozent (IW-Zukunftspanel, 2020). Gleichzeitig gaben nur 8 Prozent der Industrieunternehmen an, die Digitalisierung sei für sie nicht relevant (IW-Zukunftspanel, 2021). Daher überrascht es wenig, dass die Digitalisierung in der Industrie auf dem Vormarsch ist: In der Elektroindustrie machten digitale Angebote im Jahr 2021 bereits 45 Prozent des Umsatzes aus. Im Jahr 2016 lag dieser Anteil noch bei 20 Prozent, im Jahr 2026 wird bereits ein Anteil von 64 Prozent erwartet (ZVEI, 2021).

Als eine Besonderheit der Industrie wurde bereits genannt, dass diese vor mehreren Herausforderungen gleichzeitig steht, wenn Kapazitäten, die zur Bewältigung der Digitalisierung erforderlich wären, in anderen Bereichen gebunden sind, wie der Sicherung der Energieversorgung oder dem Erreichen von Klimaschutzziele (siehe Kapitel 4.1). Auch die Expertinnen und Experten im Stakeholderprozess weisen darauf hin, dass Industrieunternehmen noch mit anderen Problemen beschäftigt seien, wie Lieferkettenproblemen. Deshalb sei in vielen kleinen und mittleren Unternehmen gerade „Land unter“, weshalb sie keine Zeit für die Digitalisierung fänden. Deshalb müssten Förderprojekte schon sehr attraktiv gestaltet sein, damit Unternehmen daran teilnehmen. Zudem bedeute Digitalisierung in der Industrie nicht nur die Einführung einer Software, sondern auch das Vernetzen verschiedenster Bereiche. Deshalb falle die Komplexität der Digitalisierung höher aus, was in Industrieunternehmen die Einbindung mehrerer Abteilungen bedinge.

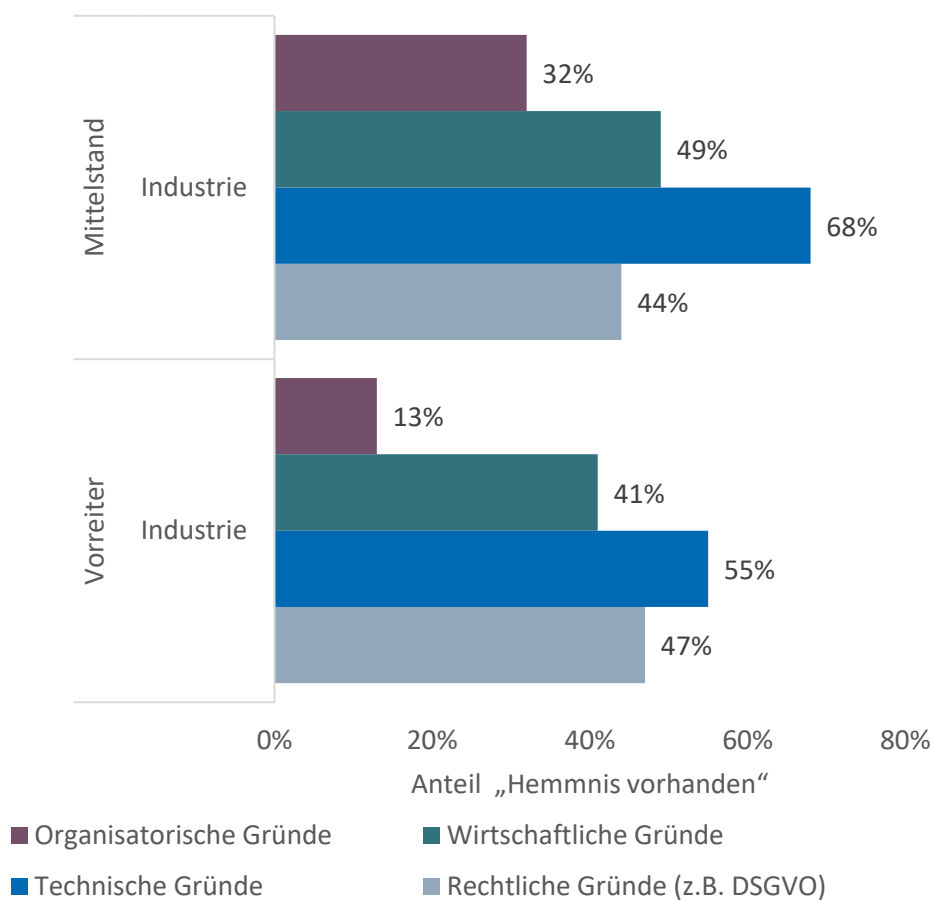
Hinter der Digitalisierung stehen in der Industrie laut der Befragungsergebnisse im IW-Zukunftspanel (2021) vor allem unternehmensinterne Entscheidungen: In den Unternehmen mit einer (geplanten) Digitalisierungsstrategie waren unternehmensinterne Anforderungen (85 Prozent) der Haupttreiber für die Digitalisierung. Oftmals stehen Anforderungen der Unternehmenskunden (74 Prozent) hinter dem Aufsetzen einer Digitalisierungsstrategie. Regulatorische Anforderungen (37 Prozent), Anforderungen der Lieferanten (28 Prozent) oder Anforderungen von Privatkunden (11 Prozent) spielen dagegen eine untergeordnete Rolle.

Im IW-Zukunftspanel nennen die Industrieunternehmen im Mittelstand am häufigsten technische (68 Prozent) und wirtschaftliche Hemmnisse (49 Prozent) bei der Digitalisierung. Seltener werden rechtliche (44 Prozent) oder organisatorische Hemmnisse (32 Prozent) genannt (siehe Abbildung 5-2).

Ein anderes Bild zeigt sich bei Industrieunternehmen, die sich als digitale Vorreiter im Mittelstand sehen. Dort dominieren mit 55 Prozent zwar auch die technologischen Hemmnisse, sie sind allerdings deutlich seltener als bei allen Industrieunternehmen im Mittelstand. An zweiter Stelle stehen bei den Vorreitern rechtliche Hemmnisse (47 Prozent), während wirtschaftliche Hemmnisse nur von 41 Prozent der Vorreiter genannt werden. Organisatorische Hemmnisse weisen nur 13 Prozent der digitalen Vorreiter in der Industrie auf (siehe Abbildung 5-2). Insofern bieten die digitalen Vorreiter wertvolles Potenzial für Best Practices, das zur Lösung von Hemmnissen in der breiten Mehrheit genutzt werden kann.

**Abbildung 5-2: Art der Hemmnisse in der Industrie bei allen Unternehmen und digitalen Vorreitern**

„Ja“-Anteil in Prozent in Unternehmen, in denen die Digitalisierung relevant ist



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021); n = 914

Digitalisierungsprojekte sind nicht ohne Risiko. So geben im IW-Zukunftspanel nur gut 60 Prozent aller Unternehmen an, die Ziele ihrer Digitalisierungsmaßnahmen vollständig oder zum größten Teil erreicht zu haben. Von den Industrieunternehmen ist dies lediglich 54 Prozent gelungen (IW-Zukunftspanel, 2021). Die Expertinnen und Experten weisen ebenfalls darauf hin, dass Digitalisierungsprojekte meist länger dauern als geplant. Weitere Probleme neben der langen Timeline seien hohe Kosten sowie die schwierige Integration bereits vorhandener Tools in die heterogenen Prozesse und Systemlandschaften, da oftmals Schnittstellen nicht vorhanden seien. Auch dürften viele Unternehmen noch schlechte Erfahrungen im Kopf haben. Nach Aussage der Expertinnen und Experten hätten viele Unternehmen im industriellen Mittelstand schlechte Erfahrungen mit „ausufernden Kosten“ bei der Einführung der



Elektronischen Ressourcenplanung (ERP) gemacht. Deshalb bestehe eine gewisse Sorge, dass bei der Digitalisierung erneut das eine zum anderen führe. Vor dem Hintergrund der Befragungsergebnisse und der Ergebnisse des Stakeholderdialogs erscheint es daher sinnvoll, von staatlicher Seite Möglichkeiten zur Risikoreduzierung in Form von Kompetenzaufbau und/oder finanzieller Unterstützung anzubieten.

Im IW-Zukunftspanel sind die Industrieunternehmen zu möglichen Hemmnissen der Digitalisierung befragt worden (siehe Tabelle 5-1). An erster Stelle steht die Sorge vor Insellösungen mit hohem Servicebedarf (70,5 Prozent). Hier spiegeln sich die Bedenken wider, die im Rahmen des Stakeholderdialogs ebenfalls genannt wurden. An zweiter Stelle nennen die Industrieunternehmen fehlende Komplettlösungen (59,5 Prozent) als Hemmnis. Aus Sicht der Expertinnen und Experten des Stakeholderdialogs wird es eine solche Lösung aber schlicht nicht geben. Vor diesem Hintergrund steht nicht zu erwarten, dass es in der Industrie Lösungen mit einer deutlich verringerten Komplexität in Zukunft geben wird. Digitalisierungsvorhaben bleiben somit in der Industrie eine komplexe Herausforderung.

Die fehlende Nachrüstbarkeit der Anlagen (58 Prozent) hängt mit dem Einsatz langlebiger Investitionsgüter in der Industrie zusammen. Die Expertinnen und Experten weisen im Stakeholderdialog darauf hin, dass Industrieunternehmen mehr Investitionsgüter nutzen, die einen längeren Nutzungshorizont aufweisen. Deswegen seien Industrieunternehmen weniger flexibel als Dienstleister. Vor diesem Hintergrund seien die Digitalisierungsinnovationen in der Industrie häufiger eher inkrementeller Art, während es bei Dienstleistern schneller zu Geschäftsmodellinnovationen kommen würde. Gleichwohl habe auch der industrielle Mittelstand Möglichkeiten, durch die Digitalisierung sein Geschäftsmodell zu ändern. Genannt wurde hier die Ergänzung von Produkten um Sensoren und die Nutzung dieser Daten sowie Subscription-Modelle zur Cloud-Nutzung.

Projektbezogene Insellösungen (55,7 Prozent) deuten ebenfalls auf die Komplexität der Digitalisierung im Industriesektor, wo es nicht mit der Einführung einer einzigen Software getan ist. Damit bleibt die Digitalisierung im Industriesektor ein komplexeres Unterfangen.

Neben diesen eher technisch bedingten Hemmnissen nennen 54,8 Prozent der Industrieunternehmen fehlendes Fachwissen beziehungsweise fehlende Fachkräfte als Hemmnis. Auch die Expertinnen und Experten im Stakeholderprozess haben häufig den Fachkräftemangel als Hemmnis genannt. Hier gebe es Beratungsbedarf, welches Personal genau für digitale Lösungen benötigt wird. Mögliche Fachkräfte könnten zudem nicht einfach aus dem Tagesgeschäft abgezogen werden. Darüber hinaus würden Ressourcen fehlen, wie Hard- und Software. Daher ist es wenig überraschend, dass 52,1 Prozent der Industrieunternehmen die fehlende Finanzkraft als Hemmnis nennen.

Fehlende Informationen und fachkundige Beratungen (Kosten/Zielgrößen/Nutzen) bewerten 53 Prozent der Industrieunternehmen als Hemmnis. Die Expertinnen und Experten aus der Industrie loben die Vernetzung über die Mittelstand-Digital Zentren. Hier biete sich die Möglichkeit, dass nicht jedes Unternehmen alles allein machen muss. Dagegen gilt „Digital Jetzt“ als unzuverlässig, weil Unternehmen aufgrund der Verlosung keinen sicheren Zuschlag bekommen. Auch die Bewerbung auf andere Förderprogramme sei häufig zu kompliziert. Die Beteiligung an Forschungsprojekten sei sogar oft sinnlos, da die Verfahren sehr lange dauerten. Zudem würden viele regulatorische Herausforderungen die Teilnahme an Forschungsprojekten hemmen. Deshalb werde lieber Abstand von einer Förderung genommen. Als Beispiel für eine gelungene Förderung wird der BAFA - Energie - Förderwegweiser Energieeffizienz genannt. Dieser bestehe aus klaren Modulen zur Förderung bestimmter Technologien und Vorhaben. Dieses Programm biete mit Zuschüssen und Krediten eine unkomplizierte Anschlussfähigkeit zur Investitionsunterstützung. Das fehlende Know-how – gekoppelt mit einem traditionellen Mindset – wird im Stakeholderdialog immer wieder thematisiert. In einem Workshop mit mehreren

Teilnehmern aus dem Industriesektor wurde angemerkt, dass eine Förderung letztlich immer zur Umsetzung führen müsse. Daher solle die Finanzierung von Beratungsleistung geprüft werden, die eine Beratung zur Lösung konkreter Probleme beinhaltet, die zu einer konkreten Umsetzung führt.

**Tabelle 5-1: Hemmnisse der Digitalisierung von Industrieunternehmen**

Von Industrieunternehmen genannte Hemmnisse und Unterschied zu wirtschaftsnahen Diensten

Hemmnis	Anteil „trifft (eher) zu“ in Prozent	Unterschied zu wirtschaftsnahen Diensten in Prozentpunkten
Zu hohe Anpassungs- und Unterstützungsbedarfe bei eingekauften Softwarelösungen	70,5	22,0
Fehlende Komplettlösung zur umfassenden Datenerhebung und -nutzung	59,5	21,5
Fehlende Nachrüstbarkeit von bestehenden Anlagen	58,0	31,9
Projektbezogene Insellösungen	55,7	6,1
Fehlendes Fachwissen bzw. fehlende Fachkräfte	54,8	16,6
Fehlende Informationen und fachkundige Beratungen (Kosten/Zielgrößen/Nutzen)	53,0	22,2
Fehlende Finanzkraft für komplett digitalisierte Anlage	52,1	15,4
Fehlende spezifizierte Software	48,2	20,7
Unzulängliche Breitbandinfrastruktur	46,2	3,1
Fehlende Partner entlang der Wertschöpfungskette	45,7	15,4
Fehlendes Vertrauen in die Datensicherheit	40,6	1,4
Hemmende unternehmensinterne Prozesse und Abläufe	36,5	14,9
Fehlende Normen und Standards	33,3	1,7
Hemmende externe Regulierung (bspw. Gesetze)	27,3	1,2
Skepsis der Belegschaft gegenüber der Digitalisierung	26,7	7,0
Ungeklärte Rechtsfragen (wie IPR, geistiges Eigentum)	25,4	-1,3

Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 35 (Frühjahr 2020); n = 814

Die fehlende Breitbandinfrastruktur wurde von 46,2 Prozent der Unternehmen als Hemmnis genannt (siehe Tabelle 5-1). Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Breitbandausbau in den vergangenen Jahren nochmals beschleunigt wurde, sodass dieses Problem heute am ehesten noch in abgelegeneren ländlichen Räumen auftreten dürfte. Da sich aber der Standort von Industrieunternehmen häufig im ländlichen Raum befindet, sollte dieses Hemmnis weiterhin Beachtung finden.

Die Digitalisierung komplexerer Prozesse stößt nach Ansicht der Expertinnen und Experten auf noch mehr Hindernisse. Selbst große Mittelständler hätten Schwierigkeiten, komplexere Prozesse zu digitalisieren. Dies liege unter anderem auch daran, dass Teile der Mitarbeitenden die Herausforderung nicht immer annehmen würden. Teile der Belegschaft würden die Digitalisierung aus Furcht vor einem Arbeitsplatzverlust ablehnen. Insofern weicht diese Expertenmeinung von den Befragungsergebnissen ab, bei denen Skepsis in der Belegschaft nur von 26,7 Prozent der Industrieunternehmen als Hemmnis genannt wurde.

Datengetriebene Geschäftsmodelle weisen nach Aussage der Expertinnen und Experten nochmals ganz eigene Hürden im Mittelstand auf. Die Unternehmen würden nur ungern Daten hergeben, weshalb solche Modelle nicht verfolgt würden. Immerhin 40,6 Prozent der Industrieunternehmen nennen

in der Befragung die Datensicherheit als Digitalisierungshemmnis. Weiterhin gibt es nach Ansicht der Expertinnen und Experten sehr traditionell geprägte Mittelständler, die nicht über digitale Geschäftsmodelle nachdenken wollen, weil sie ihnen zum jetzigen Zeitpunkt zu abstrakt seien. Solche Unternehmen wollten keine Disruption, sondern einen konkreten Business Case. Hier fehlen wahrscheinlich noch ausreichend Best-Practice-Beispiele, wie die Hergabe von Daten zum Erfolg beitragen kann. Gleichzeitig müsste aber auch in den Beispielen klar aufgezeigt werden, wie schützenswerte Bereiche gesichert werden können.

Recht selten wurden in der Befragung ungeklärte Rechtsfragen (25,4 Prozent) als Hemmnis genannt (siehe Tabelle 5-1). Allerdings weisen die Expertinnen und Experten aus der Industrie auf mögliche Probleme hin. So hilft die Digitalisierung nur dann, Verwaltungsangelegenheiten zu vereinfachen und zu beschleunigen, wenn Dokumente nicht weiter in Papierform vorgehalten werden müssen. Ist dies der Fall, dann führe Digitalisierung nur zu Doppelarbeit, nicht aber zu Verbesserungen. Dieses Problem scheint bereits bei einigen Quick Wins aufzutreten. Hier fehle die Rechtssicherheit, weshalb Unternehmen häufiger erst mit ihrem Anwalt reden müssten, bevor sie etwas anstoßen. Diese Rechtsunsicherheit sei umständlich und schränke digitale Lösungen oft ein.

Darüber hinaus kann das Scheitern von Digitalisierungsprojekten aber aus Sicht der Expertinnen und Experten noch eine weitere Ursache haben. Zwar solle die Digitalisierung zur besseren Beherrschung der Komplexität in Industrieunternehmen beitragen; sie könne aber auch zu überkomplexen Ergebnissen führen. Dies sei immer dann der Fall, wenn es zu einem Überfluss an Daten komme, der nur durch die obere Unternehmensebene bearbeitet werden könne. Dann werde die Unternehmensführung in KMU zum Flaschenhals, was zum Scheitern eines Projekts führen könne.

In Workshops mit Wirtschaftsministerien aus 13 der 16 Länder in Deutschland wurden ebenfalls die Hemmnisse der Digitalisierung im industriellen Mittelstand diskutiert. Dabei wurden vier Problembereiche identifiziert: Der erste und wichtigste Problembereich umfasst die fehlenden zeitlichen und personellen Ressourcen in den Betrieben, die mit einem fehlenden Fachwissen in den Betrieben einhergehen. Als zweiter Problembereich in der Industrie wurde die fehlende Finanzkraft für eine umfassende Umsetzung digitaler Lösungen genannt. Im dritten größeren Problembereich geht es um fehlende Informationen über bestehende Lösungen, fehlendes Orientierungswissen und mangelndes Erkennen von Chancen und Nutzen. Der vierte Problembereich bezieht sich auf eine mangelnde Risikobereitschaft der Unternehmen und einen fehlenden Leidensdruck, tätig werden zu müssen.

### 5.3 Hemmnisse im Handwerk und der Bauwirtschaft

Für das Handwerk werden in der Literatur als zentrale Hemmnisse der Digitalisierung die gute Auftragslage, finanzielle Kosten und fehlende Mitarbeiterqualifikationen genannt. Demnach scheitern Digitalisierungsprojekte im Handwerk oftmals am Mangel an Zeit, interner Organisation und Mitarbeiterqualifikation (Proeger et al., 2020).

In die gleiche Richtung gehen die Ergebnisse des Stakeholderprozesses. Im Stakeholder-Workshop Handwerk/Bauwirtschaft berichteten die Teilnehmenden, dass viele Digitalisierungsprojekte aufgrund von Zeit- oder Ressourcenmangel abgebrochen würden. Die Digitalisierung hänge in diesem Bereich an wenigen Personen. Gerade im Handwerk und der Bauwirtschaft kommt nach Ansicht der Expertinnen und Experten zum Tragen, dass in den kleineren Betrieben – oftmals mit weniger als 20 Beschäftigten – der Chef oder die Chefin mit auf der Baustelle stehe. Daher hätten sie keine Zeit – und auch kein Personal – für die Digitalisierung. Darüber hinaus haben die Expertinnen und Experten in den In-

Interviews weitere Hemmnisse genannt: So sträube sich ein Teil des vorhandenen Personals – auch aufgrund der Altersstruktur – vor digitalen Anwendungen. Zudem fehle in ländlichen Regionen nach wie vor der Breitbandzugang. Weiterhin würden rechtliche Unsicherheiten bestehen. Schließlich seien für viele Betriebe im Handwerk und der Bauwirtschaft digitale Geschäftsmodelle und ein möglicher Business Case immer noch fraglich. Gleichzeitig kann die Digitalisierung aber auch helfen: Die automatische Übersetzung mit digitalen Lösungen kann den Umgang mit den vielen Sprachen in der Bauwirtschaft einfacher machen.

Das Handwerk unterscheidet sich nicht von anderen Wirtschaftsbereichen, wenn es um die Frage geht, ob die Digitalisierung für die Unternehmen relevant ist. Lediglich 11 Prozent der Handwerksunternehmen sehen eine fehlende Relevanz (IW-Zukunftspanel, 2021). In den geführten Interviews wurde ebenfalls darauf hingewiesen, dass die Digitalisierung in vielen Betrieben eine Rolle spiele, zumal viele Beschäftigte die Digitalisierung aus dem privaten Kontext kennen und beispielsweise im Umgang mit Smartphones und Tablets versiert sind.

Gleichwohl wird die Digitalisierung von den Workshopteilnehmern nicht als Selbstzweck gesehen. Vielmehr müsse den Betrieben klar sein, wie sie durch digitale Lösungen schneller und besser werden könnten. Im Bereich Handwerk/Bauwirtschaft werden nach Ansicht der Workshopteilnehmenden Lösungen benötigt, die für viele Betriebe verfügbar und nutzbar sind. Deshalb müsse eine Software, beispielsweise zur Digitalisierung von Prozessen, direkt funktionieren. Helfen würde ein Standardbaukasten. Dann wären auch keine Einzelberatungen erforderlich, sondern es könnten Digitalisierungsprojekte in mehreren Betrieben gleichzeitig umgesetzt werden. Um mit Standardanwendungen zu digitalisieren, ist es nach Ansicht der Expertinnen und Experten nicht erforderlich, innovativ zu sein. Dies ist relevant, weil die meisten Handwerksbetriebe und Unternehmen der Baubranche keine FuE betreiben. Letztlich ist die Wirtschaftlichkeit auch in diesem Bereich des Mittelstands entscheidend. Gleichzeitig fördere im Bereich Handwerk/Bauwirtschaft Druck von außen die Digitalisierung. Normen könnten ein Nachhaltigkeitstreiber sein, da sich die Betriebe an diesen Normen ausrichten und diese umsetzen.

Nach Aussage der Expertinnen und Experten sind im Baugewerbe nur wenige Technologien relevant. So würden künstliche Intelligenz, Robotik oder Blockchain im Bauwesen bislang nicht genutzt. Dagegen sei das Building Information Modeling (BIM) für das Baugewerbe relevant. Hier komme zum Tragen, dass bei Bauaufträgen des Bundes das BIM verpflichtend sei. Allerdings handle es sich bei BIM nach Angaben der Expertinnen und Experten um eine High-End-Technologie, die kleine und mittlere Unternehmen überfordere. Hinzu komme eine fehlende Standardisierung der BIM-Software, sodass der Einsatz aus Sicht von KMU noch weniger lohnt. Insgesamt gibt es nach Ansicht der Expertinnen und Experten im Bausektor noch viele Informationsbedarfe. Dies dürfte auch für die Robotik und Cobots gelten, die bei der schweren körperlichen Arbeit am Bau zukünftig eine größere Rolle spielen können. Allerdings seien hier die relevanten Kommunikationskanäle im Handwerk zu beachten: Viele Handwerksmeister seien nicht daran gewöhnt, neue Informationen aus dem Technikbereich aus verschiedenen externen Quellen aufzunehmen, würden wohl aber Informationen ihrer Kammern wahrnehmen.

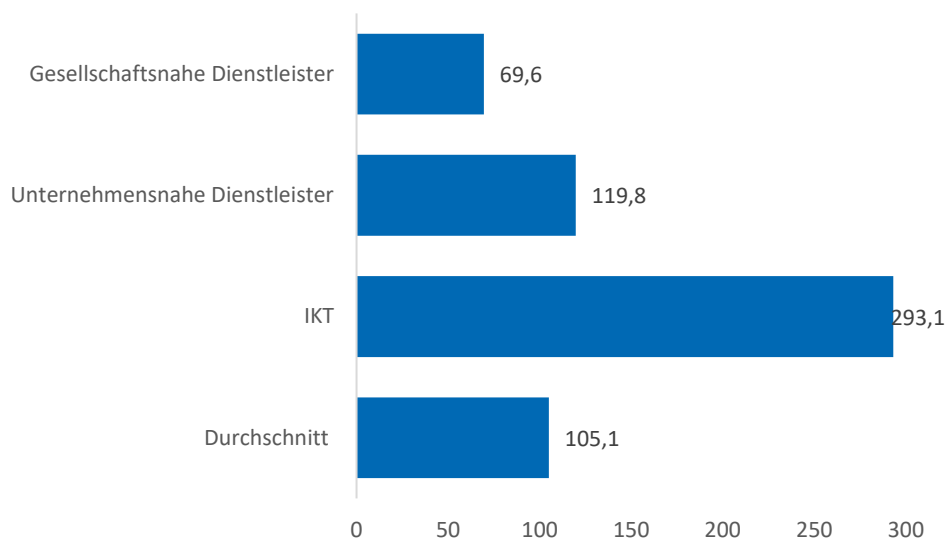
## 5.4 Hemmnisse bei wirtschafts-/industrienahe Dienstleistern

Im Bereich wirtschafts-/industrienahe Dienstleister ist die Digitalisierung in Deutschland weiter vorangeschritten als in allen anderen Wirtschaftsbereichen. Dies gilt für die unternehmensnahen Dienstleister, vor allem aber für den Bereich IKT (siehe Abbildung 5-3).

Die Expertinnen und Experten aus den wirtschafts-/industrienahen Dienstleistungen haben im Stakeholderdialog bestätigt, dass die Digitalisierung in ihrem Bereich leichter falle als in der Industrie. Dies liege auch daran, dass bei wirtschaftsnahen Dienstleistern die Digitalisierung häufiger über die Einführung einer Software erfolge, während in der Industrie auch bestehende Anlagen umgerüstet werden müssten. Gleichwohl stellen sie infrage, ob es Industrieunternehmen schwerer haben als Dienstleister, da die Digitalisierung bei Dienstleistern stärkere Auswirkungen auf die Geschäftsmodelle habe als in der Industrie.

### Abbildung 5-3: Digitalisierungsindex 2023 nach Sektoren

Durchschnitt 2020 = 100

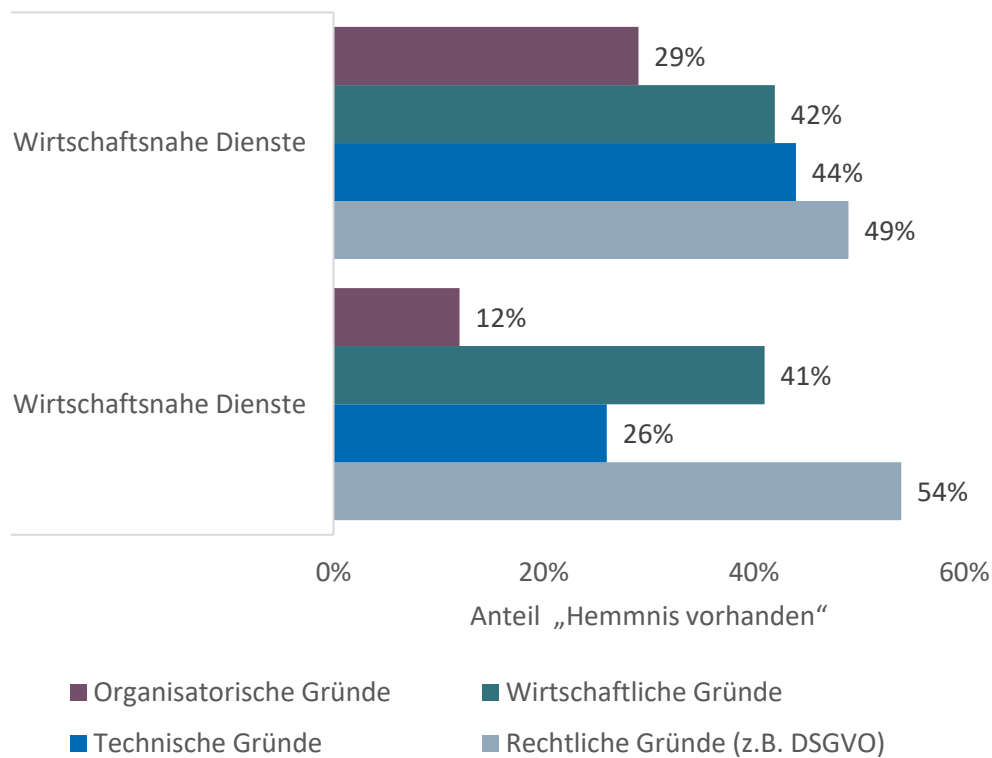


Quelle: BMWK/Institut der deutschen Wirtschaft (2023)

Bei den Hemmnissen nennen die wirtschaftsnahen Dienstleister vor allem rechtliche Hürden (siehe Abbildung 5-4). Dies gilt für die digitalen Vorreiter (54 Prozent) häufiger als für alle wirtschaftsnahen Dienstleister (49 Prozent). Dagegen weisen die digitalen Vorreiter deutlich seltener technische Hürden (26 Prozent) auf als alle Unternehmen (44 Prozent). Auch die organisatorischen Hürden sind bei den Vorreitern weniger stark ausgeprägt. Von wirtschaftlichen Hürden sind die Vorreiter gleichermaßen betroffen wie alle wirtschaftsnahen Dienstleister.

**Abbildung 5-4: Art der Hemmnisse im Bereich wirtschafts-/industriennahe Dienstleister**

Alle Unternehmen und digitalen Vorreiter; „Ja“-Anteil in Prozent in Unternehmen, in denen die Digitalisierung relevant ist



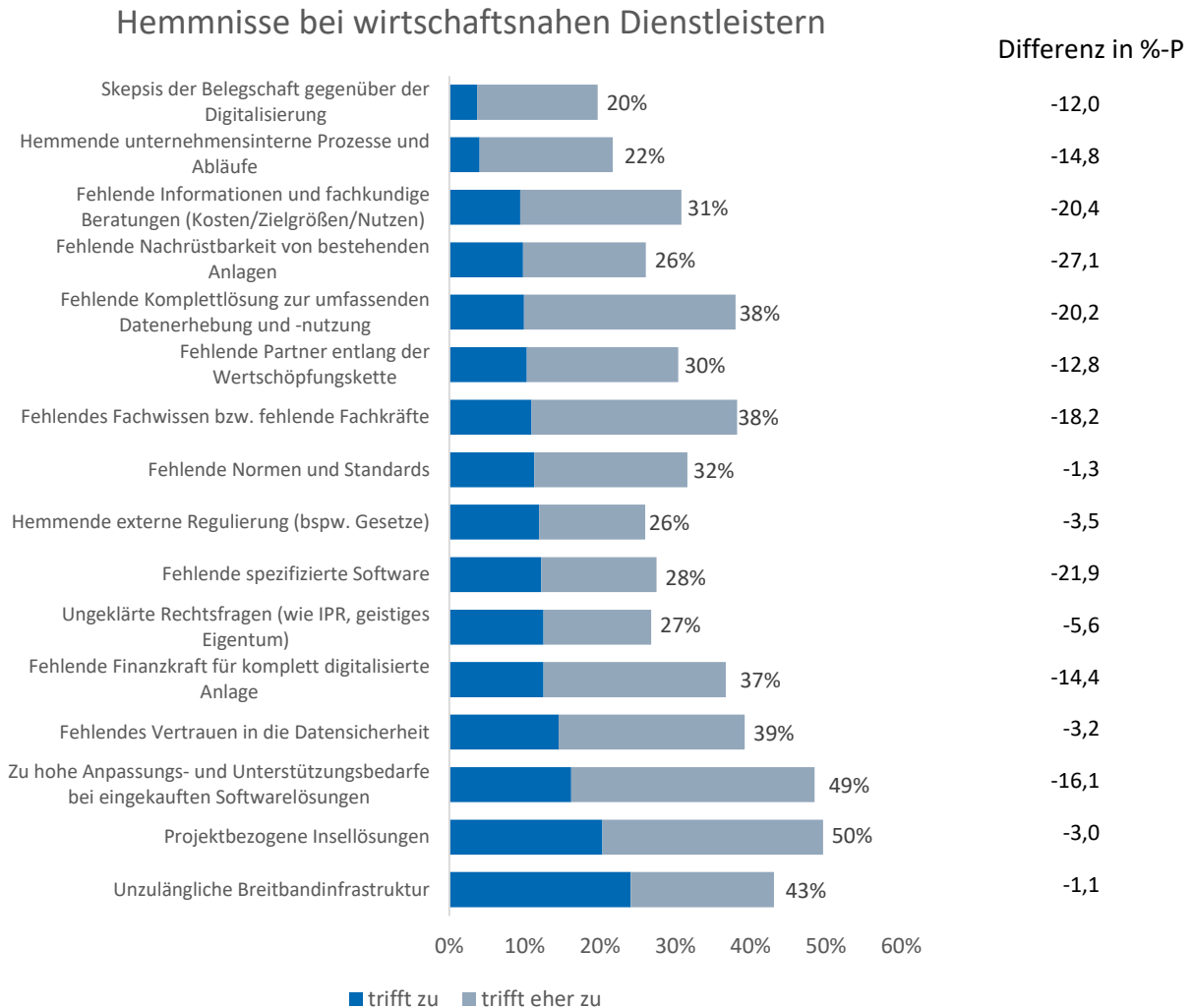
Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021); n = 914

Hinsichtlich der aktuell bestehenden Herausforderungen wurde bereits darauf hingewiesen, dass die wirtschaftsnahen Dienstleister neben der Digitalisierung nur den demografischen Wandel und Fachkräftemangel als noch größere Herausforderung ansehen, während für Industrieunternehmen deutlich mehr Herausforderungen eine größere Rolle spielen (siehe Abbildung 4-3 in Kapitel 4.1). Zudem ist die industrielle Produktion anlagenintensiver, was weitere Herausforderungen birgt. Vor diesem Hintergrund überrascht es nicht, dass die wirtschaftsnahen Dienstleister viele Hemmnisse seltener nennen als die Unternehmen der Industrie und Bauwirtschaft. Vor allem die Nachrüstbarkeit der Anlagen spielt in den wirtschaftsnahen Dienstleistungen deutlich seltener (-27 Prozentpunkte) eine Rolle als im Sektor Industrie/Bau. Ebenfalls deutlich seltener nennen die wirtschaftsnahen Dienstleister die Hemmnisse „fehlende spezifizierte Software“ (-21,9 Prozentpunkte), „fehlende Informationen und fachkundige Beratungen (Kosten/Zielgrößen/Nutzen)“ (-20,4 Prozentpunkte) und „fehlende Komplettlösung zur umfassenden Datenerhebung und -nutzung“ (-20,2 Prozentpunkte). Die deutlich höhere Ausprägung in der Industrie deutet auf spezifische Probleme in diesem Sektor hin, die im Vergleich zu den wirtschaftsnahen Dienstleistungen anders adressiert werden sollten.

Zu den größten Hemmnissen aus Sicht der wirtschaftsnahen Dienstleister zählen die „projektbezogenen Insellösungen“ (49,6 Prozent „trifft (eher) zu“), „zu hohe Anpassungs- und Unterstützungsbedarfe bei eingekauften Softwarelösungen“ (48,5 Prozent) und eine „unzulängliche Breitbandinfrastruktur (43,1 Prozent) (siehe Abbildung 5-5). Allerdings stammen die Befragungsdaten aus dem Jahr 2020; seitdem sind im Infrastrukturbereich viele Verbesserungen erfolgt, sodass dieses Hemmnis heute geringer ausfallen sollte. Gleichwohl nennen die Expertinnen und Experten des Stakeholderprozesses diese auch heute noch als Hemmnis, vor allem in ländlichen Räumen.

**Abbildung 5-5: Hemmnisse der Digitalisierung aus Sicht der Unternehmen**

Hemmnisse bei den mittelständischen wirtschaftsnahen Dienstleistern („Anteil trifft (eher) zu“ in Prozent) und Unterschied zu den Sektoren Industrie/Bau (in Prozentpunkten)



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 35 (Frühjahr 2020); n = 814

Im Stakeholderprozess wurden von den Beteiligten verschiedene Hemmnisse für die wirtschafts- und industrienahen Dienstleistungen genannt. Als Haupthemmnisse der Digitalisierung nennen die Expertinnen und Experten fehlende Fachkräfte, fehlendes Geld und fehlendes Wissen. So fehle es in den Unternehmen an Kapazitäten, wie Personal, das sich ausschließlich auf die Digitalisierung konzentriert. Gleichzeitig sei die Digitalisierung in den Betrieben immer noch mit großem Umsetzungsaufwand verbunden. Oftmals fehle dafür das passende Know-how. Auch gibt es nach Ansicht der Expertinnen und Experten oftmals eine große Unkenntnis darüber, an welche Ansprechpartner sich Unternehmen wenden können. Die Vielzahl der Möglichkeiten (siehe auch oben in Kapitel 4.2) führe in den Betrieben häufig zu Konfusion und Überforderung. Viele Unternehmen stehen nach Ansicht der Expertinnen und Experten vor einem Auswahlproblem: Sie müssten die passende Lösung für ihr Unternehmen finden. Die Landeswirtschaftsministerien sehen bei den wirtschaftsnahen Dienstleistern ebenfalls häufig Hemmnisse in den fehlenden zeitlichen und personellen Ressourcen, im fehlenden Fachwissen und in einer fehlenden digitalen Ausbildung.

Zu Beginn der Digitalisierung hat es aus Sicht der Expertinnen und Experten der wirtschafts-/industrienahen Dienstleister einen engen Zusammenhang zwischen der Innovationskraft und der Fähigkeit zu digitalisieren gegeben. Dieser Zusammenhang gelte so heute weniger, da es immer mehr Standardlösungen gebe.

In den Workshops mit Stakeholdern der industrie- und wirtschaftsnahen Dienstleister wurde darauf hingewiesen, dass es unternehmerische Eigenverantwortung und Mut brauche, um neue Wege zu gehen. Allerdings haben aus Sicht der Expertinnen und Experten in der Breite viele Unternehmen eher eine kurzfristige Orientierung und eine höhere Risikoaversion. Deshalb würden Investitionen in die Digitalisierung immer noch ausbleiben. In den Workshops mit den Landeswirtschaftsministerien wurde als weiteres Hemmnis ein fehlender Leidensdruck genannt, da viele Unternehmen auch ohne digitale Lösungen derzeit noch erfolgreich seien. Dies verringert nochmals den Anreiz, Risiken mit neuen Technologien einzugehen.

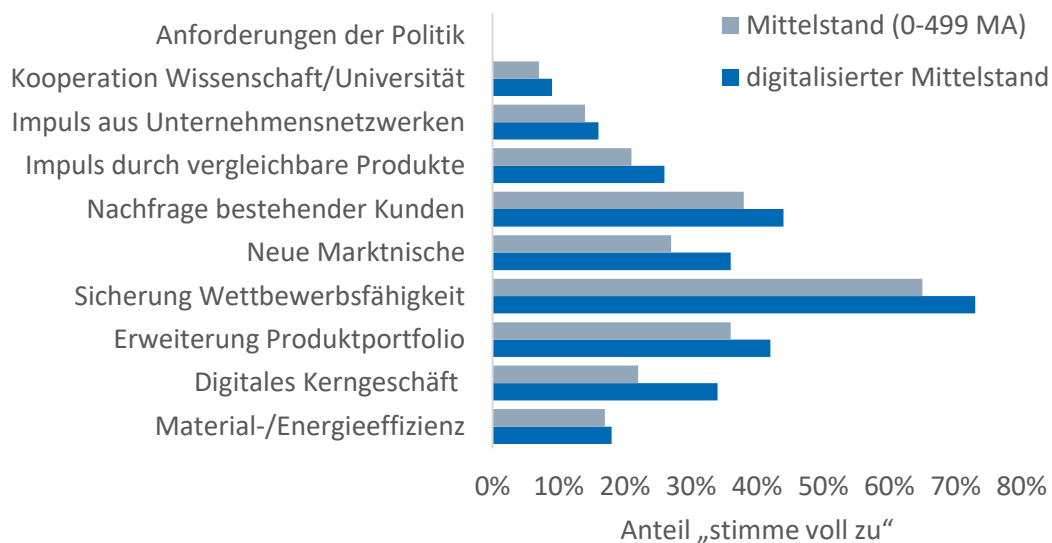
Aus Sicht der Expertinnen und Experten sind durch eine digitale Dokumentation statt mit Papier und Stift am einfachsten Quick Wins zu realisieren. Ein Kernaspekt und zugleich kritisches Element für Quick Wins ist aus Sicht der Expertinnen und Experten die Datenverfügbarkeit, wobei es hier an Verständnis mangelt. Weiterhin arbeite ein Großteil der wirtschaftsnahen Dienstleister an der Digitalisierung komplexerer interner Prozesse. Hier gebe es allerdings mehrere Hemmnisse: So fehle oftmals das Technologieverständnis, darüber hinaus bestünden Unsicherheiten über die Kosten und Nutzen sowie mögliche Zuschüsse. Ebenfalls häufig fehle das Verständnis über ein konkretes Vorgehen bei der Umsetzung der Digitalisierung. An digitale Geschäftsmodelle tasteten sich Unternehmen dagegen gerade erst heran. Hier gebe es häufig nur erste Ideen, auch weil die Anknüpfungspunkte an Realität fehlten. Die Unternehmen hätten weder Daten noch Erkenntnisse über die digitalen Bedürfnisse ihrer Kunden. Vor allem, wenn kein direkter Kontakt zum Kunden bestehe, sei die Gefahr groß, dass digitale Produkte am Bedarf der Zielgruppen vorbeigingen.

Aus Sicht der Expertinnen und Experten im Stakeholderdialog muss die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Digitalisierung immer wieder aufgezeigt werden. Viele Unternehmen würden nur bei einem absehbaren wirtschaftlichen Erfolg Digitalisierungsprojekte durchführen. Diesen Zusammenhang zeigen auch die Ergebnisse des IW-Zukunftspanels. Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit steht als Motiv für Digitalisierungsprojekte ganz vorn. Weitere Treiber sind die Nachfrage der Kunden sowie die Erweiterung des Produktportfolios. Bereits stärker digitalisierte Unternehmen weisen darüber hinaus häufiger ein digitales Kerngeschäft auf (siehe Abbildung 5-6). Aus Sicht der Expertinnen und Experten brauchen die Unternehmen für die Umsetzung der Digitalisierung einen klaren Fahrplan, wie sie Digitalisierung und Tagesgeschäft vereinbaren können. Die Betriebe bräuchten dafür eine Unterstützung bei der Umsetzung. Gleichwohl sehen die Expertinnen und Experten externe Berater durchaus zwiespältig, da sie häufig das Kerngeschäft des zu beratenden Unternehmens nicht kennen würden.



### Abbildung 5-6: Motive der Digitalisierung wirtschaftsnaher Dienstleister

Anteil „stimme voll zu“ in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 35 (Frühjahr 2020); n = 296

Im Stakeholderworkshop zu den wirtschafts-/industrienahen Dienstleistungen wurde betont, dass die Nutzung von Standardtools in diesem Wirtschaftsbereich oft kein Problem sei. Allerdings täten sich auch hier kleine und mittlere Unternehmen schwer, weiterführende Technologien einzusetzen. Nach Ansicht der Expertinnen und Experten im Stakeholderprozess kann eine begleitende finanzielle Förderung beziehungsweise Absicherung der Investitionen helfen, Investitionen in die Digitalisierung auszulösen. Einige Länder hätten Programme zur finanziellen Unterstützung aufgelegt. Der Bund war hier bis Ende 2023 mit „Digital Jetzt“ aktiv, allerdings bewerten die Stakeholder das Programm als nicht zielführend. Bemängelt werden beispielsweise die fehlenden Erfolgsaussichten bei Antragstellung oder eine umfassende Verknüpfung mit dem Thema IT-Sicherheit, wodurch Mittel gebunden würden.

Als Voraussetzung für eine breitere Digitalisierung sehen die Expertinnen und Experten ein gewisses Vertrauen, dass die Digitalisierung tatsächlich funktioniert. Kleine und mittlere Unternehmen hätten weniger Möglichkeiten zu experimentieren. Auch könne der Mittelstand (aufgrund der hohen Fixkosten) keine Stand-alone-Lösungen entwickeln.

Bei neuen Technologien macht es nach Ansicht der Expertinnen und Experten in frühen Phasen häufig noch keinen Sinn, über mögliche Benefits zu reden. Auch die Einschätzung von Risiken sei in einer solch frühen Technologiephase sehr schwierig. Insofern könnten auch keine funktionierenden Geschäftsmodelle aufgezeigt werden. So seien bei der Technologie künstliche Intelligenz die Wirkungsweise und Effektivität der KI-Lösungen oft noch unbekannt, die Unsicherheiten im Moment also noch groß. Deshalb benötigen die Unternehmen aus Sicht der Expertinnen und Experten eine Kompetenz-Vermittlung für neue Technologien. Zudem sollten die Unternehmen voneinander lernen, was einen branchenübergreifenden Wissenstransfer erfordere. Der Austausch solle dabei auch zwischen mutigen und zögerlichen Unternehmen der Branche erfolgen. Dies gelte umso mehr, als dass einige Unternehmer Vorbilder bräuchten, bis sie sich trauten, selbst zu digitalisieren. Die Darstellung von Best Practice Cases auf Portalen sei daher hilfreich. Bei Technologien, die sich in einer frühen Phase befinden, sehen es die Expertinnen und Experten als sinnvoll an, das Risiko gemeinsam zu tragen. Dabei könnten auch Subventionen helfen, um erste Investitionshürden zu überwinden.

Hinsichtlich der künstlichen Intelligenz wurde im Stakeholderworkshop die Frage aufgeworfen, ob wirklich alle Unternehmen KI-Experten werden müssten. Skeptisch wurden Subventionen mit der Gießkanne bewertet, bei denen jeder Geld bekommt, der „irgendwas mit KI macht“. Auch hier wurde wieder auf Standardlösungen („KI von der Stange“) verwiesen, da viele Unternehmen im Mittelstand fertige Lösungen wollen. Zudem wurde im Workshop betont, dass im Moment das Vertrauen in die künstliche Intelligenz und entsprechende KI-Tools in der Belegschaft gefördert werden müssten. Gleichwohl gibt es bei den wirtschaftsnahen Dienstleistern auch Unternehmen im Mittelstand, die eigene KI-Lösungen für sich oder ihre Kunden entwickeln.

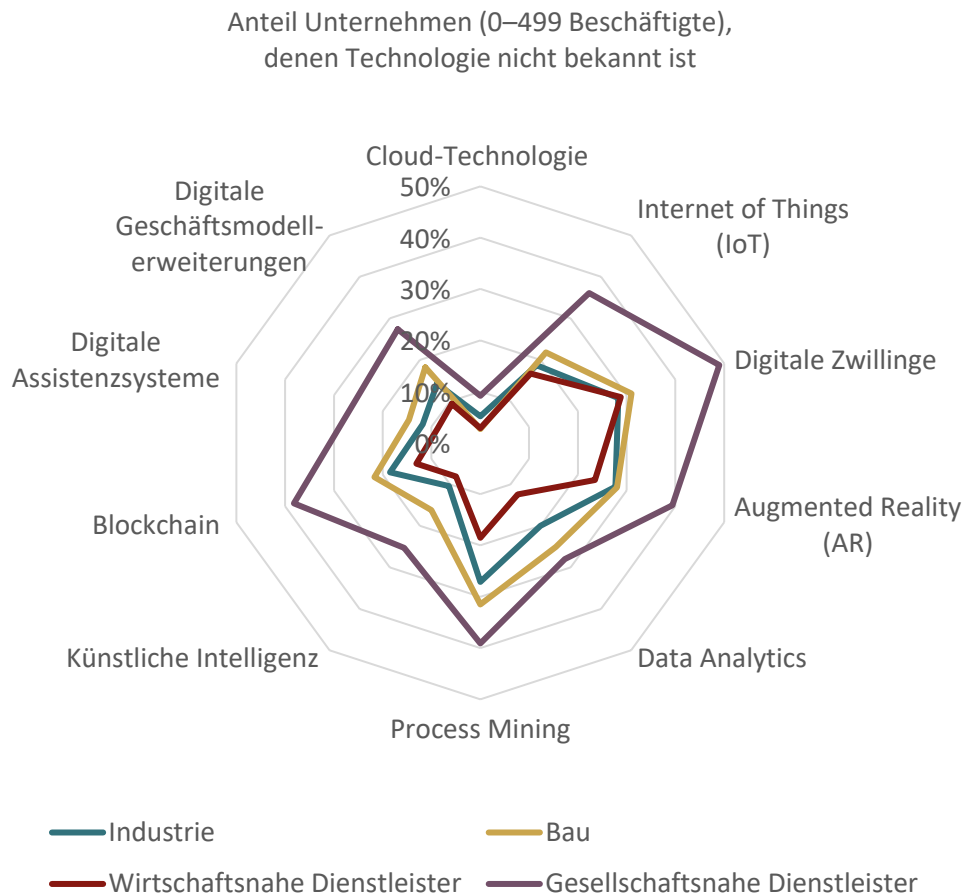
### 5.5 Hemmnisse bei gesellschaftsnahen Dienstleistern/Handel

Von den gesellschaftsnahen Dienstleistern, zu denen unter anderem der Einzelhandel, das Gastgewerbe oder der Bereich Gesundheit und Sozialwesen zählen, erwarten 57 Prozent einen (eher) starken Einfluss der Digitalisierung auf ihr Geschäftsmodell. Einen größeren Einfluss erwarten die gesellschaftsnahen Dienstleister von den Herausforderungen demografischer Wandel und Fachkräftemangel (67 Prozent) sowie Versorgungssicherheit bei Rohstoffen und Ressourcen (61 Prozent). Vom Trend zu ökologischen und nachhaltigen Produkten (41 Prozent) erwarten die gesellschaftsnahen Dienstleister häufiger einen Einfluss auf ihr Geschäftsmodell als andere Branchen (IW-Personalpanel, 2022).

Gleichzeitig waren bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern im Jahr 2020 die meisten digitalen Technologien weniger bekannt als in den anderen Sektoren (siehe Abbildung 5-7). Den höchsten Bekanntheitsgrad wies dabei die Cloud-Technologie auf. Allerdings bleibt unklar, warum die digitalen Technologien weniger bekannt sind. Wahrscheinlich sind Technologien wie digitale Zwillinge für Unternehmen der gesellschaftsnahen Dienstleistungen nicht relevant, da diese im Allgemeinen nicht mit einem digitalen Abbild der physischen Welt arbeiten.

### Abbildung 5-7: Bekanntheitsgrad digitaler Technologien in gesellschaftsnahen Dienstleistungen geringer

Anteil Unternehmen (0 bis 499 Beschäftigte), denen Technologie nicht bekannt ist, in Prozent



Quelle: IW-Zukunftspanel, Welle 36 (Sommer 2020); n = 1.961

In den gesellschaftsnahen Dienstleistungen wird die Digitalisierung nach Ansicht der Expertinnen und Experten im Stakeholderdialog größtenteils als relevant erachtet. Die Digitalisierung helfe, die Prozesseffizienz zu erhöhen und Produkte voranzutreiben. Gleichwohl gebe es hier auch Bereiche, wie eine lokale Bäckerei, die keine Digitalisierung in Form eines Onlineshops benötige. Darüber hinaus fehle rund einem Drittel der Unternehmen das Verständnis für digitale Themen und deren Bedeutung, wobei dies in der älteren Generation ausgeprägter sei. Daher gebe es bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern ein kommunikationspolitisches Thema. Durch Vorbilder und Best Practices kann hier das Bewusstsein über die Möglichkeiten der Digitalisierung gestärkt werden. Zudem sind die Business Cases besser zu kommunizieren. Des Weiteren wird von den Expertinnen und Experten im Stakeholderdialog ein Thema angeschnitten, das auch seitens der Landesministerien genannt wurde: Demnach gebe es nicht wenige Unternehmer, die kein Interesse an einer Unterstützung haben, weil sie alles könnten. Daher wurde die Frage gestellt, ob alle Unternehmen mit einer Förderung erreicht und „zu ihrem Glück gezwungen“ werden könnten.

Aus Sicht der Expertinnen und Experten gehören auch bei den gesellschaftsnahen Diensten Digitalisierung und Innovationskraft zusammen. Allerdings gehe die Kausalität in beide Richtungen. Auch sei die Unternehmensgröße allein nicht entscheidend für die Digitalisierung, da kleinere Unternehmen auch

einen geringeren Aufwand hätten, wenn sie digitalisieren wollten. Insbesondere müssten kleinere Unternehmen im Gegensatz zu den großen keine größere Anzahl von Mitarbeitenden mitnehmen und ausstatten. Im Vergleich zur Industrie würden die Dienstleister bei der Digitalisierung als dynamischer angesehen, weil sie keine Anlagen umzubauen hätten und daher geringere Investitionen notwendig seien. Hinsichtlich der Komplexität der Vorhaben gebe es dagegen in beiden Sektoren viele Herausforderungen.

Nach Angabe der Expertinnen und Experten hat bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern der Großteil der Unternehmen bereits Quick Wins realisiert. Solche Quick Wins seien vor allem dort zu realisieren, wo standardisierte Software eingesetzt oder eine einfache digitale Lösung mit Standardprogrammen selbst entwickelt werden könne. Dagegen seien die Entwicklungskosten einer eigenen Software viel zu hoch, als dass der Mittelstand dies leisten könnte. Zudem wurde im Stakeholderdialog darauf hingewiesen, dass Händler gerne anhand von Umsetzungsbeispielen und Best Practices lernen würden. Online-Sichtbarkeit und Multichannel-Vertrieb seien im Handel sehr wichtige Themen und würden immer relevanter. Immer mehr Handelsunternehmen im Mittelstand würden versuchen, eigene Shops aufzubauen. Dabei nutzten sie häufig mehrere Plattformen gleichzeitig, auch, um Abhängigkeiten zu verringern. Zugleich wird von den Expertinnen und Experten aufgezeigt, dass der Mittelstand ohne eigene Plattformen bleiben, sondern intensiver Nutzer bestehender Plattformen sein wird.

Im Vergleich zu den Quick Wins hätten deutlich weniger Unternehmen bereits umfangreiche Prozesse und Produkte digitalisiert, einige seien aber gerade dabei. Allerdings seien Großhandelsprozesse nicht leicht digital abbildbar, was eine Digitalisierung komplex mache. Da hier größere Investitionen notwendig seien, könnten diesen Schritt nur größere Unternehmen oder Start-ups gehen, die alles neu aufsetzen. Deshalb seien komplett digitalisierte Geschäftsmodelle für viele noch sehr weit weg, obgleich sie häufig als zukünftiger Use Case präsentiert würden. De facto sei dies aber nur etwas für die großen Unternehmen, nicht aber für den Mittelstand.

Die Expertinnen und Experten des Stakeholderdialogs sehen im Kennen und Wissen digitaler Technologien kein zentrales Hemmnis, zumal hier Informationsangebote durch die Mittelstand-Digital Zentren vorliegen. In den gesellschaftsnahen Diensten seien im Mittelstand vielmehr die fehlenden Kapazitäten entscheidend. Gerade bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern würden viele kleinere Anbieter unter einem permanenten Zeitmangel leiden. Hier fehle es an Angeboten, die den Mittelstand – auch mit einfachen Tools – konkret in die Umsetzung brächten. In den Förderangeboten müsste daher auch der Faktor knappe Zeit berücksichtigt werden. Im Workshop mit Stakeholdern der gesellschaftsnahen Dienstleister wurde zudem darauf hingewiesen, dass durch die Informationen der Mehrwert der Anwendung von Digitalisierungsmaßnahmen erklärt und der konkrete Use Case aufgezeigt werden sollte. Bemängelt wurde die fehlende Umsetzungsunterstützung, da die Mittelstand-Digital Zentren nur informieren, nicht aber bei der Umsetzung unterstützen.

Für die gesellschaftsnahen Dienstleister gibt es nach Aussage der Expertinnen und Experten viele Förderprogramme. Allerdings seien die Fördermöglichkeiten „ein Dschungel“. Die Vielfältigkeit der Angebote sei schwer verständlich und unübersichtlich. Zudem seien die Fördermaßnahmen nur zum Teil bekannt, viele Unternehmen würden sie immer noch nicht kennen. Konkret wird ein Anteil von circa 50 Prozent genannt, denen Informationen fehlen würden. Förderprogramme sind nach Ansicht der Expertinnen und Experten auch nötig, da es sehr teuer sei, in die Hardware zu investieren.

Bei den Rahmenbedingungen sehen die Expertinnen und Experten der gesellschaftsnahen Dienstleistungen ebenfalls Hemmnisse: Neben infrastrukturellen Mängeln wird auch die fehlende Standardisierung beklagt. Derzeit sei die Technik für Datennutzung noch nicht mit kleinen und mittleren Unternehmen kompatibel, obgleich Stamm- und Produktdaten Potenziale für den (internationalen) Marktzugang lieferten. Insgesamt fehlten für einen sehr komplexen Datenaustausch die Infrastruktur und die

Harmonisierung der Datenstandards, ein Thema, das die Politik in Form einer Verbesserung der Rahmenbedingungen angehen könnte. In einem Interview wird darüber hinaus die Verlässlichkeit der gesetzlichen Rahmenbedingungen von einem Unternehmen der gesellschaftsnahen Dienstleistungen kritisiert. So hätte das Unternehmen „seit Langem alles digitalisiert, was zu digitalisieren geht – auch Arbeitsverträge“. Durch eine Gesetzesänderung sei es nun aber wieder erforderlich, Arbeitsverträge auszudrucken, handschriftlich zu unterschreiben und aufzubewahren. Damit wurde eine Digitalisierungsmaßnahme, die bereits erfolgt war, im Keim erstickt. Deshalb wurde angemahnt, neue hinderliche Rahmenbedingungen zu vermeiden.

Über die künstliche Intelligenz wird nach Aussage der Expertinnen und Experten auch bei den gesellschaftsnahen Dienstleistern viel geredet. Allerdings sei nach wie vor nicht klar, was genau mit KI erreicht werden könne; konkrete Use Cases seien noch in der Schwebelage. Als wichtiges Thema im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz wurde die Datensouveränität genannt. Bei datengetriebenen Geschäftsmodellen, bei denen andere Unternehmen die eigenen Daten ungefragt nutzen, wurde dies als Datendiebstahl bei den Urhebern bezeichnet. Gleichwohl dürfte die künstliche Intelligenz im Onlinehandel weite Verbreitung finden, wobei hier eigene Lösungen eher von größeren Unternehmen entwickelt werden dürften.

# 6 Identifizierung von Förderlücken

## 6.1 Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen

Die Digitalisierung im Mittelstand ist weniger vorangeschritten als in großen Unternehmen. Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, die Digitalisierung im Mittelstand zu stärken, damit der Mittelstand auch in Zukunft wettbewerbsfähig ist. Allerdings ist der Mittelstand sehr heterogen: Auch innerhalb des Mittelstands gibt es ein Größengefälle, zudem sind wirtschaftsnahe Dienstleister weiter fortgeschritten als die Industrie. Allerdings gibt es auch innerhalb der Industrie wiederum Branchen, die weiter bei der Digitalisierung sind als Dienstleister. Zudem hat die Analyse in Kapitel 3 gezeigt, dass beispielsweise innovationsaffine Unternehmen deutlich weiter sind als innovationsferne Unternehmen.

Aus der Analyse und dem Stakeholderprozess lassen sich verschiedene Einflussfaktoren abseits von Größenklasse und Branche ermitteln (siehe Grafik), die einen Einfluss auf den Stand der Digitalisierung haben. Diese hängen zwar teils eng mit der Unternehmensgröße oder der Branche zusammen, stimmen aber nicht eins zu eins überein:

- ▶ IT-Fachkraft vorhanden: Unternehmen unterschieden sich darin, ob sie eine Person beschäftigen, die speziell mit der IT im Unternehmen befasst ist. Dieser Faktor dürfte eng mit der Unternehmensgröße zusammenhängen, aber nicht ausschließlich. Unternehmen, die eine Person für die IT beschäftigen, haben einen anderen Zugang zu Digitalisierungsthemen und -technologien als Unternehmen ohne IT-Fachkraft. Damit können solche Unternehmen leichter mit bestimmten Informationen umgehen und auch Quick Wins realisieren. In Unternehmen ohne IT-Fachkraft sind meist Fachfremde mit einem Digitalisierungsprojekt vertraut, weshalb Konfusion und Überforderung angesichts einer Vielzahl von Technologien ausgeprägter sein dürften.

Aus dieser Unterscheidung folgt, dass diese Unternehmen andere Informationsbedarfe haben. An Unternehmen ohne IT-Fachkraft dürften die bereits vorhandenen Informationsangebote vorbeigehen. So wurde im Bereich Handwerk darauf hingewiesen, dass sich die Handwerksmeister in erster Linie über die Kammern informieren. Zugleich dürften Unternehmen ohne IT-Fachkraft schneller vom Auswahlproblem bei der Vielzahl von Technologien überfordert sein. Angesichts der begrenzten fachlichen und zeitlichen Kapazitäten benötigen solche Unternehmen klar definierte Standardtechnologien, deren Einführung in den Betrieben zudem finanziell und beratend

unterstützt wird. Dabei ist kritisch zu prüfen, was im Falle einer staatlichen Unterstützung als förderbare Standardlösung angesehen wird. Auf der anderen Seite besteht in Unternehmen mit IT-Fachkraft eine höhere Wahrscheinlichkeit, sie mit den vorhandenen Angeboten zu erreichen. Da davon auszugehen ist, dass in diesen Betrieben die Quick Wins häufiger bereits realisiert sind, dürfte sich im Mittelstand hier die Zielgruppe für komplexere Digitalisierungsvorhaben befinden.

- ▶ **Innovationskraft:** Die Innovationskraft der Unternehmen im Mittelstand hat sich als ein Merkmal herausgestellt, das eng mit dem Ausmaß der Digitalisierung korreliert. Innovationen sind immer mit dem Risiko des Scheiterns verbunden. Dies gilt umso mehr, je geringer die technologische Reife beziehungsweise je frühzeitiger der Anwendungszeitpunkt ist. Es ist davon auszugehen, dass innovationsstarke Unternehmen eher bereit sind, solche Risiken einzugehen. Gleichwohl stoßen auch innovationsstarke Unternehmen auf Grenzen. Da die Ergebnisse einer neuen Technologie kaum abschätzbar sind, gleicht die Beschäftigung oftmals einem Experiment. Banken dürften von der Finanzierung solcher Experimente Abstand nehmen, sodass die innovationsstarken Unternehmen ihre Experimente aus Eigenmitteln finanzieren müssen. Informationsangebote, Kooperationsmöglichkeiten und finanzielle Unterstützungen können solchen Unternehmen helfen, die Risiken zu verringern. Dadurch steigen innovationsstarke Unternehmen eher in komplexere Digitalisierungsprojekte ein. Ist allerdings die Entwicklung einer solchen (Stand-alone-)Lösung mit zu hohen (Fix-)Kosten verbunden, dürfte sich auch für innovationsstarke Unternehmen im Mittelstand daraus kein Business Case ableiten. In diesem Fall dürften selbst die innovationsstarken Unternehmen im Mittelstand eine Technologie nur geringfügig vorantreiben.

Die innovationsferneren Unternehmen dürften im Gegensatz dazu selbst mit Informationsangeboten, Kooperationsmöglichkeiten und finanziellen Unterstützungen nicht dazu gebracht werden, risikobehaftete Investitionen in neue Digitalisierungstechnologien zu tätigen. Da die innovationsstarken Unternehmen vielfach bereits digitalisiert sind, bestehen zwei Optionen: Erstens kann versucht werden, aus innovationsfernen innovationsstarke Unternehmen zu machen. Dies ist eine große Aufgabe und erfordert wahrscheinlich neben vielen neuen Ideen auch einen langen Zeithorizont. Zweitens können die innovationsferneren Unternehmen dazu gebracht werden, in die Digitalisierung einzusteigen. Dies dürfte umso eher gelingen, wenn diese Unternehmen bei der Einführung von bewährten Standardlösungen unterstützt werden. Daher benötigen die innovationsferneren Unternehmen Informationen zu validen, nicht aber zu potenziellen Business Cases, die mit digitalen Technologien einhergehen. Zudem benötigen sie einen klaren Fahrplan, wie eine solche Technologie eingeführt werden kann. Im Fokus müssten dann Best Practices mit hinterlegtem Business Case und eine Umsetzungsberatung stehen, weniger aber eine größere Investitionsförderung.

- ▶ **Anlagenintensität:** Je höher die Anlagenintensität in einem Unternehmen ist, desto höher dürften bereits bei den Quick Wins die Komplexität digitaler Lösungen und der Nachrüstungsbedarf bei den Anlagen ausfallen. Oftmals kann die Digitalisierung nicht mehr mit Standardlösungen erfolgen.

Werden die erforderlichen Anpassungen komplexer, findet die Digitalisierung seltener statt. Im Baugewerbe erscheint dies vor allem für BIM-Anwendungen relevant zu sein, die viele Unternehmen überfordern, da es hier immer wieder zu Schnittstellenproblemen technischer Art, aber auch zu Konflikten mit der für BIM notwendigen Kooperationskultur kommt. In der Industrie ist die Anwendung von Standardlösungen in der Regel seltener möglich, da Anlagen eingebunden werden müssen. Daher gibt es dort höhere Anpassungsbedarfe. Aber auch unter den Dienstleistungsunternehmen gibt es Unternehmen mit höherer Anlagenintensität, die eine höhere Komplexität nach sich zieht. Dies führt auch dort zu höheren Anpassungskosten, die die Wirtschaftlichkeit der digitalen Lösungen herausfordern. Während bei Standardlösungen der Business Case relativ leicht aufgezeigt werden kann, ist dieser bei komplexeren Lösungen schwerer zu durchdringen.

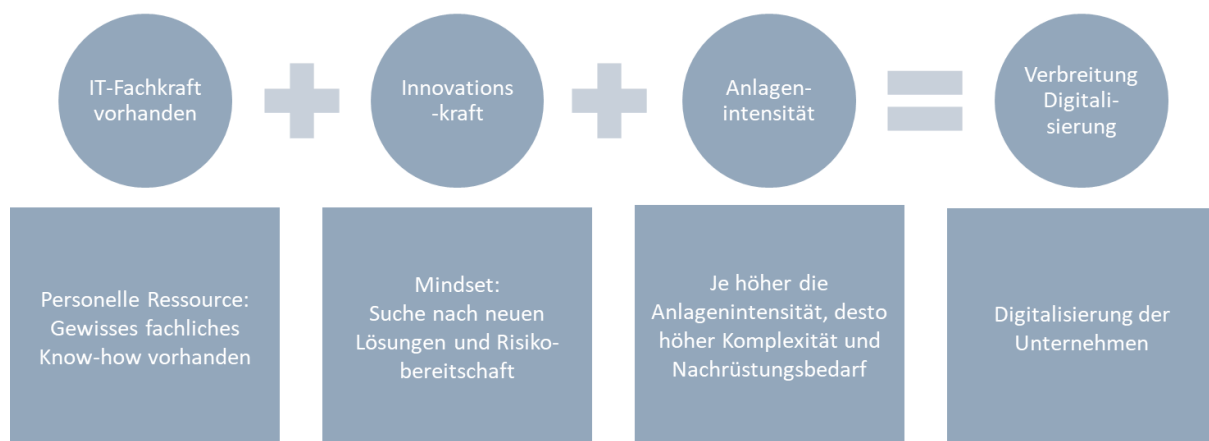
Weniger anlagenintensive Unternehmen haben eher die Möglichkeit, auf Standardlösungen zu setzen. Diese haben den Vorteil, nur überschaubar- und planbare eigene Anpassungskosten zu ver-

ursachen. Bei Cloudanwendungen gibt es inzwischen viele Standardlösungen, die von den Unternehmen im Mittelstand eingesetzt werden können. Auch in anderen Bereichen gibt es Standardlösungen, die ihre Verbreitung finden. Deshalb dürfte es selbst bei innovationsfernen Unternehmen ohne eigene IT-Fachkraft ausreichen, den Business Case aufzuzeigen, die Unternehmen beim Auswahlprozess und bei der Umsetzung und Schulung zu unterstützen, wobei die Umsetzungsberatung stärker standardisiert erfolgen kann.

In den komplexen Anwendungen bedarf es dagegen individueller Beratung und angesichts höherer Kosten auch einer finanziellen Unterstützung, um die Digitalisierungsprojekte in die Umsetzung zu bringen. Bei noch weniger verbreiteten Technologien, wie der künstlichen Intelligenz, benötigen die Unternehmen Angaben zur realistischen Anwendung. Hier sind Informationen unerlässlich. Auch ist eine Beratung/Unterstützung beim Kompetenzaufbau notwendig, bei der Geschäftsmodelle von Unternehmen individuell angeschaut werden, um mögliche Auswirkungen durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz zu erkennen beziehungsweise Unternehmen das Rüstzeug zu vermitteln, dies selber zu tun. Schulungen und Qualifizierungsangebote sind erforderlich, um Belegschaften fit für die neuen Lösungen zu machen.

### Abbildung 6-1: Unternehmenstypen im Mittelstand

Relevante Merkmale bei der Digitalisierung



Quelle: eigene Darstellung IW Consult

Die Expertinnen und Experten des Stakeholderdialogs haben darauf hingewiesen, dass selbst die sogenannten Quick Wins keine „Low-Hanging Fruits“, sondern ein „Ongoing Process“ seien. Mit anderen Worten: Auch vermeintliche Standardanwendungen, wie die standardisierte Erstellung von Angeboten, sind nicht immer einfach zu implementieren, sondern es braucht eine gewisse Individualisierung. Daher ist über Unterstützungsangebote auch bei den Standardlösungen nachzudenken. In den Expertengesprächen hat sich zudem gezeigt, dass für die Verbreitung der Digitalisierung und die Technologieauswahl neben der Innovationskraft immer die Wirtschaftlichkeit entscheidend ist. Daher sollte der Business Case im Fokus einer jeden Information und Beratung stehen.

Aus der bisherigen Analyse folgt, dass Mittelstand nicht gleich Mittelstand und Digitalisierung nicht gleich Digitalisierung ist. Daher werden im Folgenden die Hemmnisse nach zwei Dimensionen betrachtet: die Art der Digitalisierung (Quick Wins, komplexe Prozesse und digitale Geschäftsmodelle) sowie Unternehmensmerkmale (IT-Fachkraft, Innovationsstärke, Anlagenintensität).

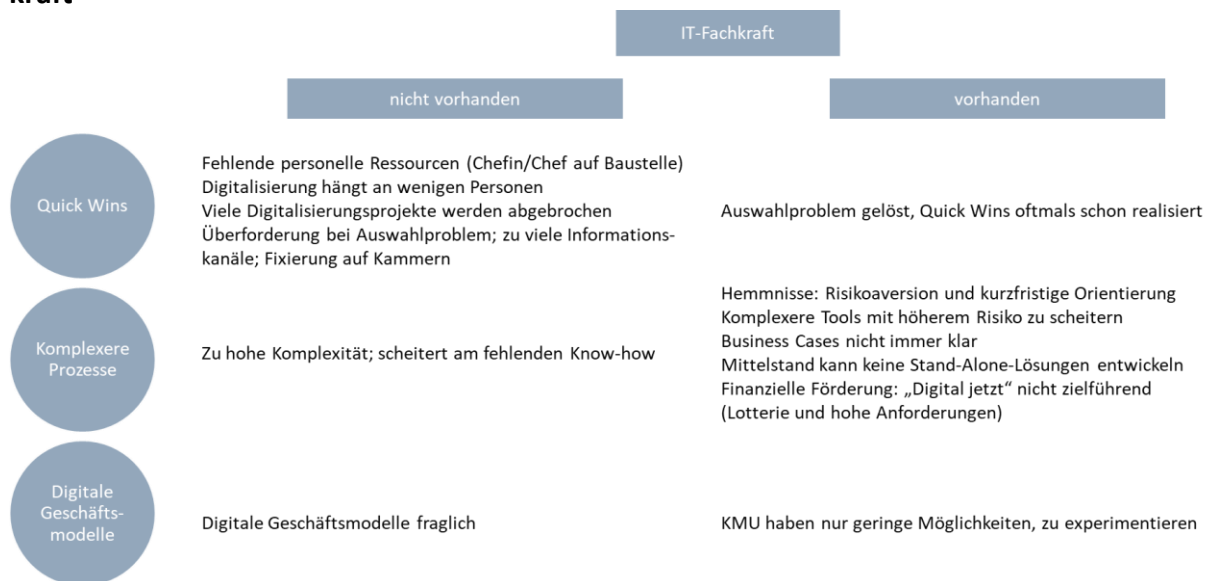
Kleinere Unternehmen ohne IT-Fachkraft weisen bereits häufig bei der Realisierung von Quick Wins Hemmnisse auf (Abbildung 6-2). In diesen Unternehmen hängt die Digitalisierung oft an wenigen Per-



sonen. Ihnen fehlen die personellen Ressourcen in Form von freien Stunden und Wissen, um die Digitalisierung erfolgreich anzugehen. Die Auswahl der geeigneten Technologie beziehungsweise Standardlösung kann diese Betriebe bereits überfordern. Zudem dürften viele nur eine sehr begrenzte Anzahl von Informationskanälen wahrnehmen. Berichtet wurde unter anderem von einer Fixierung auf Kammern. Komplexere Digitalisierungsvorhaben wie Prozesse und digitale Geschäftsmodelle dürften meist am fehlenden Know-how scheitern. Zudem dürfte diesen Unternehmen ein möglicher Mehrwert digitaler Geschäftsmodelle nicht ersichtlich sein.

Auf der anderen Seite dürften Unternehmen mit IT-Fachkraft Quick Wins schon oftmals realisiert haben. Ihnen fällt es leichter, das Auswahlproblem bei den geeigneten digitalen Technologien zu lösen. Bei komplexeren Prozessen hängt es dagegen schnell von weiteren Merkmalen wie dem Risikoverhalten ab, ob sich die Unternehmen weitergehend digitalisieren. Risikoaverse Unternehmen mit einer eher kurzfristigen Orientierung benötigen einen klaren und schnell realisierbaren Business Case, um den Schritt der Digitalisierung zu wagen. Da komplexere Tools mit höheren Risiken verbunden sind, kann eine finanzielle Förderung angezeigt sein. Allerdings werden vorhandene Förderprogramme wie „Digital Jetzt“ als nicht zielführend eingeschätzt, da die Förderung aus Sicht der Stakeholder einer Lotterie gleicht, die zudem mit hohen Anforderungen verbunden ist. Bei der Entwicklung digitaler Lösungen für komplexe Prozesse und Geschäftsmodelle wurde im Stakeholderprozess darauf hingewiesen, dass der Mittelstand weniger in der Lage sei, eigene Stand-alone-Lösungen zu entwickeln. Zudem habe der Mittelstand nur geringe Möglichkeiten, mit neuen Technologien zu experimentieren.

**Abbildung 6-2: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Vorhandensein einer IT-Fachkraft**



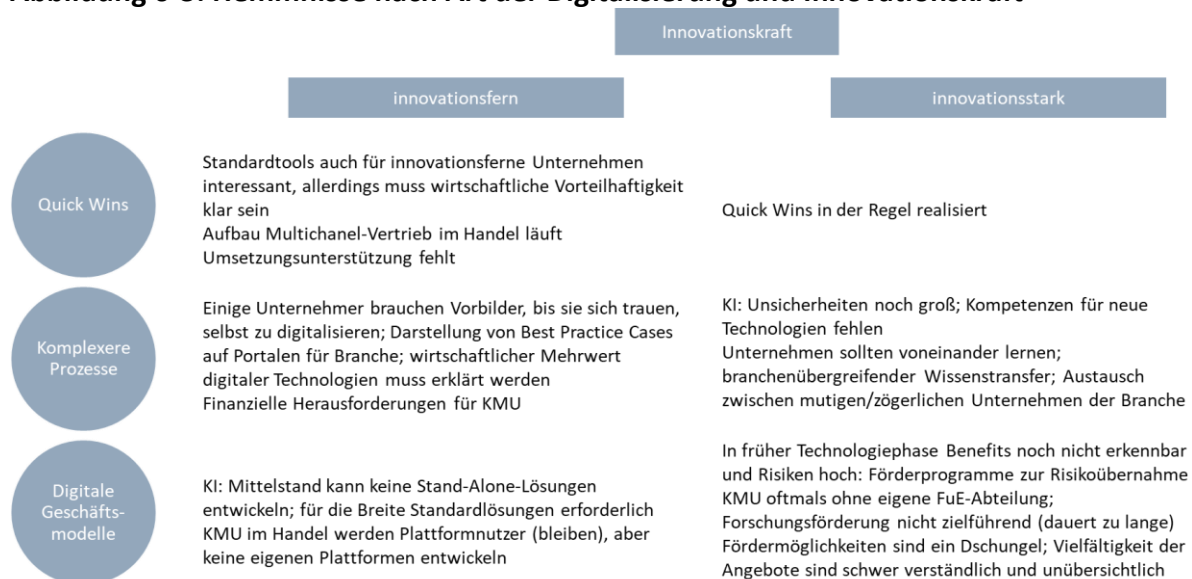
Quelle: eigene Darstellung

Innovationsstarke Unternehmen dürften die Quick Wins in der Regel bereits realisiert haben (Abbildung 6-3). Sie sind diejenigen Unternehmen, die auch am ehesten komplexe Prozesse und digitale Geschäftsmodelle angehen dürften. Gerade bei neuen Technologien sind die Unsicherheiten jedoch noch sehr hoch, weshalb sie dort eine Kompetenzvermittlung benötigen. Der Austausch mit anderen Unternehmen, branchenintern und -übergreifend, trägt zur Überwindung von Wissenslücken bei. Vor allem in frühen Technologiephasen sind die Benefits einer Technologie noch nicht erkennbar. Dies gilt aktuell beispielsweise für die künstliche Intelligenz. Zugleich sind die Risiken hoch. Daher benötigen die Unternehmen hier eine finanzielle Unterstützung, weil Banken wegen der fehlenden Kalkulierbarkeit der

Risiken keine Kredite bereitstellen dürften. Bei neuen Technologien stehen zwar oftmals Forschungs-förderungsprogramme bereit. Allerdings haben kleine und mittlere Unternehmen oftmals keine eigene FuE-Abteilung, sodass die Programme an diesen Unternehmen vorbeigehen. Weiterhin wurde die For-schungsförderung im Stakeholderprozess oftmals als nicht zielführend angesehen, da die Bewerbungs- und Auswahlprozesse sehr lange dauern. Zudem sei die Vielfältigkeit der Angebote („Dschungel an Fördermöglichkeiten“) für die Unternehmen schwer verständlich und unübersichtlich.

Auf der anderen Seite sind Standardlösungen als Quick Wins auch für innovationsferne Unternehmen interessant. Allerdings muss deren wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit den Unternehmen klar aufgezeigt werden. Derzeit fehlt aus Sicht der Stakeholder eine Umsetzungsunterstützung. Statt nur zu informie-ren, sollten die Unternehmen auch bei der Umsetzung unterstützt werden, weil viele Unternehmen bereits bei Standardlösungen überfordert seien. Innovationsfernere Unternehmen können sich auch an die Digitalisierung komplexerer Prozesse heranwagen. Dafür benötigen sie nach Aussage der Stakeholder Vorbilder, weshalb eine Vernetzung von mutigen und zögerlichen Unternehmen hier hilfreich sein kann. Auch die Darstellung von Best Practices hilft, wobei der Mehrwert der digitalen Technolo-gien immer wieder erklärt werden muss. Zugleich stehen diese kleinen und mittleren Unternehmen vor finanziellen Herausforderungen, weshalb eine finanzielle Unterstützung hilfreich sein kann. Neue, digitale Geschäftsmodelle sind innovationsfernen Unternehmen eher suspekt. Sie warten, auch bei der künstlichen Intelligenz, eher auf Standardlösungen. Im Handel dürften die kleinen und mittleren Un-ternehmen trotz Multichannel-Vertriebs auch in Zukunft eher Plattformnutzer bleiben, nicht aber ei-gene Plattformen entwickeln.

**Abbildung 6-3: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Innovationskraft**



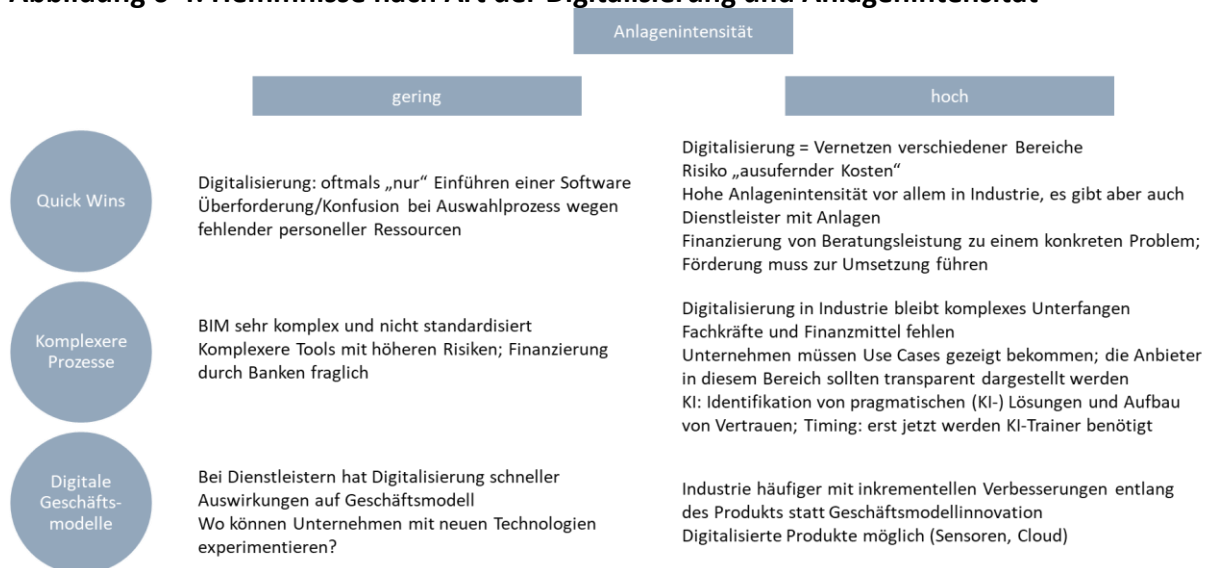
Quelle: eigene Darstellung

Bei Unternehmen mit einer geringen Anlagenintensität bedeutet Digitalisierung oftmals „nur“ das Ein-führen einer neuen Software (Abbildung 6-4). Gleichwohl dürften Unternehmen ohne freie personelle Ressourcen mit dem damit verbundenen Auswahlprozess bereits überfordert sein. Bei komplexeren Prozessen kann die Softwarelösung schnell sehr umfassende Arbeiten erfordern, wie das Building In-formation Modeling (BIM) in der Bauwirtschaft. Dort kommt hinzu, dass die BIM-Lösungen nicht stan-dardisiert sind, sodass die Fixkosten nicht auf viele Projekte verteilt werden können. Weiterhin ist selbst bei einer geringen Anlagenintensität die Finanzierung von komplexeren Tools durch die Banken

fraglich, da die Risiken schwerer zu kalkulieren sind. Bei Unternehmen mit einer geringen Anlagenintensität wirkt sich die Digitalisierung schnell auf das gesamte Geschäftsmodell aus. Hier fehlen nicht selten Möglichkeiten, mit den neuen Technologien zu experimentieren.

Ist die Anlagenintensität hoch, müssen bei der Digitalisierung oft verschiedene Bereiche miteinander vernetzt werden. Damit entsteht bereits bei möglichen Quick Wins das Risiko „ausufernder Kosten“. Eine hohe Anlagenintensität gibt es vor allem in der Industrie, weshalb dort Hemmnisse wie die fehlende Nachrüstbarkeit der Anlagen besonders stark wirken. Gleichwohl gibt es auch anlagenintensive Dienstleister. Bei der Digitalisierung von Prozessen gilt noch mehr, dass es sich dabei um ein komplexes Unterfangen handelt. Oftmals fehlen den Unternehmen dazu die Fachkräfte und Finanzmittel. Zudem fehlt es nach Angaben der Stakeholder am klaren Aufzeigen der Use Cases für die Unternehmen und an hinreichender Transparenz über die Anbieter der relevanten Technologien. Künstliche Intelligenz kann auf diesem Gebiet ebenfalls hilfreich sein, allerdings müssen die pragmatischen KI-Lösungen erst noch identifiziert werden. Bei neuen Technologien sei zudem der Aufbau von Vertrauen erforderlich. Deshalb komme es aus Sicht der Stakeholder auch auf das richtige Timing an: So seien die KI-Trainer erst jetzt aus Sicht von Unternehmen richtig relevant. Anlagenintensive Unternehmen würden zudem vornehmlich inkrementelle Verbesserungen entlang ihrer Produkte durchführen, seltener aber Geschäftsmodellinnovationen. Zugleich haben andere Stakeholder darauf hingewiesen, dass Geschäftsmodellinnovationen mit digitalisierten Produkten auch bei anlagenintensiven Herstellern möglich seien, beispielsweise durch die Nutzung von Sensordaten und Cloudanwendungen.

**Abbildung 6-4: Hemmnisse nach Art der Digitalisierung und Anlagenintensität**



Quelle: eigene Darstellung

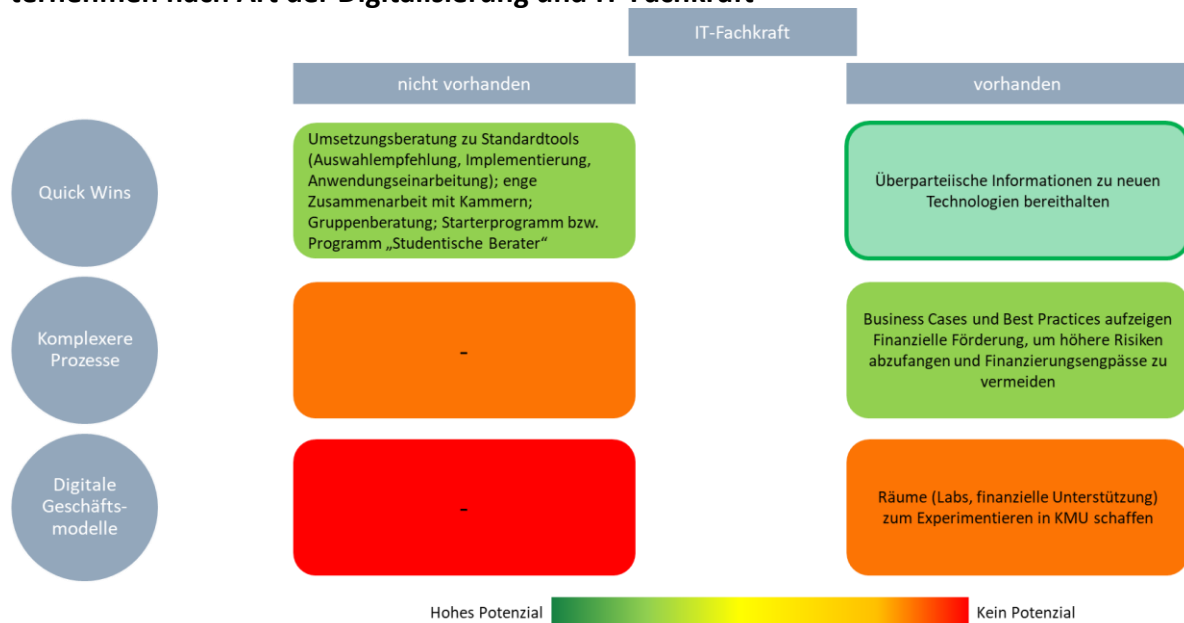
Die verschiedenen Unternehmenstypen stoßen meist auf spezifische Hemmnisse. Durch gezielte Unterstützungsleistungen können diese Hemmnisse verringert werden. Zugleich muss aber an die Verantwortung der Unternehmerinnen und Unternehmer appelliert werden, da sie für die Veränderung in den Unternehmen verantwortlich sind. Darüber hinaus ist die Schaffung einer digital-freundlichen Kultur in Deutschland erforderlich. Die Beschäftigten müssen sich für die Digitalisierung begeistern. Hier ist es an der öffentlichen Hand, durch die erfolgreiche Digitalisierung der Verwaltung positive Begegnungsräume für die Beschäftigten zu schaffen.

Allerdings bedeutet eine Unterstützung der Unternehmen bei der Überwindung der Hemmnisse nicht, dass alle Unternehmen alle Arten der Digitalisierung umsetzen dürften. Vielmehr unterscheidet sich

das Potenzial, das bei den verschiedenen Unternehmenstypen ausgeschöpft werden kann. Abbildung 6-5 zeigt das Digitalisierungspotenzial nach Art der Digitalisierung und dem Merkmal Vorhandensein einer IT-Fachkraft. In Unternehmen ohne IT-Fachkraft dürfte vor allem Potenzial bei den Quick Wins bestehen. Es handelt sich um niederschwellige Themen, die ohne Strategien und große Kompetenzen angegangen werden können. Allerdings geht es nur um ausgewählte Use Cases, mit denen die Digitalisierung der Unternehmen anfängt. Es geht nicht darum, alles komplett umzustellen, sondern in ausgewählten Bereichen Erfahrung zu sammeln. Daraus kann sich dann gegebenenfalls ein Momentum für eine weitere Digitalisierung ergeben. Bei komplexeren Prozessen und digitalen Geschäftsmodellen sind derzeit jedoch kaum Digitalisierungspotenziale zu erwarten. Das fehlende Know-how für die zu erwartende Komplexität dürfte kaum durch eine Nebenbeschäftigung zu erwerben sein. Gleichwohl benötigen die Unternehmen ohne IT-Fachkraft bereits bei der Realisierung der Quick Wins Unterstützung: Sie benötigen eine Umsetzungsberatung zu Standardtools, weil auch hier Anpassungen in den Unternehmen vorzunehmen sind. Deren wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit in Form eines schnellen Return on Invest muss aufgezeigt werden. Die Umsetzungsberatung sollte eine Auswahlempfehlung für das digitale Tool ebenso umfassen wie eine Unterstützung bei der Implementierung. Um das Tool nachhaltig in den Betrieben anzuwenden, sollte zudem eine Einarbeitung der Beschäftigten unterstützt werden. Zugleich sollten die Unternehmen mit kleineren Summen (zum Beispiel Digitalisierungsgutscheine) unterstützt werden, um die erforderlichen Investitionen zu tätigen. Insgesamt sollte das Programm eine kurze Laufzeit aufweisen und den Unternehmen die Angst genommen werden, dass ihnen durch die Teilnahme ein großer Aufwand entsteht. Zudem sollte eine leichte Antragstellung gewährleistet sein. Da es sich dabei meist um kleinere Unternehmen handelt, sollte über eine Zusammenarbeit mit Kammern nachgedacht werden, die als wichtige Informationsquelle solcher Unternehmen dienen. Die Umsetzungsunterstützung könnte als Starterprogramm konzipiert werden, beispielsweise als Programm „Studentische Berater“. Die Zielgruppe dürfte vor allem Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten umfassen. Daher sind negative Auswirkungen auf den EU-Binnenmarkt nicht zu erwarten. Insofern könnte die De-minimis-Regel beim Beihilfeverbot greifen.

Unternehmen mit IT-Fachkraft haben ein sehr hohes Digitalisierungspotenzial bei den Quick Wins, das sie meist bereits ausgeschöpft haben dürften. Allerdings können sie bei neuen Technologien mit unabhängigen Informationen unterstützt werden, um die Informationskosten zu senken. Ebenfalls hohe Potenziale bestehen bei komplexeren Prozessen. Dazu benötigen die Betriebe mit IT-Fachkräften Informationen, die den Business Case und Best Practices aufzeigen. Best Practices beschreiben, wie andere das Problem erfolgreich angegangen sind. Diese können als „Blaupause“ für die Einführung im eigenen Unternehmen genutzt werden. Grundsätzlich lassen sich die Unternehmen mit Informationen hier sensibilisieren. Sie können allerdings nicht gezwungen werden zu digitalisieren. Dies dürfte umso eher gelingen, wie der Business Case klar und die Risiken beherrschbar sind. Gleichwohl steigt bei dieser Art der Digitalisierung das Risiko, weshalb risikoavers eingestellte Unternehmen zu häufig Abstand von einer solchen Maßnahme nehmen können. Mit steigender Komplexität steigt auch die Wahrscheinlichkeit von Finanzierungsengpässen, weil die Banken von einer Kreditvergabe absehen. In beiden Fällen kann durch eine finanzielle Förderung das Investment in eine Digitalisierungsmaßnahme gestärkt werden. Bei digitalen Geschäftsmodellen dürfte dagegen in Unternehmen mit IT-Fachkraft das Potenzial geringer ausfallen. Hier dürfte das Innovationsverhalten der Unternehmen entscheidend sein. Hilfreich könnte eine Unterstützung sein, die auf die Schaffung von Räumen zum Experimentieren mit neuen digitalen Lösungen und Geschäftsmodellen abzielt. Dies können sowohl physische Räume wie Labs sein, aber auch eine finanzielle Förderung für Experimente.

**Abbildung 6-5: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und IT-Fachkraft**



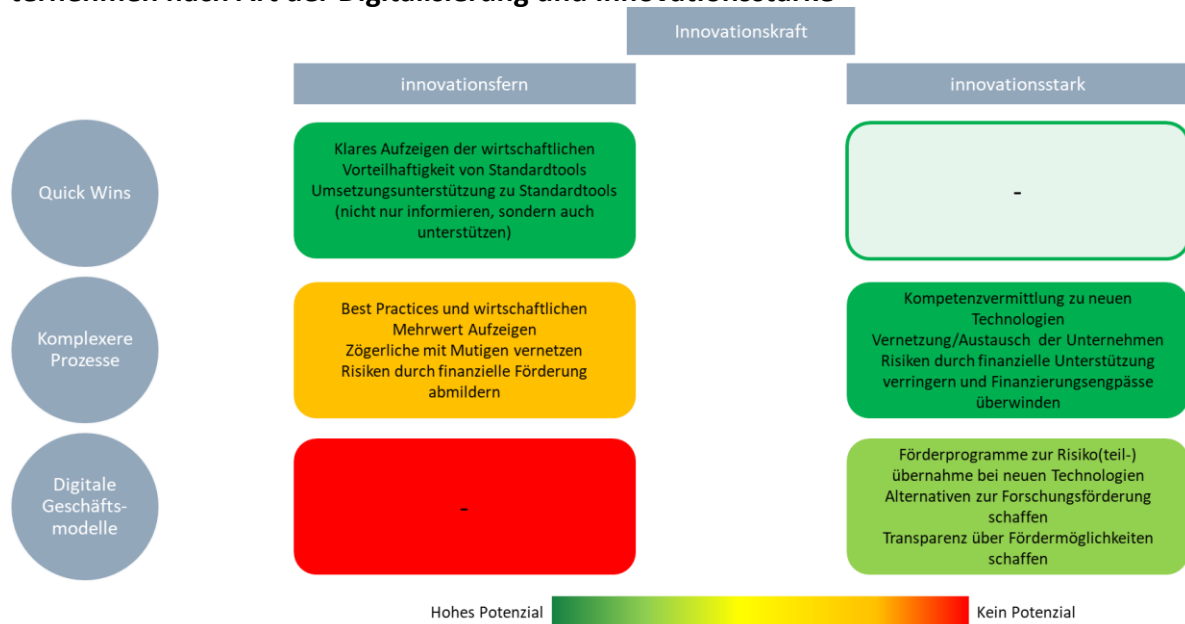
Quelle: eigene Darstellung

Das Digitalisierungspotenzial in innovationsfernen Unternehmen dürfte vor allem bei den Quick Wins liegen (Abbildung 6-6). Standardtools, die über reine Plug-and-Play-Lösungen hinausgehen, sind auch für innovationsferne Unternehmen relevant. Allerdings muss deren wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit den innovationsfernen Unternehmen klar aufgezeigt werden. Branchenspezifische Checks, wie ein Tool im bayerischen Großhandel (digitalcheck-grosshandel.bayern), können den Unternehmen helfen, Quick Wins zu erkennen. Zudem ist auch hier eine Umsetzungsunterstützung hilfreich. Auch bei komplexeren Prozessen besteht ein Digitalisierungspotenzial bei innovationsferneren Unternehmen. Hier sollten branchenspezifische Checks und Best Practices den wirtschaftlichen Mehrwert aufzeigen, den die Vorreiter bereits realisieren konnten. Auch könnten zögerliche Unternehmen mit mutigeren Unternehmen vernetzt werden. Hier wäre den Unternehmen zudem zu vermitteln, dass die neuen Konkurrenten nicht bei den Austauschpartnern, sondern oftmals im Ausland warten. Durch eine Kompetenzvermittlung können die innovationsfernen Unternehmen gestärkt werden. Die Kompetenzvermittlung sollte gegebenenfalls stärker mit den anderen Fördermaßnahmen verbunden werden. Begleitend können die steigenden Risiken durch eine finanzielle Förderung abgemildert werden. Eine Umstellung des Geschäftsmodells auf eine digitale Variante dürfte hingegen die innovationsfernen Unternehmen überfordern. Sie streben häufig eine Bewahrung des Bisherigen an, weshalb sie kaum zu einem Geschäftsmodellwandel zu bewegen sein dürften.

Innovationsstarke Unternehmen zögern nicht, Quick Wins sofort zu realisieren. Insofern dürfte das Potenzial bei den Quick Wins völlig ausgeschöpft sein. Zudem sind es die innovationsstarken Unternehmen, die auch komplexere Prozesse und digitale Geschäftsmodelle mit der Digitalisierung angehen. Hier finden sich große Potenziale für die weitere Digitalisierung. Damit die innovativen Unternehmen im Mittelstand die Digitalisierung erfolgreich angehen können, benötigen sie Kompetenzen zu neuen Technologien. Auch die Vernetzung und der Austausch mit anderen Unternehmen der eigenen sowie anderer Branchen helfen den Unternehmen, neue Wege zu gehen. Gleiches gilt für die Vernetzung von Datenplattformbetreibern. Bei datengetriebenen Geschäftsmodellen benötigen die Unternehmen eine vertrauenswürdige Infrastruktur. Sie müssen erkennen, dass kollaboratives Datenteilen

möglich wird, ohne dass ihre Daten ungehindert abfließen. Die innovativen Unternehmen gehen größere Risiken ein. Dies kann eine Fremdfinanzierung deutlich erschweren. Daher kann eine Förderung hier Finanzierungsengpässe überwinden helfen. Hilfreich sind zudem Förderprogramme, die Teile der (hohen) Risiken übernehmen. Dies geschieht einerseits üblicherweise durch die Forschungsförderung. Andererseits gibt es auch innovative Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung. Hier sind Alternativen zur Forschungsförderung erforderlich, die auch von innovativen, nicht FuE treibenden Unternehmen genutzt werden können. Da es auf diesem Gebiet eine Vielzahl von Förderprogrammen gibt, sollte zudem die Transparenz über die Fördermöglichkeiten erhöht werden.

**Abbildung 6-6: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und Innovationsstärke**



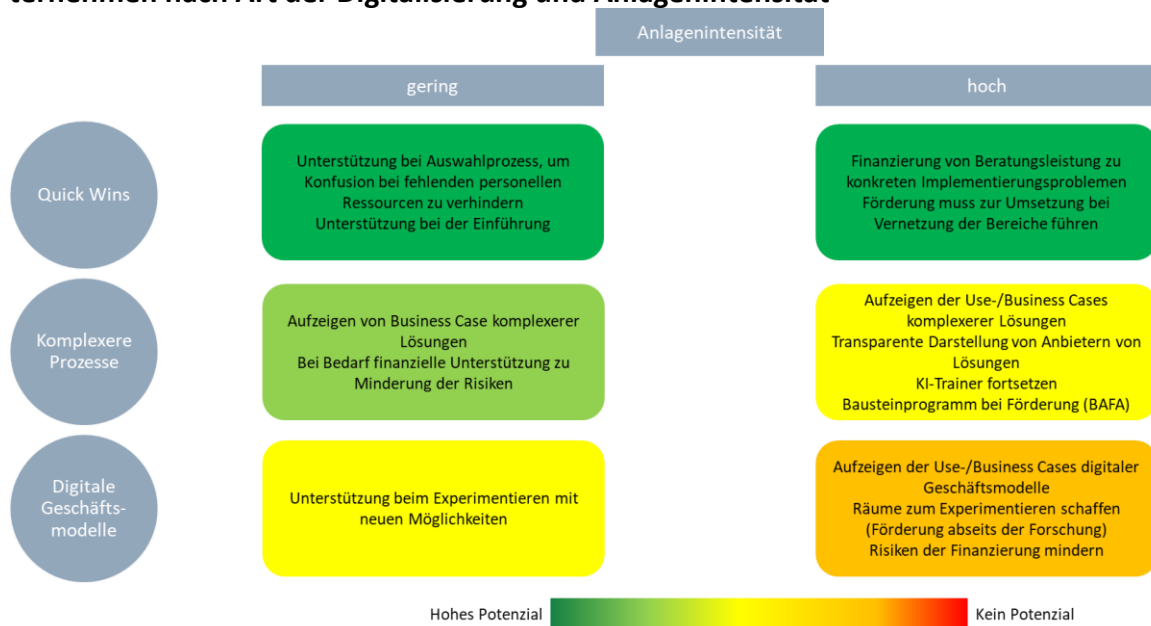
Quelle: eigene Darstellung

Unternehmen mit einer geringen Anlagenintensität können vergleichsweise einfach Quick Wins realisieren, weshalb hier ein großes Digitalisierungspotenzial besteht (Abbildung 6-7). Allerdings benötigen die Unternehmen eine Unterstützung bei der Auswahl und der Einführung, da fehlende personelle Ressourcen angesichts der Vielfalt an digitalen Möglichkeiten schnell zu Konfusion führen können. Auch komplexere Prozesse lassen sich in Unternehmen mit geringerer Anlagenintensität häufig digitalisieren. Hier ist das Aufzeigen der Business Cases wichtig, um die Unternehmen zur Umsetzung einer digitalen Lösung zu bewegen. Weil mit der Komplexität auch die Umsetzungsrisiken steigen, könnte eine finanzielle Förderung die Risiken abmildern. Gleichzeitig ist der Finanzierungsbedarf vergleichsweise gering, weil in vielen Fällen auf Standardlösungen zurückgegriffen werden kann. In Unternehmen mit geringer Anlagenintensität wirkt sich die Digitalisierung schnell auch auf das gesamte Geschäftsmodell aus. Hier können die Unternehmen unterstützt werden, indem sie mit den neuen Möglichkeiten experimentieren können. Gleichwohl bleibt das Digitalisierungspotenzial hier begrenzter, da der Wandel im Unternehmen weitreichend wäre und deshalb eher nur innovationsstärkere Unternehmen diesen Weg einschlagen dürften.

Unternehmen mit einer hohen Anlagenintensität sind vor allem in der Industrie, aber auch in einigen Dienstleistungsbereichen anzutreffen. Hier besteht ein großes Potenzial für die Realisierung von Quick Wins. Da allerdings verschiedenste Bereiche miteinander vernetzt werden müssen, steigt die Komplexität der Vorhaben bereits bei der Realisierung von Standardlösungen stark an. Um die Komplexität zu

beherrschen, wäre die Finanzierung von Beratungsleistungen zu konkreten Implementierungsvorhaben hilfreich. Dabei sollte die Förderung zur Umsetzung einer vernetzten digitalen Lösung führen. Die Digitalisierung von Prozessen bleibt bei anlagenintensiven Unternehmen ein komplexes Unterfangen, weshalb das Digitalisierungspotenzial begrenzt bleibt. Damit die Prozesse erfolgreich digitalisiert werden und zur wirtschaftlichen Nachhaltigkeit beitragen können, sollten sie zudem vorher optimiert werden. Um die Unternehmen von der Vorteilhaftigkeit solcher Lösungen zu überzeugen, müssen die Use und Business Cases komplexerer Lösungen aufgezeigt werden. Zudem können die Unternehmen unterstützt werden, indem die Suchkosten zum Finden passender Lösungsanbieter verringert werden. Dabei sollte ein staatlich gefördertes Informationsangebot marktneutral sein. Unterstützungen wie die KI-Trainer bringen zusätzliches Wissen in die Unternehmen. Ein Bausteinprogramm, das bei der schrittweisen Digitalisierung unterstützt, könnte den Unternehmen den Weg weisen. Hier könnten die Beratung und der höhere Finanzierungsbedarf für die Umrüstung der Anlagen kombiniert werden. Noch geringer ist das Digitalisierungspotenzial bei anlagenintensiven Unternehmen für digitale Geschäftsmodelle. Grundsätzlich besteht hierzu die Möglichkeit, allerdings dürften sich viele Lösungen zwischen inkrementeller Verbesserung und digitalem Geschäftsmodell bewegen. Das Aufzeigen der Use und Business Cases digitaler Geschäftsmodelle kann hier das Verständnis für digitale Lösungen erhöhen. Zugleich sind auch hier Räume zum Experimentieren hilfreich, die ein Ausprobieren abseits der Forschungsförderung erlauben. Des Weiteren können die bestehenden Risiken über eine finanzielle Förderung abgemildert werden.

**Abbildung 6-7: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial und Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen nach Art der Digitalisierung und Anlagenintensität**



Quelle: eigene Darstellung

## 6.2 Bestehende Förderung

Eine Auswertung der Förderdatenbank<sup>3</sup> zum Stichwort Digitalisierung ergibt deutschlandweit 514 Förderprogramme. Darunter sind 109 Programme, bei denen Unternehmen Förderberechtigte sind. Durch eine händische Analyse der Programminhalte lassen sich schließlich deutschlandweit 87 Programme identifizieren, die schwerpunktmäßig eine Förderung der Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen vorsehen. Davon sprechen 42 Programme bundesweit KMU explizit an. Zum Stichwort „künstliche Intelligenz/KI“ existieren in der Förderdatenbank 41 Programme für KMU, wovon 26 auch unter dem Stichwort „Digitalisierung“ zu finden sind. Darüber hinaus gibt es drei Förderprogramme zum Stichwort „Datenökonomie“ (alle bundesweit mit Zuschuss), die alle auch unter dem Stichwort „Digitalisierung“ zu finden sind.

In der Regel vergeben die Förderprogramme Zuschüsse (rund 91 Prozent aller Programme). 8 Prozent der Programme sind Darlehen, sonstige Förderformen sind vernachlässigbar.

Die Förderung zielt neben der Digitalisierung auch auf andere Bereiche. An der Spitze steht dabei die themenspezifische Förderung von Forschung und Innovation, gefolgt von der Unternehmensfinanzierung (Abbildung 6-8). Zudem sind die Infrastruktur sowie die themenoffene Förderung von Forschung und Innovation oft genannte Förderbereiche.

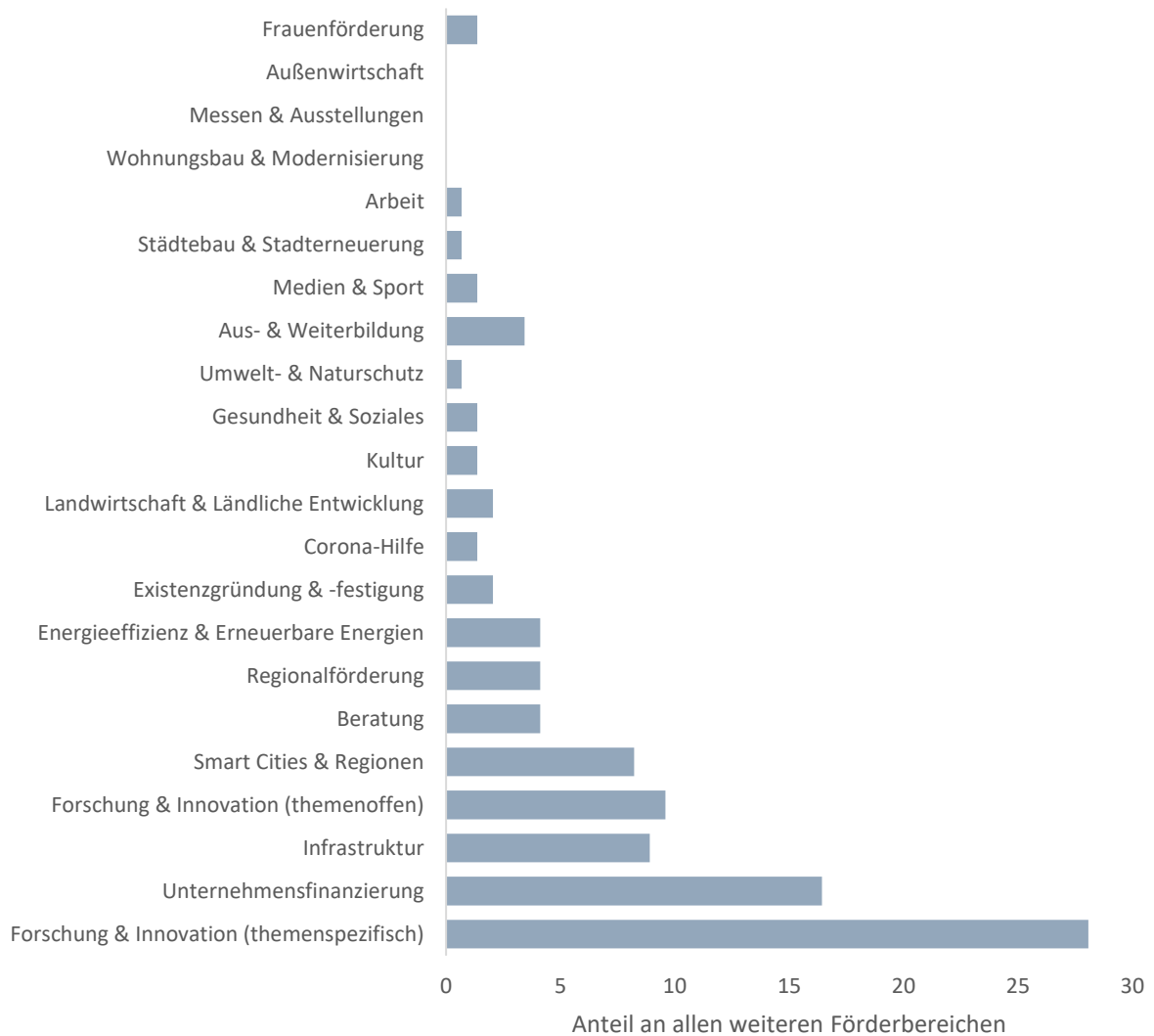
---

<sup>3</sup> Die Analyse erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ziel der Analyse ist es, die grundlegende Struktur der bestehenden Förderung aufzuzeigen.



**Abbildung 6-8: Genannte Förderbereiche (neben Digitalisierung)**

Anteil an allen Nennungen in Prozent

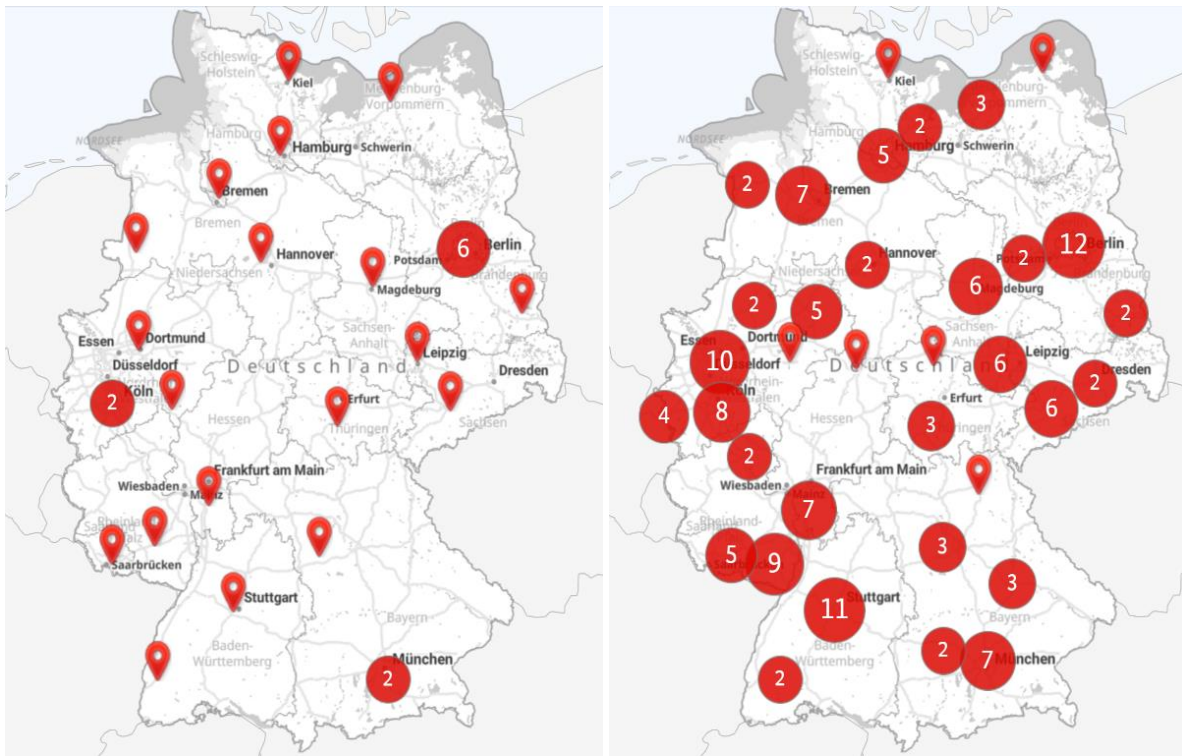


Quelle: Förderdatenbank

Ein wichtiges Förderprogramm des Bundes ist Mittelstand-Digital. Die darin enthaltenen Mittelstand-Digital Zentren (MDZ) sind in der Förderdatenbank nicht als Förderprogramm für Unternehmen dargestellt. Die MDZ sind eher regional ausgerichtet und über ganz Deutschland verteilt (Abbildung 6-9).

### Abbildung 6-9: Geografische Verteilung der Mittelstand-Digital Zentren

Links: Zentren; rechts: Nebenstellen



Quelle: <https://www.mittelstand-digital.de/MD/Navigation/DE/Praxis/Kompetenzzentren/kompetenzzentren.html>

Derzeit gibt es 29 aktive Zentren. Diese sprechen meist mehrere Branchen gleichzeitig an, wie den Industrie- und den Dienstleistungssektor. Darüber hinaus gibt es einige Schwerpunkt-Zentren für bestimmte Branchen (wie Handel, Bau, Handwerk oder Tourismus) oder Themen (Klimaneutralität, ländliche Regionen, Zukunftskultur). An den MDZ wirken verschiedene Akteure mit, darunter vor allem Institute sowie Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung, aber auch seltener Verbände und Kammern.

Bei den Unterstützungsangeboten liegt der Fokus der Mittelstand-Digital Zentren auf dem Transfer von Technologie und Wissen in den Mittelstand. Dieser erfolgt über Angebote zur Sensibilisierung und Qualifizierung in Form von Informationen, Workshops, Tools für Analysen und Checks, Demonstratoren und Good-Practice-Beispiele im Rahmen von Umsetzungsprojekten mit Unternehmen. Viele MDZ bieten auch Sprechstunden an. Die Zentren sprechen eine Vielzahl von Themen und Technologien zur nachhaltigen Digitalisierung an.

Alle MDZ halten Demonstratoren bereit, um die Anwendungsgebiete digitaler Technologien vor Ort aufzuzeigen. Allerdings sind die einzelnen Demonstratoren nur schwer auffindbar, obwohl eine Übersicht bereits vorhanden ist (<https://demonstratoren.gfe-net.de/demonstrator>). Zudem gibt es bereits eine Datenbank mit Praxisbeispielen (<https://dp-plattform.de/view/?p=home>), die aber ebenfalls eher schwer zu finden ist. Die Stakeholder haben im Dialogprozess ebenfalls die bestehende Förderung bewertet. Die Mittelstand-Digital Zentren werden von ihnen positiv bewertet. Aus Sicht der Stakeholder sind Überblicke über die vorhandenen Technologien wichtig. Dabei müssten aber die wirtschaftlichen Ziele bei den Informationen im Fokus stehen. Zudem bestche bei den neuen Technologien immer ein

Informations- und Beratungsbedarf. Dazu merken die Stakeholder an, dass die vorhandenen Mittelstand-Digital Zentren hier eine gute Arbeit leisten. Die Unternehmen könnten sich die Informationen bereits heute bei den Zentren beschaffen.

Bemängelt wird von den Stakeholdern allerdings, dass viele Unternehmen nicht direkt als eigene Branche angesprochen und deshalb nicht erreicht werden. Zudem reicht es aus Sicht der Stakeholder nicht aus, nur zu informieren und beim Kompetenzaufbau zu unterstützen (Prinzip Hilfe zur Selbsthilfe). Vielmehr müsse das „Tun“ in den Betrieben mehr unterstützt werden. Es sollte nicht nur informiert, sondern auch die Umsetzung unterstützt werden. So könnte die Umsetzung angeschoben werden, indem die Unternehmen beraten werden, welche Software ausgewählt werden sollte/kann. Als Beispiel für eine einfache Förderung wurde auf das BAFA-Beratungsprogramm „Förderung des betrieblichen Know-hows im Unternehmen“ verwiesen.

Insgesamt wäre aus Sicht der Stakeholder eine schnellere und einfachere Abwicklung von Förderungen im Allgemeinen hilfreich. So wurde die Bewerbung auf viele Fördertöpfe als zu kompliziert, zu umfangreich und mit unsicherem Ausgang bewertet. Mehr Planungssicherheit für die Unternehmen wäre hier hilfreich. Auch die Fördernachweise wurden als zu kompliziert bezeichnet. Oftmals würden Unternehmen lieber auf eine Förderung verzichten, als einen komplizierten Förderantrag zu stellen. Auch die Formulierungen von Förderbekanntmachungen würden nicht wenige Unternehmen überfordern. Zudem sei der Zeitraum zwischen Antragstellung und Förderung zu langwierig, weshalb sich viele Unternehmen erst gar nicht um eine Förderung bemühen würden. Dies gelte insbesondere auch für die Beteiligung an der Forschungsförderung. Hier wurde eine Teilnahme teils als sinnlos bezeichnet, da die KMU andere Zeithorizonte aufweisen würden als in den Förderprogrammen vorgesehen.

Themenorientierte Ausschreibungen sind aus Sicht der Stakeholder für die meisten Unternehmen wenig attraktiv. Die Förderkriterien seien meist sehr restriktiv und schwer zu erfüllen. Die Stakeholder haben bemängelt, dass es zwar viel Förderung im Bereich Blockchain und IT Security gebe, diese Förderung aber an den Bedarfen der Unternehmen vorbeigehe. Diese Bereiche seien vielleicht aus Sicht der Fördergeber relevant, aber aus Sicht der Unternehmen eher irrelevant. Dennoch können solche Förderprogramme volkswirtschaftlich oder gesellschaftlich sinnvoll sein, da sie die mittelfristige Zukunftsentwicklung berücksichtigen sollen, die sich in den aktuellen einzelunternehmerischen Nutzenabwägungen noch nicht abbildet.

Das Antragsverfahren bei dem Ende 2023 ausgelaufenen Investitionszuschussprogramm „Digital Jetzt“ wurde ebenfalls kritisch bewertet, weil sich die Unternehmen nicht einfach bewerben konnten, sondern der Zugang zum Bewerbungsverfahren um die Fördermittel verlost wurde. Dies sei aus Sicht der Unternehmen wenig praktikabel. Wenn aber die Fördermittel gewährt würden, seien sie hilfreich. Landesprogramme seien oftmals einfacher, verständlicher und unbürokratischer. Als Beispiel für eine Investitionsförderung wurden die Innovationsgutscheine Baden-Württemberg genannt: Hier gebe es eine einfache Abwicklung der Finanzierung, was hilfreich sei. So könne der Antrag einfach online gestellt werden. Abgelehnte Anträge könnten nochmals eingereicht werden, wenn eine inhaltliche Nachbesserung empfohlen wurde.

Bemängelt wurde aus Sicht der Stakeholder die oftmals fehlende Anschlussfähigkeit der Förderprogramme. Als positives Vorbild wurden die BAFA-Module zur Bundesförderung für Energie und Ressourceneffizienz genannt. Dort gibt es sechs Module, die verschiedene Themen abdecken. Der BAFA-Förderwegweiser Energieeffizienz weist dabei den Weg durch die Förderung.

Die Transparenz der Angebote wurde von den Stakeholdern ebenfalls bewertet. Bei der Förderung gebe es inzwischen so viele Programme, dass kaum noch jemand durchblicke. Vielen Unternehmen

würde ein Überblick über die Fördermöglichkeiten und die mögliche Anschlussfähigkeit der Programme fehlen.

### 6.3 Mögliche Lücken in der Förderung

In Kapitel 6.1 wurde aufgezeigt, welche Förderbedarfe die verschiedenen Typen von Unternehmen benötigen, um verschiedene Arten der Digitalisierung umzusetzen. Im Folgenden wird geprüft, welche Bedarfe durch die identifizierten Förderangebote bereits angesprochen werden. Dabei wird zwischen den Arten der Digitalisierung unterschieden.

Quick Wins resultieren häufig aus Standardtools. Während einfache Plug-and-Play-Lösungen oftmals schon umgesetzt wurden, sind Standardtools, die mit Anpassungen im Unternehmen einhergehen, seltener umgesetzt. Damit die Unternehmen von ihrer Anwendung überzeugt werden, ist ein klares Aufzeigen der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit erforderlich (Tabelle 6-1). Hier liefern die Mittelstand-Digital Zentren (MDZ) bereits heute in vielen Fällen die passenden Informationen. Die Unternehmen können die vielfältigen Informationsangebote zu den Chancen der Digitalisierung der MDZ (siehe Abbildung 6-10) nutzen. Allerdings können sie dabei leicht auf eine Informationsfülle stoßen, die viele Personen aus den Unternehmen überfordert. So setzt sich die Liste an Informationen wie „Praktisches Wissen für die Digitalisierung“ in Abbildung 6-10 noch deutlich fort, wie anhand des Laufbalkens zu erkennen ist. Hier benötigen die Unternehmen mehr Transparenz, um schnell zu den für sie passenden Beispielen zu Standardtools und Business Cases zu finden.

Viele Unternehmen, insbesondere diejenigen ohne IT-Fachkraft, dürften bereits bei der Auswahl und Implementierung von Standardtools überfordert sein. Zwar bieten die Mittelstand-Digital Zentren auch eine Umsetzungsunterstützung an, bislang dürfen sie aber keine Umsetzungsberatung durchführen. Gerade diese Umsetzungsberatung zu Standardtools ist aber als eine Lücke in der bestehenden Förderung genannt worden. Inwieweit sich diese umsetzen lässt, bedarf einer intensiven beihilferechtlichen Prüfung. Diese Umsetzungsberatung sollte eine Auswahlempfehlung für ein Standardtool, eine Implementierungsberatung sowie eine Anwenderschulung umfassen. Mit „go-digital“ gibt es zwar ein bundesweites Programm für Beratungsgutscheine, das allerdings an Bedingungen geknüpft ist, wie eine verpflichtende Beratung zur IT-Sicherheit. Ob dies bei der Einführung eines Standardtools in diesem Umfang erforderlich ist, sei dahingestellt. Zudem gibt es bislang kein Programm, das auf eine Gruppenberatung setzt. Auf Landesebene gibt es in einigen Ländern ebenfalls Programme, die auf Beratungsförderung abstellen. Allerdings gibt es eine solche Förderung nur in wenigen Ländern.

Bei den Standardtools sollte zudem über eine enge Zusammenarbeit mit Kammern nachgedacht werden, weil über diese bestimmte Zielgruppen leichter zu erreichen sind. An einem Teil der MDZ sind Kammern bereits heute beteiligt. Hier könnte im Rahmen der Evaluation der MDZ geprüft werden, inwieweit es bei einer Kammerbeteiligung besser gelingt, vor allem kleinere Unternehmen zu erreichen. Eine flächendeckende Beteiligung von Kammern ist hingegen derzeit meist nicht vorhanden. Eine Ausnahme ist das „KI Train-the-Trainer Programm“ des Mittelstand-Digital Netzwerks, durch das gezielt Verbände, Kammern und weitere Multiplikatoren angesprochen werden.

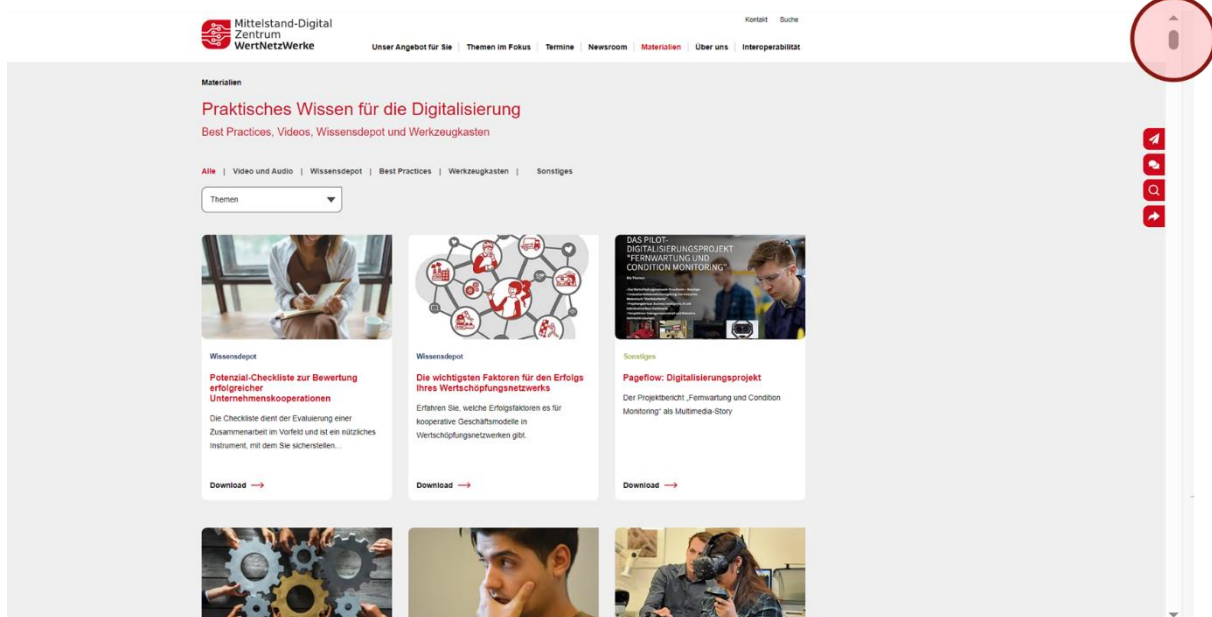
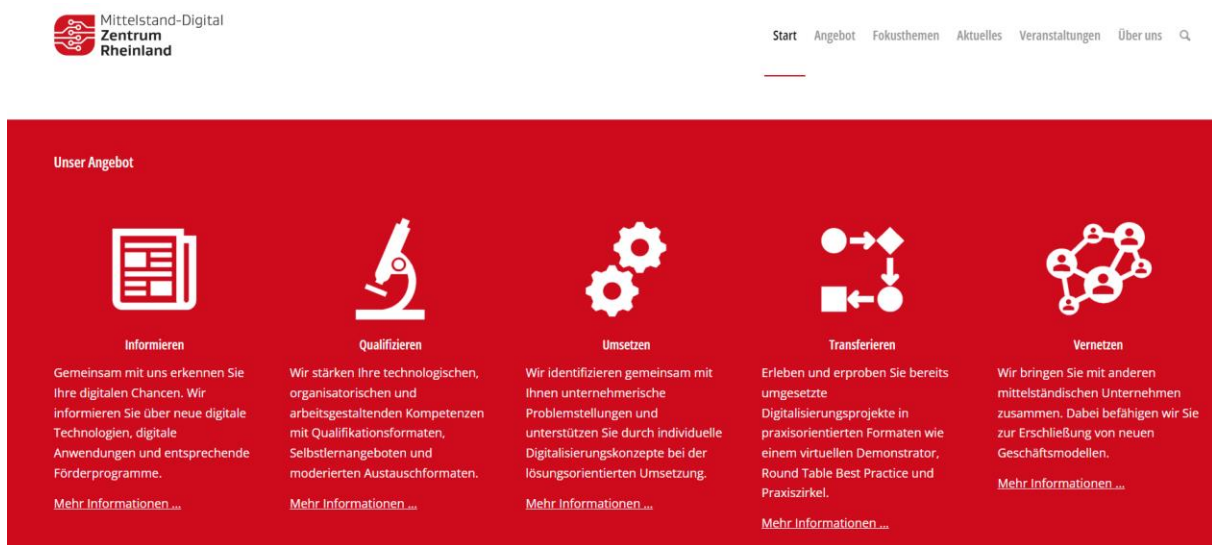
Gerade für kleinere Unternehmen ohne IT-Fachkraft wäre ein Starterprogramm denkbar, mit dem die Umsetzungsberatung in diese Betriebe kommt. Hier könnte ein Programm mit studentischen Beratern ausreichen, um die bestehenden Hürden in diesen Unternehmen zu überwinden. Ein solches, größeres und an eine Vielzahl von Unternehmen gerichtetes Starterprogramm gibt es bislang weder beim Bund noch in den Ländern.

**Tabelle 6-1: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei Quick Wins der Digitalisierung**

Förderbedarfe	Vorhandene Förderangebote	
	Bund	Länder
Übersichtliches, klares Aufzeigen der wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit von Standardtools	MDZ zeigen auch Business Cases auf, allerdings Informationsmassen Viele Angebote zur Information, Sprechstunden, Checks, Analysen	
Umsetzungsberatung zu Standardtools (Auswahlempfehlung, Implementierung, Anwendungseinarbeitung)	In 12 MDZ-Angeboten zur Umsetzung „go-digital“ (Zuschuss; bis zu 3 TGW für „Potenzialanalyse“, bis zu 6 TGW für sachverständige Dritte sowie verpflichtend mind. 2 TGW für IT-Sicherheit) Keine Gruppenberatungen	BE (Digitalprämie, zugl. Investitionsförderung), HH (Hamburg Digital, zugl. Investitionsförderung), NRW (Mittelstand Innovativ & Digital (MID)), BB (BIG-Digital: bis zu 6 Monate für Beratung, 36 Monate für die Implementierung und 6 Monate für Schulung)
Bei Standardtools enge Zusammenarbeit mit Kammern, um Zielgruppen zu erreichen	Kammern an MDZ beteiligt (aber nicht flächendeckend)	
„Starterprogramm“, um digitale Lösungen in Unternehmen ohne IT-Fachkraft einzuführen	Nicht vorhanden	Nicht vorhanden

Quelle: eigene Darstellung

**Abbildung 6-10: Beispiele für Angebote und Informationsvielfalt (und Unübersichtlichkeit) der Mittelstand-Digital Zentren**



Quelle: <https://mittelstand-digital-rheinland.de/>, <https://www.mittelstand-digital-wertnetzwerke.de/materialien/>

Bei der Digitalisierung komplexer Prozesse (Tabelle 6-2) sind unabhängige Informationen erforderlich, wie sie die Mittelstand-Digital Zentren teils heute schon liefern. Die Unternehmen benötigen Informationen zu den Business Cases und Best Practices komplexerer Lösungen. Auch hier ist es angesichts der Fülle an Informationen für die Unternehmen schwierig, die für ihre Branche und ihre Probleme relevanten Informationen zu finden. Hier wären mehr Transparenz und eine stärker branchenorientierte Ansprache der Betriebe hilfreich.

Weiterhin benötigen die Unternehmen eine transparente Darstellung von Anbietern zur Lösung komplexerer Aufgaben. Viele Unternehmen haben darauf hingewiesen, dass sie keine Lösung für ihr Prob-

lem gefunden haben. Hier kann durch mehr Informationen der Matchingprozess zwischen Lösungssuchenden und -anbietern verbessert werden. Allerdings müssen dazu die passenden Informationen leicht auffindbar sein.

Bei der Digitalisierung komplexer Prozesse geht es aus Sicht der Unternehmen nicht nur um Informationen, sondern auch um die Finanzierung von Beratungsleistungen zu konkreten Implementierungsproblemen. Gerade bei anlagenintensiven Unternehmen entsteht ein hohes Maß an Komplexität, das durch die Beratung verringert werden sollte. Die Mittelstand-Digital Zentren können mit ihren Angeboten bisher nur sehr beschränkt auf einzelbetriebliche, komplexe Problemlösungen eingehen. Auch bei „go-digital“ dürften die bis zu sechs Tagewerke für sachverständige Dritte nicht ausreichen, um einen anlagenintensiven Betrieb hinreichend zu unterstützen. Hier sollte sich der Umfang der Beratungsleistungen am Umfang der Komplexität ausrichten. Auf Landesebene dürfte dies am ehesten noch in Brandenburg mit dem Programm BIG-Digital gelingen, das eine Unterstützung von bis zu 6 Monaten für Beratung, 36 Monaten für die Implementierung und 6 Monaten für Schulung bietet.

Bei komplexen Prozessen wurde zudem eine Vernetzung zögerlicher mit mutigen Unternehmen als hilfreich genannt. Hier liefern die Mittelstand-Digital Zentren bereits heute viele passende Angebote. Gleichwohl sollte in der Evaluierung der MDZ geprüft werden, ob damit alle Branchen erreicht werden, da die regionalen Zentren eher allgemeinere Themen vorhalten dürften.

Um höhere Risiken komplexerer Lösungen zu mindern und Finanzierungsengpässe zu vermeiden, ist eine finanzielle Förderung hilfreich. Auf Bundesebene gab es mit „Digital Jetzt“ (Ende 2023 ausgelaufen) und dem „ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit“ der KfW passende Programme, obgleich das Antragsverfahren und die Zuschlagswahrscheinlichkeit bei „Digital Jetzt“ noch verbesserungswürdig waren. Auf Landesebene sind zahlreiche Förderprogramme vorhanden, die hier als Auswahl aufgelistet sind:

- ▶ DigitalStarter Saarland
- ▶ Berlin Innovativ (Darlehen)
- ▶ Digitalprämie Berlin
- ▶ InnoInvest und Digitalbonus (TH)
- ▶ Digitalisierung Zuschuss EFRE (SN)
- ▶ eHealthSax (Gesundheit)
- ▶ Hamburg Digital
- ▶ Digitalbonus Bayern
- ▶ Sonderprogramm „Transformation@Bayern“ (T@B)
- ▶ Innovationskredit 4.0 (BY)
- ▶ Landesprogramm Wirtschaft 2017–2027 – Einzelbetriebliche Investitionsförderung (EFRE) (SH)
- ▶ Implementierung betrieblicher Innovationen (IBI) (RP)
- ▶ MID NRW
- ▶ InvestEU (2021–2027) (Bürgschaft, Kredit)
- ▶ Campusnetze (NI)
- ▶ Digitalbonus.Niedersachsen
- ▶ NTransformation Kfz-Zulieferer (NI)
- ▶ Förderung von intermodalen Logistikknoten zur Stärkung von KMU der Logistik- und Transportwirtschaft (NI)
- ▶ Zuschuss zu Digitalisierungsmaßnahmen (HE)
- ▶ Distr@I: Digitalisierung stärken – Transfer leben (HE)
- ▶ Innovationsgutscheine (BW)
- ▶ Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation (EFRE) (MV)

Gleichwohl fehlt ein einfaches Bausteinprogramm zur finanziellen Förderung. Dieses könnte mit einer Beratung oder einem Angebot zum Aufbau eigener Kompetenzen starten und mit einer Investitionsförderung und einer Schulung der Anwendenden fortgesetzt werden. Sollte die Beratung bereits erfolgt sein, könnten die anderen Bausteine genutzt werden. Damit müssten die Unternehmen nur an einer Stelle Förderanträge stellen, was das Verfahren für sie erleichtern könnte.

**Tabelle 6-2: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei der Digitalisierung komplexer Prozesse**

Förderbedarfe	Vorhandene Förderangebote	Länder
	Bund	
Aufzeigen von Business Case und Best Practices komplexerer Lösungen	MDZ: viele Informationen vorhanden, aber schwer auffindbar	
Transparente Darstellung von Anbietern zur Lösung komplexerer Aufgaben	MDZ: viele Informationen vorhanden, aber schwer auffindbar	
Nicht nur informieren, sondern auch beraten: Finanzierung von Beratungsleistung zu konkreten Implementierungsproblemen Förderung muss zur Umsetzung bei Vernetzung der Bereiche führen	In 12 MDZ-Angeboten zur Umsetzung (z. B. Augsburg) zumindest genannt „go-digital“ (Zuschuss; bis zu 3 TGW für „Potenzialanalyse“, bis zu 6 TGW für sachverständige Dritte sowie verpflichtend mind. 2 TGW für IT-Sicherheit)	Umfangreichstes Programm: BB (BIG-Digital: bis zu 6 Monate für Beratung, 36 Monate für die Implementierung und 6 Monate für Schulung)
Bei komplexen Prozessen zögerliche mit mutigen Unternehmen vernetzen	MDZ vernetzen bereits häufig	
Unabhängige Informationen zu neuen Technologien	MDZ mit zahlreichen Informationen	
Finanzielle Förderung, um höhere Risiken komplexerer Lösungen zu mindern und Finanzierungsempässe zu vermeiden	„Digital Jetzt“, „ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit“ der KfW; Digitales Europa (2021–2027)	Zahlreiche Förderprogramme vorhanden
Einfaches Bausteinprogramm bei finanzieller Förderung		
Unterstützung beim Experimentieren mit komplexen Prozessen (Alternativen zur Forschungsförderung schaffen)		


Quelle: eigene Darstellung

Die Digitalisierung komplexer Prozesse setzt viele Unternehmen vor große Herausforderungen. Gleichzeitig haben viele Unternehmen keine eigene FuE-Abteilung, weshalb die Teilnahme an Forschungsförderungsprogrammen für sie weniger relevant ist. Um dennoch zu innovativen Lösungen zu gelangen, benötigen sie neben Anregungen auch die Möglichkeit, diese ausprobieren zu können. Hier wäre



eine Unterstützung beim Experimentieren mit komplexen Prozessen hilfreich. Solche Möglichkeiten gibt es teilweise schon in den Mittelstand-Digital Zentren und damit verbundenen Hochschulen (siehe Abbildung 6-11). Allerdings dürfte hier die regionale Nähe eine Rolle spielen, ob die KMU in der Lage sind, die Möglichkeiten zu nutzen. Hier wäre zumindest zu prüfen, inwieweit ein flächendeckenderes Angebot geschaffen werden kann.

**Abbildung 6-11: Beispiel praxisnahes Experimentiercenter**



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
IN DER KULTURHAUPTSTADT EUROPAS  
CHEMNITZ

Universität | Fakultäten | Zentrale Einrichtungen | Studium | International

**Professur Fabrikplanung und Intralogistik**

TU Chemnitz → Professur → Experimentier- und Digitalfabrik → Angebot für Unternehmen

Professur

Forschung

Lehre

Angewandte Forschung

Transfer & Outreach

Experimentier- und Digitalfabrik


Experimentiercenter

Digitalcenter

**Angebot für Unternehmen**

APMS-Conference 2024




ELEC-Conference 2024



### EDF als Testumgebung nutzen

Als registrierte „Industrie 4.0-Testumgebung“ kann die EDF von Unternehmen zur Erprobung neu entwickelter Produkte, Konzepte, Prozesse und Geschäftsmodelle unter realen Bedingungen genutzt werden. Dies schließt menschliche Aspekte in Richtung Industrie 5.0 ein. Die EDF bietet insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen mit begrenzten F&E-Ressourcen die Möglichkeit, innovative Ansätze zu testen und zu bewerten. Dazu gehören Demonstrationen, Machbarkeitsstudien, Schulungen und Qualifizierungen sowie Anwendungs- und Testprojekte. Die Dienstleistungen umfassen:

- Test von Soft- und Hardware im Kontext der Digitalen Fabrik, Datenmanagement, Digitalisierung von Maschinen und Anlagen (Retrofit), Fahrerlose Transportsysteme (FTS), Roboter, mobile Geräte, Assistenzsysteme und Qualifizierungssysteme
- Energie- und Prozessanalyse von Systemen und Prozessen
- Erfassung, Bearbeitung und Visualisierung von Produkt-, Maschinen- und Fabrikmodellen in 2D oder 3D (Digitale Fabrik)
- Prototyping mit 3D-Druck
- Prototyping von IoT-Geräten und eingebetteten Systemen

Quelle: [https://www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/edf\\_angebot.php](https://www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/edf_angebot.php)

Die Digitalisierung von Geschäftsmodellen stellt den Mittelstand vor besondere Herausforderungen. Eine weitverbreitete hohe Risikoaversion bremst die Neuausrichtung der Geschäftsmodelle, vor allem dann, wenn sie mit einer Kannibalisierung des bisherigen Geschäfts einhergehen. Im Dienstleistungssektor führt die Digitalisierung schneller zu einer Veränderung der Geschäftsmodelle, während in der Industrie oftmals inkrementelle Änderungen vorherrschen.

Um mit neuen Geschäftsmodellen zu experimentieren, benötigen die Unternehmen entsprechende Freiräume. Dies kann einerseits in Form von Labs, also physischen Räumen zum Ausprobieren neuer Geschäftsmodelle erfolgen. Zum anderen kann dies in Form einer finanziellen Unterstützung für Produktinnovationen abseits von Forschungsvorhaben erfolgen. Mehrere Mittelstand-Digital Zentren bieten schon heute physische Labs zum Ausprobieren. Hier ist zu prüfen, inwieweit diese Labs auch für Dienstleister relevant sind oder ob sie sich primär an Produktionsunternehmen richten.

Das Aufzeigen der Use/Business Cases digitaler Geschäftsmodelle kann im Dienstleistungsbereich ein Treiber für mehr digitale Geschäftsmodelle sein. Solche Informationen sind oftmals in den Mittelstand-Digital Zentren bereits vorhanden. Allerdings stellt sich auch bei den Informationen zu den digitalen

Geschäftsmodellen die Frage, ob alle Branchen erreicht werden und die Unternehmen die für sie relevanten Informationen im regional vorhandenen Zentrum finden.

Gerade bei neuen digitalen Technologien ist eine Kompetenzvermittlung hilfreich, um die Anwendung in neuen Geschäftsmodellen voranzubringen. Hier liefern die Mittelstand-Digital Zentren beispielsweise mit den KI-Trainern schon heute passende Angebote, die auch in Zukunft benötigt werden. Bei der Vermittlung von Kompetenzen dürfte die regionale Nähe zwischen Unternehmen und Zentren eine Rolle spielen. Daher sollte beispielsweise im Rahmen der Evaluation der MDZ geprüft werden, ob die Kompetenzvermittlung regional ausreichend vorhanden ist.

Die Vernetzung und der Austausch der Unternehmen zu neuen Technologien sind ebenfalls ein wichtiger Enabler, wenn es um die Implementierung neuer Geschäftsmodelle geht. Hier liefern die Mittelstand-Digital Zentren bereits viele wichtige Impulse, die auch in Zukunft benötigt werden. Zu prüfen ist, ob die Unternehmen in ihrer regionalen Nähe passende Angebote haben oder der Zugang zu spezifischen überregionalen Angeboten vorhanden ist.

**Tabelle 6-3: Förderbedarfe und bestehende Förderung bei der Digitalisierung von Geschäftsmodellen**

Förderbedarfe	Vorhandene Förderangebote	
	Bund	Länder
Räume (Labs, finanzielle Unterstützung) zum Experimentieren in KMU mit neuen Technologien/Geschäftsmodellen schaffen; Förderung abseits der Forschung		
Aufzeigen der Use/Business Cases digitaler Geschäftsmodelle im Dienstleistungsbereich	In MDZ vorhanden (aber: alle Branchen erreicht? Auffindbarkeit gegeben?)	
Kompetenzvermittlung zu neuen Technologien	MDZ: z. B. KI-Trainer MDZ: Informieren und Projekte im Fokus MDZ: Kompetenzvermittlung ebenfalls häufig anzufinden (regionale Nähe?)	(MID-)Assistent/in (NRW); Bildungsscheck NRW; ESF Plus - MINT-Fachkräfteprogramm im Freistaat Sachsen (Innovationsassistent:in, InnoManager:in und Transferassistent:in) Betriebliche Weiterbildung (ESF+ 2021–2027) (Bayern)
Vernetzung/Austausch der Unternehmen zu neuen Technologien	In MDZ vorhanden; regionale Nähe zu relevanten Technologien?	
Förderprogramme zur Risiko(teil-)übernahme bei neuen Technologien (Innovationsförderung)/Förderung der Forschung an neuen Technologien	Umfassende Programme	Umfassende Programme

Quelle: eigene Darstellung

Neue Technologien, zu denen es keine Anwendungserfahrung gibt, sind sowohl hinsichtlich der Chancen als auch der Risiken kaum einzuschätzen. Hier helfen Förderprogramme zur Risiko(teil-)übernahme, dass mehr Unternehmen sich auf dieses Unbekannte einlassen. Zu neuen Technologien gibt es auf Bundesebene (und auch auf europäischer Ebene) zahlreiche Förderprogramme, die hier als Auswahl dargestellt werden:

- ▶ Erforschung, Entwicklung und Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz in KMU (BMBF)
- ▶ Innovationsförderung des BMEL (Rahmenprogramm)
- ▶ Gemeinsames Unternehmen SESAR (Flugverkehr)
- ▶ Forschung und Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen
- ▶ Entwicklung digitaler Technologien (BMWK)
- ▶ Gemeinsames Unternehmen für digitale Schlüsseltechnologien (Key Digital Technologies Joint Undertaking – KDT JU)
- ▶ Investitionskredit Nachhaltige Mobilität (KfW)
- ▶ Modernitätsfonds (mFUND) (BMDV; digitale Daten)
- ▶ Maritimes Forschungsprogramm (BMWK)
- ▶ Innovationen im Schienengüterverkehr (Z-SGV) (BMDV)
- ▶ KMU-innovativ: Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität / Elektronik und autonomes Fahren/High Performance Computing / Forschung für die zivile Sicherheit / Ressourceneffizienz und Klimaschutz (BMBF)
- ▶ Energieforschungsprogramm – Angewandte nichtnukleare Forschungsförderung
- ▶ Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien (BMWK)
- ▶ Teilnahme EUREKA-Cluster (BMBF)
- ▶ Gemeinsames Unternehmen für saubere Luftfahrt (Clean Aviation – CAJU)
- ▶ IKT für Elektromobilität (BMWK)
- ▶ Innovative Hafentechnologien (BMDV)
- ▶ IT-Sicherheit – Plattform Privatheit (BMBF)
- ▶ Digitale Testfelder in Häfen (BMDV)
- ▶ Energieeinsparung und Minderung von Treibhausgasemissionen durch Forschung zu und Entwicklung von praxisreifen digitalen Anwendungen zur Optimierung der einzelbetrieblichen Klimabilanz (BMEL)
- ▶ Teilnahme an Mikroelektronik-Forschung von Verbundpartnern im Rahmen des Gemeinsamen Unternehmens KDT (BMBF)
- ▶ Hochgeschwindigkeitsnetze für die Hyperkonnektivität (BMBF)
- ▶ Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) (BMWK)
- ▶ Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie (BMWK)
- ▶ Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehren (BMDV)
- ▶ Nachhaltige Mobilität in regionalen Transformationsräumen (BMBF)

Darüber hinaus gibt es auch auf Länderebene zahlreiche Förderprogramme zur Risiko(teil-)übernahme bei neuen Technologien (Auswahl), weshalb hier keine Förderlücke festgestellt werden kann:

- ▶ eHealthSax (Gesundheit)
- ▶ FuE-Richtlinien Sachsen-Anhalt
- ▶ it's OWL Förderrichtlinie (NRW-OWL)
- ▶ Erlebnis.NRW (Tourismus)
- ▶ GreenEconomy.IN.NRW (Umwelt)
- ▶ Gesünder.IN.NRW (Gesundheit)
- ▶ Industrie.IN.NRW (Industrie)
- ▶ Energie.IN.NRW (Energie)
- ▶ Grüne Gründungen.NRW

- ▶ Transfer Bonus – Technologie-, Wissens-, Design- sowie Gamificationstransfer (Berlin)
- ▶ Landesprogramm Wirtschaft (2021–2027) – Förderung von betrieblichen Innovationen (BIF-Richtlinie) (SH)
- ▶ Förderung von Logistik- und Mobilitätsinnovationen (HE)
- ▶ Förderung von Computer- und Videospiele (HE)
- ▶ Modellregion der Bioökonomie zur Digitalisierung der pflanzlichen Wertschöpfungskette im Mitteldeutschen Revier in Sachsen-Anhalt
- ▶ Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation (EFRE) (MV)

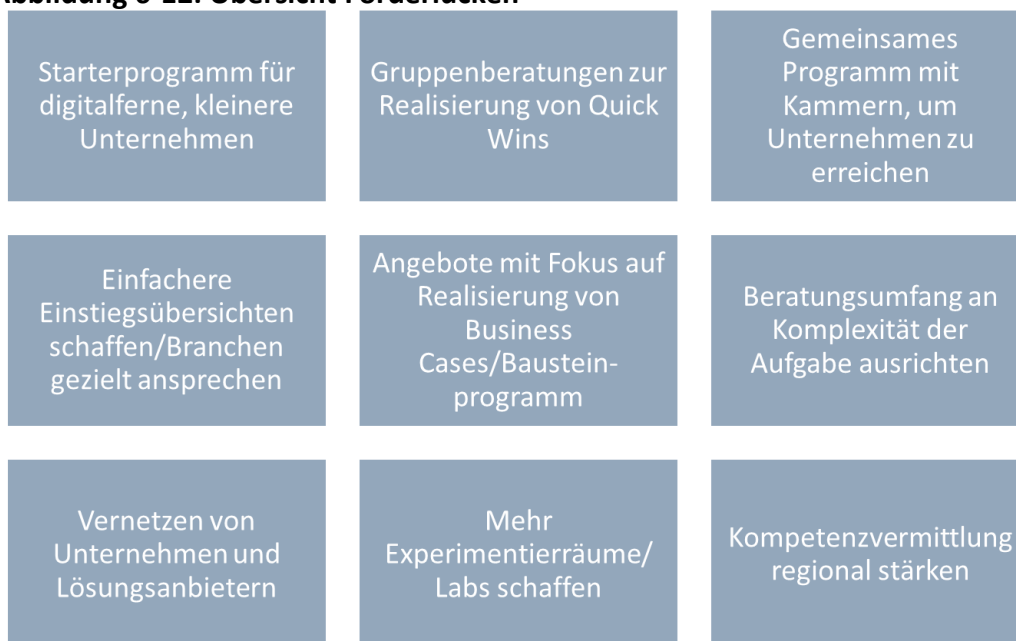
Aus dem vorangegangenen Abgleich der Förderbedarfe und Förderangebote zeigt sich, dass die Mittelstand-Digital Zentren bereits heute wichtige Förderangebote liefern, die vom Mittelstand auch in Zukunft benötigt werden. Gleichwohl könnte hier die Evaluierung der MDZ eine Schärfung des Angebots anzeigen. Bei den übrigen Förderangeboten lassen sich insbesondere zwei Schwerpunkte erkennen: eine Förderung von Forschungsvorhaben zu neuen Technologien sowie eine finanzielle Unterstützung bei der Einführung neuer Technologien. Gleichzeitig haben sich verschiedene Förderlücken gezeigt:

- ▶ Für digitalfernere, kleinere Unternehmen (meist ohne eigene IT-Fachkraft) fehlt ein Starterprogramm, das eine größere Zahl solcher Unternehmen bei der Digitalisierung unterstützt. Ein solches Programm sollte die Auswahl der passenden Standardanwendung, eine Unterstützung bei der Implementierung und eine Anwendungsschulung umfassen.
- ▶ Zu prüfen ist, ob hier bereits Gruppenberatungen ausreichend sein können, um die Quick Wins in der Breite anzudeckeln, zu realisieren und die wirtschaftliche Nachhaltigkeit der Unternehmen zu stärken.
- ▶ Kammern, Verbände und andere berufsständische Einrichtungen wie Innungen, Architektenkammern können ein passender Multiplikator sein, um kleinere Unternehmen zu erreichen, die nur schwer mehrere Informationskanäle beobachten können. Hier sollten die Erfahrungen in den Projekten, in denen bereits heute Kammern einbezogen sind, genutzt werden. Hier wäre zu prüfen, ob ein gezielter Aufbau von dauerhafter Beratungs- und Unterstützungskompetenz bei Multiplikatoren einen sinnvollen Ansatz für die Etablierung einer über den Förderzeitraum hinaus existierenden Infrastruktur bildet (siehe hier beispielsweise die durch das BMWK geförderten „Betriebsberater für Innovation und Technik im Handwerk“).
- ▶ Bereits heute gibt es eine umfassende Informationsfülle zur Digitalisierung. Hier gilt es, über einfache Einstiegsübersichten den Zugang zu den verschiedenen digitalen Technologien herzustellen. Dabei sollten die Branchen möglichst gezielt und einfach angesprochen werden, da diese häufig eine brancheninterne Sprache sprechen und somit Verständigungsprobleme verhindert werden können. So können über eine Filterfunktion nur die branchenspezifischen und in Branchensprache dargestellten Informationen ausgewählt werden.
- ▶ In den Unternehmen stehen meist unternehmensinterne, wirtschaftliche Ziele hinter der Einführung digitaler Lösungen. Hier gilt es, über einfache Einstiegsübersichten den Business Case der verschiedenen digitalen Technologien aufzuzeigen. Auch hier sollte eine brancheninterne Sprache verwendet werden, um Verständnisprobleme zu verringern.
- ▶ Eine Umsetzungsberatung bei der Digitalisierung ist auch bei komplexen Prozessen hilfreich. Allerdings dürfte sich der Beratungsumfang deutlich vom Starterprogramm unterscheiden, da in anlagenintensiven Unternehmen ein deutlich höheres Maß an Komplexität gelöst werden muss. Daher sollte sich der geförderte Beratungsumfang an der Komplexität der Aufgabe ausrichten, die durch die Förderung gelöst werden soll.
- ▶ Vernetzung spielt bei der Digitalisierung eine wichtige Rolle. Diese kann branchenintern oder branchenübergreifend ausfallen. Zudem können potenzielle Nutzer digitaler Technologien mit

den Lösungsanbietern vernetzt werden. Hier können brancheninterne Übersichten zu Lösungsanbietern helfen. Solche Übersichten liegen teilweise in den Mittelstand-Digital Zentren bereits vor, sind aber nicht immer durch regional entferntere Unternehmen aufzufinden.

- ▶ Die Förderung der neuen digitalen Technologien hat einen starken Fokus auf die Forschungsförderung. Hier gilt es, für kleine und mittlere Unternehmen mehr Möglichkeiten abseits der klassischen Forschungsförderung zu schaffen, auch weil diese Unternehmen oftmals keine (kontinuierliche) Forschung und Entwicklung betreiben. Die Experimentierräume können physisch an verschiedenen Orten angesiedelt sein, aber auch in Form einer finanziellen Unterstützung zum risikofreieren Ausprobieren neuer Lösungen.
- ▶ Kompetenzen sind ein wichtiger Erfolgsfaktor bei der Anwendung neuer Technologien. Deren Vermittlung wird bereits heute angeboten und gefördert. Hier wäre zu prüfen, ob die Kompetenzvermittlung in allen Regionen erfolgt oder ob bestimmte Regionen bei der Kompetenzvermittlung gestärkt werden müssen.

**Abbildung 6-12: Übersicht Förderlücken**



Quelle: eigene Darstellung

# 7 Ansätze zur Stärkung der Digitalisierung

## 7.1 Ausgangslage

Die Digitalisierung im Mittelstand ist heute weiter vorangeschritten als noch im Jahr 2015. Kapitel 3 zeigt die Fortschritte, die bei der Infrastruktur und Digitalisierung in Deutschland erreicht wurden. Gleichwohl liegt Deutschland in den meisten Bereichen hinter den Top-Ländern im Digital Economy and Society Index (DESI) der Europäischen Union. Weiterhin gibt es in Deutschland ein erhebliches Größengefälle bei der Verbreitung digitaler Lösungen. Kleinere Unternehmen sind seltener digitalisiert als größere Unternehmen, ein Befund, der auch international gilt. Dieses Größengefälle gibt es auch innerhalb des Mittelstands, der in dieser Untersuchung Unternehmen bis zu 499 Beschäftigten umfasst. Allerdings sind viele kleinere Innovatoren mit der Digitalisierung stärker vorangeschritten als der gesamte Mittelstand. Hier haben die Befragungsdaten und der Stakeholderprozess gezeigt, dass weniger die Größe als das Innovationsverhalten der Unternehmen entscheidend für die Verbreitung der Digitalisierung ist. Zudem sind das Vorhandensein einer IT-Fachkraft sowie die Anlagenintensität Merkmale, die für das Ausmaß der bereits erfolgten Digitalisierung und der noch vorhandenen Digitalisierungspotenziale entscheidend sein können.

Die Unternehmen stehen heute vor vielfältigen (neuen) Herausforderungen, von denen die Digitalisierung „nur“ eine ist (siehe Kapitel 4). Vor allem in der Industrie und der Bauwirtschaft gibt es viele Herausforderungen, die gleichzeitig bewältigt werden müssen. Die Digitalisierung ist dort nur eine von mehreren Herausforderungen, wobei sie bei der Dringlichkeit im Nachteil gegenüber anderen Herausforderungen ist, wie der Energieversorgung. Die Bewältigung dieser Herausforderungen ist entscheidend für die wirtschaftliche Zukunft (ökonomische Nachhaltigkeit) der Unternehmen. Bei der ökologischen Nachhaltigkeit kann die Digitalisierung hilfreich sein, ist aber nicht die alleinige Lösung. Hier müssen oftmals physische Prozesse geändert werden, um ökologisch nachhaltiger zu werden.

Die Unternehmen stehen einer unübersichtlichen Vielzahl digitaler Technologien gegenüber (siehe Kapitel 4). Anders als noch im Jahr 2015 ist die technologische Reife bei vielen Digitalisierungstechnologien heute gegeben. Gleichzeitig gibt es immer wieder neue technologische Entwicklungen und damit weitere Möglichkeiten. Allerdings ist nicht jede Technologie für jedes Unternehmen (gleich) relevant. Daher müssen die Unternehmen ein Auswahlproblem lösen und die für sie vorteilhafteste Technologie

erkennen und anwenden. Dabei spielt die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit eine, wenn nicht sogar „die“ entscheidende Rolle bei der Technologieauswahl und der Entscheidung zu digitalisieren.

Der Großteil der Unternehmen hält die Digitalisierung für relevant. Gleichwohl zeigt sich in den Unternehmensbefragungen ein Anteil von bis zu 8 Prozent der Unternehmen, die die Digitalisierung als irrelevant erachten. Im Stakeholderdialog wird davon ausgegangen, dass bis zu 20 Prozent der Unternehmen nicht digitalisieren wollen, ganz gleich, welche Förderung angeboten wird. Daher sollten Förderprogramme zwar möglichst allen Unternehmen offenstehen und möglichst geringe Zugangshürden aufweisen. Es ist aber dennoch nicht zu erwarten, dass auch alle Unternehmen durch die Förderprogramme tatsächlich erreicht werden können, da es immer Unternehmen geben wird, die das Thema an sich für sich nicht als relevant ansehen oder die lieber ohne Förderung agieren, beispielsweise wegen des erwarteten bürokratischen Aufwandes.

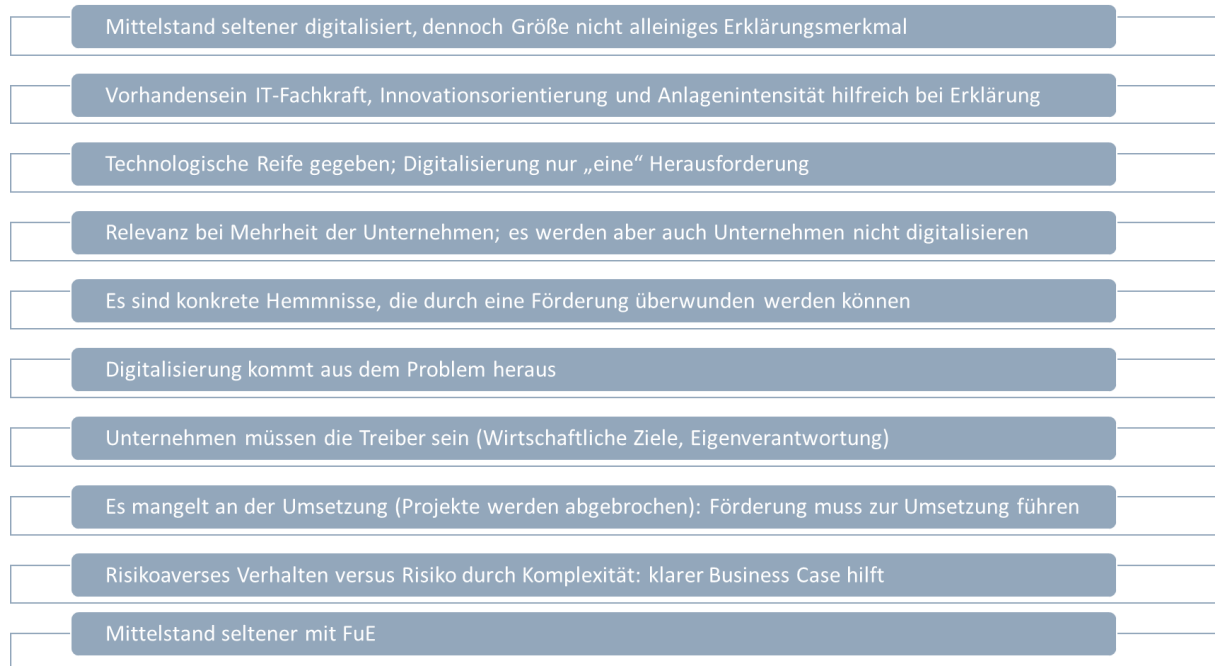
Bei den übrigen Unternehmen sind es konkrete Hemmnisse, die sie am Einsatz von Digitalisierungstechnologien hemmen (siehe Kapitel 5).

Vor dem Hintergrund der Hemmnisse bei der Realisierung unterschiedlicher Arten der Digitalisierung sind die Förderbedarfe aus Sicht der Unternehmen ermittelt worden. Diesen wurde die vorhandene Förderung gegenübergestellt (siehe Kapitel 6). Die so ermittelten Förderlücken sind die Grundlage für die in diesem Kapitel unten aufgezeigten Ansätze zur Stärkung der Förderung. Zuvor wird aber noch auf Verbesserungen der Rahmenbedingungen eingegangen, die zu einem digitalisierungsfreundlicheren Umfeld für die Unternehmen beitragen können.

Bevor auf Ansätze zur Stärkung der Digitalisierung im Mittelstand eingegangen wird, soll nochmals der Hinweis gegeben werden, dass die Unternehmen in der Regel die Treiber der Digitalisierung sein sollten, sei es, weil sie neue Wege gehen oder Kundenwünsche erfüllen wollen. Auch in einem Förderprojekt muss das Unternehmen der Treiber sein, damit das Projekt auch nachhaltig umgesetzt wird. Die Eigentümerinnen und Eigentümer stehen in der Eigenverantwortung für ihre Unternehmen. Gleichwohl können die Unternehmen Unterstützung benötigen. Die Förderung der Digitalisierung sollte möglichst konkrete Probleme in den Unternehmen lösen und auf ihre wirtschaftlichen Ziele einzahlen. Meist mangelt es an der Umsetzung, viele Digitalisierungsprojekte werden abgebrochen (ECC Köln/Striped Giraffe, 2023). Hier sollte die Förderung mehr zur Umsetzung führen als bislang. Im Fokus sollten dabei Probleme der Unternehmen stehen, die durch digitale Lösungen bewältigt werden können. Da die Digitalisierung vor allem dann erfolgreich voranschreitet, wenn die Unternehmen die Treiber sind, sollten die wirtschaftlichen Ziele und die Eigenverantwortung stärker in den Mittelpunkt rücken.

Dabei ist zu beachten, dass im Mittelstand ein risikoaverses Verhalten weitverbreitet ist. Oftmals werden bislang die Chancen in den Mittelpunkt der Informationen gestellt. Für risikoaverse Unternehmen könnte aber viel entscheidender sein, was ohne Digitalisierung mit dem Unternehmen passiert. Daher sollten auch mögliche Wettbewerbsnachteile ohne Digitalisierung, also wirtschaftliche Risiken, in den Business Cases aufgezeigt werden. Gleichzeitig steigen die Umsetzungsrisiken mit der Komplexität des Digitalisierungsvorhabens oder sind sogar gar nicht zu beziffern. Hier benötigt der Mittelstand weiterhin eine Unterstützung, wie sie heute in Teilen schon vorliegt. Dabei sollte aber mehr berücksichtigt werden, dass der Mittelstand seltener kontinuierliche Forschung und Entwicklung betreibt und daher gegebenenfalls eine Unterstützung abseits der klassischen Forschungsförderung benötigt.

### Abbildung 7-1: Ausgangslage im Mittelstand



Quelle: eigene Darstellung

## 7.2 Verbesserungen der Rahmenbedingungen

Die Unternehmen im Mittelstand benötigen gute Rahmenbedingungen, damit sie die Chancen der Digitalisierung nutzen und die Risiken verringern können (siehe Abbildung 7-2). Grundlage für die Digitalisierung ist eine funktionierende Breitbandinfrastruktur. Hier hat es seit dem Jahr 2015 erhebliche Verbesserungen gegeben, in jüngster Zeit sind nochmals viele Lücken geschlossen worden. Gleichwohl haben die Stakeholder immer noch von Lücken im ländlichen Raum berichtet, die eine Digitalisierung hemmen. Darüber hinaus ist in Deutschland im internationalen Vergleich die Glasfaserinfrastruktur nur gering ausgebaut. Auch bei der Dynamik des Glasfaserausbaus bleibt Deutschland hinter vielen anderen Staaten zurück. Damit bleiben der Ausbau und die Verbesserung der Breitbandinfrastruktur ein wichtiges Thema, bei dem der Staat die passenden Weichenstellungen vornehmen sollte.

Bei neuen Technologien existieren oftmals zunächst mehrere Standards nebeneinander. Dadurch können digitale Lösungen nicht universell angewandt werden. Gegebenenfalls sind mehrere Anwendungen zu implementieren und vorzuhalten, weil die Kunden auf unterschiedliche Standards setzen. Da jede einzelne Lösung mit Fixkosten verbunden ist, treffen fehlende Standards insbesondere kleine und mittlere Unternehmen. Sie können die Fixkosten nicht auf genügend Kunden/Projekte umlegen, so dass sich die Investition nicht lohnt. So haben die Stakeholder aus der Bauwirtschaft beim Building Information Modeling auf fehlende Standards hingewiesen. Hier kann der Staat einerseits die Verbreitung von Standards fördern, indem Abstimmungsprozesse unter den beteiligten Akteuren gefördert werden. Andererseits ist der Staat ein großer Nachfrager von Bauleistungen und kann deshalb als Vorreiter der Standardisierung durch Common Data Environments agieren.



Offene Rechtsfragen bremsen die Digitalisierung. Hier ist der Staat gefordert, einen klaren und verlässlichen Rechtsrahmen zu schaffen und anzuwenden. In den DESI-Top-Ländern ist der Staat bei der Digitalisierung vorangegangen. Behördliche Vorgaben beschleunigen die Digitalisierung, da viele Behördengänge auf rein digitale Lösungen umgestellt wurden. Jedoch setzt dies sowohl eine digitale Verwaltung als auch einen entsprechenden Rechtsrahmen voraus, beispielsweise bei der elektronischen Signatur. Diese ist eigentlich die Schriftform im digitalen Zeitalter, mit der in Deutschland bei Gericht rechtsverbindliche Erklärungen abgegeben werden können. Dennoch ist die elektronische Signatur und damit der Ersatz der Papierschriftform keine Selbstverständlichkeit. Zwar gibt es Programme zur digitalen Verwaltung von Arbeitsverträgen, die elektronische Textform ist für den Nachweis der Arbeitsbedingungen jedoch unzulässig. Wird die Papierschriftform, wie im Nachweisgesetz bestimmt, nicht eingehalten, drohen den digitalisierenden Unternehmen sogar Geldbußen. Daher sollten neue Regulierungen daraufhin überprüft werden, ob sie bisherige Digitalisierungsmaßnahmen in den Unternehmen entwerfen.

In denjenigen Ländern, die in Europa beim Digital Economy and Society Index (DESI) führend sind, ist der Staat Vorreiter der Digitalisierung. Dies führt dazu, dass die Bevölkerung mit funktionierenden digitalen Lösungen in Kontakt gekommen ist und die Vorteile digitaler Lösungen erkennen kann. Zugleich sind erste Anwendungskennntnisse vorhanden, sodass die Hemmschwelle bei digitalen Lösungen in den Belegschaften der Unternehmen geringer ausfällt. In Deutschland verläuft die Digitalisierung der Verwaltung eher schleppend, die Digitalisierung sollte deutlich beschleunigt werden. Durch funktionierende digitale Dienste und eine Mitnahme der Bevölkerung bei der Nutzung dieser Dienstleistungen kann ein positives Klima für die Digitalisierung geschaffen werden, in dem es den Unternehmen leichter fällt, selbst digitale Lösungen zu implementieren.

Eng mit einer funktionierenden digitalen Verwaltung verbunden sind mögliche Nudging-Konzepte. Hier sollen Unternehmen ohne Zwang oder finanzielle Anreize zur Einführung digitaler Lösungen bewegt werden. Die meisten Unternehmen sehen die Digitalisierung als relevant für ihr Geschäftsmodell an, legen aber trotzdem nicht los. Ein Nudging-Konzept kann helfen, damit die Unternehmen von sich aus mit Digitalisierungsprojekten starten. So kann beim Kontakt mit Behörden als Voreinstellung (Default) ein digitaler Weg eingestellt werden. Wenn die digitalen staatlichen Lösungen im Vergleich zu den traditionellen Lösungen die Unternehmen entlasten und zu mehr Transparenz und Geschwindigkeit des Verwaltungshandelns beitragen (Ease, Convenience), dürften viele Unternehmen freiwillig auf diese Angebote umschwenken. Damit wäre ein erster wichtiger Schritt zur Digitalisierung erfolgt. Eine weitere Nudging-Strategie ist die Simplification: Auch hier wäre die öffentliche Verwaltung ein Treiber, indem beispielsweise nur eine eID, nicht aber x-Lösungen durch Länder vorgehalten werden. Zudem kann die Digitalisierung zu transparenten und schnelleren Lösungen bei den Antragsverfahren um Förderungen führen.

## Abbildung 7-2: Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung im Mittelstand

### Breitbandinfrastruktur

- Schließung von Lücken im ländlichen Raum und Ausbau der Glasfaserinfrastruktur

### Standardisierung

- Vorantreiben der Standardisierung (z.B. Bauwirtschaft), um Erfordernis mehrerer Tools zu verhindern

### Regulatorik

- Schnelle Klärung offener Rechtsfragen und Abstand von hemmenden Regulierungen

### Digitalisierung der Verwaltung

- Voranschreiten des Staates bei der Einführung akzeptierter digitaler Lösungen und Mitnahme der Bevölkerung; Schaffung eines positiven Klimas für digitale Lösungen

### Mit Nudging Unternehmen zur Digitalisierung bewegen (Defaults, Ease and Convenience)

Quelle: eigene Darstellung

## 7.3 Stärkung der Förderung

### Mittelstand-Digital Zentren fortführen und stärken

#### MDZ fortführen und stärken

- Neue technologische Entwicklungen: Informieren – Ausprobieren – Schulen
- Zielgruppe: Innovationsstarke KMU mit personellen Ressourcen
- Begleitend neben MDZ:
  - Neue technologische Entwicklungen weiter über Förderprogramme in der Spitze (Zusammenbringen von Forschung und Unternehmen) fördern
  - Investitionszuschüsse, um hohe Unsicherheiten abzufedern

Die Analyse der bestehenden Förderung hat gezeigt, dass die Mittelstand-Digital Zentren (MDZ) bereits heute wichtige Förderleistungen erbringen, welche die Unternehmen benötigen. Ihre Angebote zum Informieren, Qualifizieren und Umsetzen sollten fortgeführt werden. Sie liefern wichtige unabhängige Informationen, insbesondere zu neuen technologischen Entwicklungen. Da auch in Zukunft immer wieder mit neuen digitalen Technologien zu rechnen ist, bleibt die Aufgabe der MDZ bestehen. Zielgruppe bei neuen Technologien sind vor allem die innovationsstarken KMU, die über personelle Ressourcen zum Vorantreiben digitaler Innovationen verfügen.

Die MDZ haben mit niederschweligen Angeboten zum aktuellen Stand der Digitalisierung versucht, die Unternehmen im Mittelstand zu erreichen. Allerdings haben sie bisher eher an der Spitze der technologischen Entwicklung gewirkt. Bislang sind vor allem innovative Unternehmen mit der Digitalisierung fortgeschritten. Sollte die Politik weiterhin eine Förderung an der Spitze präferieren, sollte der Schwerpunkt auf Kooperationen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen/Hochschulen gelegt werden. So können Innovationen vorangetrieben werden. Allerdings ist die Zahl der innovativen Unternehmen im Mittelstand begrenzt. Zwar kann versucht werden, die grundsätzliche Innovationskraft im

Mittelstand zu erhöhen, was indirekt auch auf die Verbreitung der Digitalisierung einzahlt. Allerdings ist seit Längerem eher eine gegenteilige Entwicklung zu beobachten. Innovationen im Mittelstand sind eher rückläufig und in der Breite immer seltener anzufinden (KfW, 2024; KfW, 2020). Daher ist ein direktes Ansetzen an den identifizierten Hemmnissen wahrscheinlich zielführender.

### Mehr in die Beratung und Umsetzung kommen

Mehr in die Beratung und  
Umsetzung kommen  
(u.a. Bausteinprogramm  
und Matchingprozess)

- Anknüpfend an Problemlagen der Unternehmen Beratungen, Umsetzungs- und Lösungsanbieter mit Unternehmen matchen
- Angebote mit Fokus auf Realisierung von Business Cases/Bausteinprogramm
- Beratungsumfang an Komplexität der Aufgabe ausrichten
- Einstieg finden: Starterprogramm
- Vernetzen von Unternehmen und Lösungsanbietern

Als eine größere Förderlücke ist die Umsetzungsberatung identifiziert worden. Dies beginnt bereits bei der Implementierung von Standardlösungen in kleineren Unternehmen ohne IT-Fachkraft. Mit steigender Anlagenintensität und Komplexität steigt der Beratungsbedarf weiter an. Letztlich geht es darum, die bislang eher zögerlichen 60 Prozent mit einer Umsetzungsberatung abzuholen und ins Machen zu bringen.

Die Beratung sollte zur Lösung eines konkreten Problems und der Implementierung und Anwendung von digitalen Technologien in den Unternehmen führen. Bei der Umsetzung sollte die Realisierung eines konkreten Business Cases im Fokus stehen, um die Unternehmen bei ihrer Kernaufgabe abzuholen.

Der Business Case einer digitalen Lösung ist für die meisten Unternehmen entscheidend, da sie mit der Digitalisierung meist wirtschaftliche Ziele verfolgen und ihre wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit stärken wollen. Im Stakeholderdialog wurde auf die Sorge der Unternehmen hingewiesen, dass Digitalisierungsprojekte länger dauern als geplant. Bei der Darstellung der Business Cases sind solche Sorgen zu adressieren. Deshalb sollte der Business Case auch Angaben zu Zeit und Personal für das Aufsetzen der digitalen Lösung enthalten. Darüber hinaus sind in den Best Practices die Werteversprechen, die Kundennutzen und Kundenreaktion aufzuzeigen. Die Best Practices sollten auch die Strukturen im Mittelstand berücksichtigen, wie beispielsweise indirekte Vertriebswege.

Der Beratungsumfang sollte sich an der Komplexität der Aufgabe ausrichten. Für viele kleinere, innovationsferne Unternehmen ohne IT-Fachkraft geht es darum, den richtigen Einstieg zu finden. Hier kann ein Starterprogramm helfen, das diese Unternehmen zur Anwendung digitaler Technologien führt. Das Starterprogramm könnte zudem kleinere Bausteine vorsehen, neben der Auswahl, Implementierung und Anwenderschulung einen kleineren Investitionszuschuss. Der Antragsprozess sollte einfach gestaltet sein, um die Hürden zum Zugang gering zu halten.

Bei komplexeren Projekten in anlagenintensiveren Unternehmen dürfte ein Starterprogramm nicht ausreichen. Anknüpfend an den Problemlagen der Unternehmen könnten die MDZ Beratungs-, Umsetzungs- und Lösungsanbieter mit den Unternehmen matchen. Eine mögliche wichtige Aufgabe der MDZ könnte im Vernetzen von Unternehmen und Lösungsanbietern liegen. Hier könnten die MDZ die Informationskosten erheblich senken, wenn die bislang eher dezentral vorliegenden Informationen zentral bereitgestellt würden. Zudem könnten weiterreichende Beratungsprogramme für diese Gruppe ausgelegt werden, die zur besseren Beherrschung von Komplexität beitragen.

## Mittelstand-Digital Zentren differenzieren: Leuchttürme – Informations- und Schulungszentren – Rollout-Center

### Mittelstand-Digital-Zentren differenzieren: Leuchttürme – Informations- und Schulungszentren – Rollout-Center

- Zielgruppengerechte Ansprache:
  - Leuchttürme: Neue Technologien, Dekarbonisierung; bundesweites Agieren
  - Informations- und Schulungszentren: In der Fläche (persönlicher Kontakt möglich), branchenspezifisch und -übergreifend; auch beratend (Kompetenzvermittlung regional stärken)
  - Rollout-Center: 100.000 KMU-Programm (Starterprogramm): niedrigschwelliges Programm, das 100.000 Unternehmen Einstieg in Digitalisierung ermöglicht; Kontaktpunkt Kammern (Gruppenberatungen)

Soll in Zukunft die Breite der Unternehmen im Mittelstand stärker angesprochen werden, besteht ein Ansatz darin, die Mittelstand-Digital Zentren stärker zu differenzieren. Im Vergleich zu heute wären mehr Standardlösungen ins Schaufenster der MDZ zu stellen. Zwar können sich die Zentren weiterhin auf neue Technologien konzentrieren, allerdings werden sie damit nur die kleine Gruppe innovationsstarker Unternehmen erreichen. Letztlich kommen die Unternehmen zu den Zentren, weil sie dort die für sie passenden Lösungen finden. Dies ist umso eher der Fall, je mehr die MDZ die Bedürfnisse breiterer Teile der Unternehmen abdecken. Viele Unternehmen benötigen Unterstützung bei der Frage, was bei ihnen schnell umgesetzt und sinnvoll in die Anwendung gebracht werden kann. Weiterhin wollen sie wissen, wie ihre Beschäftigten geschult werden können.

Für die kleineren Unternehmen ohne IT-Fachkraft könnten spezielle Rollout-Center den Einstieg in die Digitalisierung fördern: Ein 100.000-KMU-Programm (Starterprogramm, integriert in die Rollout-Center oder als eigenständiges Programm) könnte als niedrigschwelliges Programm 100.000 Unternehmen den Einstieg in die Digitalisierung ermöglichen. Möglicher Kontaktpunkt wären die Kammern vor Ort, die über Gruppenberatungen sensibilisieren. Studentische Berater könnten bei der Auswahl, Implementierung und Schulung helfen. Die Rollout-Center sollten bundesweit verteilt sein. Zudem könnten die Kammern als Multiplikatoren eingebunden werden, um regionale Anlaufstellen zu haben. Ein Beispiel für die Beratung in der Fläche liefert das vom BMWK geförderte Digi-BIT, eine Erweiterung des Programms „Beauftragte für Technologie – BIT“. Hier arbeiten Zentren und Kammern im Handwerk gemeinsam, um die Digitalisierung voranzubringen.

Für die innovationsstärkeren Unternehmen sind gleichzeitig ausgewählte Leuchttürme mit bundesweiter Strahlkraft zu schaffen. Diese Leuchttürme sollten ausgewählte Technologien in der Spitze voranbringen. Da es immer wieder neue Technologien gibt, sind immer wieder neue Leuchttürme erforderlich, die erste Orientierung geben. Hier werden auch die erforderlichen Erfahrungen mit Use Cases gesammelt, die im weiteren Verlauf zur besseren Beherrschung der Risiken beitragen und klare Business Cases hervorbringen. Unter dieser Art von MDZ könnten auch Leuchttürme für Nachhaltigkeit sein, die bundesweit agieren. Dabei sollte ein Leuchtturm gezielt die Industrie, ein anderer die Dienstleistungen ansprechen, weil hier große inhaltliche Unterschiede und Herausforderungen beim Thema Digitalisierung und Nachhaltigkeit zu erwarten sind.

Ein dritter Typ wären Informations- und Schulungszentren: Der Kompetenzaufbau bleibt ein wichtiges Thema. Hier ist eine Aufstellung in der Fläche wichtig, um den persönlichen Kontakt herstellen zu können. So kann die Kompetenzvermittlung regional gestärkt werden. Beim Thema Nachhaltigkeit können Informationen und Schulungen zu bereits gesicherten Erkenntnissen angeboten werden, die nicht Teil der Leuchttürme zur Nachhaltigkeit sind. Gleichzeitig kann nicht jedes Informations- und Schulungszentrum Angebote für alle Branchen und Technologien bereithalten. Für speziellere Inhalte sind bundesweite Angebote zu konzipieren, ähnlich wie das Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung (KOFA) des BMWK, das bundesweit ausstrahlt.

## Mehr zwischen Bereichen/Branchen differenzieren

### Zwischen Bereichen/Branchen differenzieren

- Spezifischere Angebote für Industrie, Handwerk/Bau, industrie-/wirtschaftsnahe Dienstleister und gesellschaftsnahe Dienstleister/Handel, um spezifische Herausforderungen besser zu adressieren („Sprache der Zielgruppe“ treffen) (<- Evaluierungsergebnisse abwarten)
- Passende Beratungsangebote (z.B. Lösungen für mehrere Herausforderungen in der Industrie, Qualität und Schnelligkeit im Handwerk)

Industrie, Handwerk/Bau, industrie-/wirtschaftsnahe Dienstleister und gesellschaftsnahe Dienstleister/Handel weisen teils spezifische Herausforderungen auf. Zudem sprechen sie teils eine „unterschiedliche Sprache“. Um die „Sprache der Zielgruppe“ besser zu treffen und die spezifischen Herausforderungen zu adressieren, ist zu überlegen, ob mehr zwischen den Bereichen/Branchen differenziert werden sollte. Hier können die Evaluierungsergebnisse zu den MDZ wichtige Impulse liefern, ob eine solche Differenzierung aus Sicht der Zielgruppe als hilfreich angesehen wird.

Sollte eine zielgruppengerechtere Ansprache durch die MDZ nach Branchen angestrebt werden, folgt daraus zwangsläufig eine breite Herangehensweise. Für jede Branche sind viele Technologien relevant, wenn auch nicht für jedes Unternehmen einer Branche. Hier könnte ein rollierendes System mit der wechselnden Förderung bestimmter Technologien das Ausrollen der Technologien erleichtern.

Gleichzeitig könnten differenziertere Zentren leichter passende Beratungsangebote anbieten. Für die Industrie könnten mehr Lösungen angeboten werden, die auf die multiplen Herausforderungen der Industrie und die Verknüpfung der verschiedenen Bereiche einzahlen. Im Handwerk könnten Lösungen angeboten werden, die auf Qualität und Schnelligkeit im Handwerk einzahlen.

## Transparenz erhöhen

### Transparenz erhöhen

- Unübersichtliche Vielzahl an Förderprogrammen
- Überforderung der Unternehmen
- Findertool Mittelstand digital nur durch Zufall entdeckt
- Tool Produktfinder Technologien, Unternehmen etc. zum richtigen Fördertool (Beispiel Produktfinder ibb oder BAFA-Tool - Schnellstart für Standardlösungen)

Neben einem Mehr oder Anders der Förderung sollte die Transparenz der Förderung angegangen werden. In Deutschland gibt es eine unübersichtliche Vielzahl von Förderprogrammen. Viele Unternehmen dürften mit der Informationsbeschaffung des für sie optimalen Förderangebots überfordert sein.

Hier bieten sich digitale Produkttools, die Informationen über alle Angebote zur Förderung der Digitalisierung in KMU sammeln, geradezu an. Dabei sollte auf vorhandenen Informationen und Tools aufgesetzt und diese Tools leicht auffindbar platziert werden. So könnten relevante Demonstratoren leichter von den Zielgruppen gefunden werden, wenn das bereits vorhandene Findertool (<https://demonstratoren.gfe-net.de/demonstrator>) leichter aufgespürt werden könnte. Ein Beispiel für ein gelungenes Produktfinder-Tool ist der BAFA-Energieeffizienzwegweiser (<https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienzwegweiser/energieeffizienzwegweiser.html>).

## Raum zum Experimentieren schaffen

### Raum zum Experimentieren schaffen

- Abseits von Forschungsförderung Räume/Labs zum einfachen, individuellen Experimentieren schaffen (ggf. auch über finanzielle Förderung)
- Schnelles Ausprobieren neuer Lösungen mit geringerem Risiko

Neue Technologien, bei denen noch keine Erfahrungen vorliegen, oder neue Wege mit digitalen Technologien sind mit hohen Risiken verbunden. Nicht zuletzt deshalb unterstützt die Forschungsförderung hier die Wirtschaft intensiv. Gleichwohl dürfte die Forschungsförderung nicht alle Unternehmen erreichen, vor allem, wenn dort Forschungsabteilungen fehlen. Daher sind auch abseits der Forschungsförderung Räume/Labs zum einfachen, individuellen Experimentieren erforderlich. Diese können physischer Art sein (zum Beispiel Labore/Werkstätten an Instituten und Hochschulen), aber auch finanzieller Art. Dabei sind nicht nur komplexe technologische Verfahren zu berücksichtigen. Auch Dienstleister benötigen einen Raum zum schnellen Ausprobieren neuer Lösungen mit geringerem Risiko. Insgesamt dürften diese Räume zum Experimentieren aber nur von einem kleineren Teil des Mittelstands in Anspruch genommen werden, der abseits von Standardlösungen nach neuen Wegen sucht. Bei der Betrachtung des Digitalisierungspotenzials (siehe Kapitel 6) hat sich gezeigt, dass nur ein kleinerer Anteil des Mittelstands überhaupt sich auf solche Experimente einlässt. Dies sollte bei einer Konzeption von Experimentierräumen berücksichtigt werden.

## Weitere Ansätze zur Stärkung der Förderung

Für die Weiterentwicklung der Mittelstand-Digital Zentren sollten die Evaluierungsergebnisse abgewartet werden. Auf dieser Basis lässt sich das Bestehende gut weiterentwickeln. Vor allem sollte in den Evaluierungsergebnissen geprüft werden, was die Unternehmen von den Mittelstand-Digital Zentren erwarten und wie sie angenommen werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die MDZ als Zentren 5.0 weiterzuentwickeln. Das Label 5.0 soll zeigen, dass die MDZ nicht nur die digitale Transformation fördern, sondern auch eine nachhaltige Entwicklung der Unternehmen. Dazu könnten die bereits existierenden vielfältigen Angebote zur Nachhaltigkeit deutlicher hervorgehoben werden. Allerdings hat der Stakeholderprozess gezeigt, dass die Kunden der Unternehmen oftmals noch keine nachhaltigen Lösungen nachfragen. Insofern ist zu prüfen, ob die Vermengung über alle MDZ zu diesem Zeitpunkt zweckmäßig ist oder ob der aufgezeigte Leuchtturm zum Thema Digitalisierung und Nachhaltigkeit nicht zielgerichteter bei den möglichen Vorreitern passende Unterstützungsangebote liefert.

Das Thema IT-Sicherheit gilt in der Literatur als ein wichtiges allgemeines Hemmnis bei der Digitalisierung, wie sich im Kapitel zu den Hemmnissen der Digitalisierung gezeigt hat. Ohne eine ausreichende IT-Sicherheit wird es kein Vertrauen in digitale Lösungen geben. Daher benötigen die Unternehmen auch in Zukunft eine Unterstützung bei der Stärkung ihrer IT-Sicherheit. Bestehende Informationsangebote sollten weiter fortgeführt und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden. Zugleich sollte aber darauf geachtet werden, dass die IT-Sicherheit ein Kostenfaktor digitaler Lösungen ist. Bei den Förderprogrammen ist teils auf ein Missverhältnis zwischen der Förderung digitaler Lösungen und verpflichtenden Maßnahmen zur IT-Sicherheit hingewiesen worden. Hier gilt es, die richtige Balance zu finden.

Die Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI) soll Neues in die Regionen tragen. Ziel der DATI ist es, neues Wissen aus der Forschung und innovative Ideen schneller in die Anwendung zu bringen. Hier kann eine Verknüpfung mit den MDZ einen Katalysator darstellen. Dazu müssten die beiden bestehenden Linien stärker zusammengeführt und koordiniert werden.

Digitale Start-ups und das digitale Ökosystem können wichtige Impulse für die Bestandsunternehmen geben. Um dieses Potenzial verstärkt zu nutzen, wäre ein Peer-to-Peer-Matching hilfreich: Dabei nehmen Wissenstransfermanager über eine längere Zeit etablierten Unternehmen Arbeit ab, indem sie neue Geschäftsmodelle von Start-ups eruieren, Gespräche mit Vorreitern führen und konkrete Empfehlungen für die etablierten Unternehmen geben. Zugleich könnten die Wissenstransfermanager sich in Beantragungsverfahren um Förderprojekte einbringen und einen Teil der Formalia erledigen.

Bei der Verbreitung von neuen digitalen Technologien könnte stärker auf eine Public-private-Partnership gesetzt werden: Ein Beispiel ist der Heilbronner AI-Park (IPAI), zu dem das Land Baden-Württemberg 50 Millionen Euro und die Schwarz-Stiftung mehrere 100 Millionen Euro beiträgt. Über die Public-private-Partnership könnten spezifische Technologien in der Spitze verstärkt werden, wie das Quantencomputing. Bei der Auswahl der Themen sollte sich an Stärken der deutschen Wirtschaft orientiert werden, wie das Engineering und die Produktion.

Zum Zeitpunkt der Unternehmensnachfolge wird das Thema Digitalisierung virulent. Oftmals sind es die Nachfolger, die neue Ideen voranbringen wollen. Hier können Programme zur Nachfolge im Mittelstand und Bausteinprogramme zur Digitalisierung zielgerichtet kombiniert werden. Das Bausteinprogramm verknüpft verschiedene Angebote, erfordert aber nur einen Antrag. Ein solches Programm sollte den Nachfolgern Beratung, Umsetzungsunterstützung, Investitionshilfen und Schulungsangebote aus einer Hand liefern.

## 8 Literatur

BMWK (2023), Digitalisierungsindex: Interaktives Indikatorentool; URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Indikatorentool/indikatorentool.html>

BMWK (2024), Nachhaltigkeit in der Wirtschaft; URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/nachhaltigkeit.html>

BMWK/Institut der deutschen Wirtschaft (2023), Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Digitalisierungsindex 2023; URL: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2023-kurzfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2023-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

Büchel et al. (2021), Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex 2020 – Langfassung eines Ergebnispapiers im Projekt „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie; URL: [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-Langfassung-digitalisierungsindex-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-Langfassung-digitalisierungsindex-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

Bundestagsdrucksache 20/3329 (2022), Unterrichtung durch die Bundesregierung: Digitalstrategie; URL: <https://dserver.bundestag.de/btd/20/033/2003329.pdf>

Chatzistamoulou (2023), Is digital transformation the Deus ex Machina towards sustainability transition of the European SMEs? In: Ecological Economics, Vol. 206/2023, 10773

Commission of the European Communities (2003), COMMISSION RECOMMENDATION of 6 May 2003 concerning the definition of micro, small and medium-sized enterprises; Document number C (2003) 1422. In: Official Journal of the European Union. 2003. L 124/36 – L 124/41

Court/Sorrell (2020): Digitalisation of goods: a systematic review of the determinants and magnitude of the impacts on energy consumption. In: Environ. Res. Lett. 15 (4), S. 43001. DOI: 10.1088/1748-9326/ab6788

DIHK (2023), Digitalisierung tritt auf der Stelle – Die IHK-Umfrage zur Digitalisierung; URL: <https://www.dihk.de/resource/blob/91516/aac9a26dea81dc7c1bc1e5f28b6105e8/dihk-digitalisierungsumfrage-2022-2023-data.pdf>



ECC Köln/Striped Giraffe (2023), B2B Commerce – Im Spannungsfeld zwischen wirtschaftlicher Belastungsprobe und digitaler Effizienz – Teil II; URL: <https://www.striped-giraffe.com/de/blog/fakten-check-digitalisierungsprojekte/>

Europäische Kommission (2022), Shaping Europe’s digital future: The Digital Economy and Society Index (DESI); URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>

Europäische Kommission (2023a), 2023 Report on the state of the Digital Decade – Annex Germany; URL: <https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/98643>

Europäische Kommission (2023b), DESI 2023 indicators; URL: [https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/desi-indicators?indicator=desi\\_1a2&breakdown=ind\\_to\\_tal&period=desi\\_2023&unit=pc\\_ind&country=AT,BE,BG,HR,CY,CZ,DK,EE,EU,FI,FR,DE,EL,HU,IE,IT,LV,LT,LU,MT,NL,PL,PT,RO,SK,SI,ES,SE](https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts/desi-indicators?indicator=desi_1a2&breakdown=ind_to_tal&period=desi_2023&unit=pc_ind&country=AT,BE,BG,HR,CY,CZ,DK,EE,EU,FI,FR,DE,EL,HU,IE,IT,LV,LT,LU,MT,NL,PL,PT,RO,SK,SI,ES,SE)

Eurostat (2023), Artificial intelligence by size class of enterprise [ISOC\_EB\_AI\_\_custom\_7573556]

Galvin (2015), The ICT/electronics question: Structural change and the rebound effect. In: Ecological Economics 120, S. 23–31. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.08.020

IfM Bonn (2023a), Mittelstandsdefinition des IfM Bonn; URL: <https://www.ifm-bonn.org/definitionen/mittelstandsdefinition-des-ifm-bonn>

IfM Bonn (2023b), KMU-Definition des IfM Bonn – KMU-Definition des IfM Bonn seit 1.1.2016; URL: <https://www.ifm-bonn.org/definitionen-/kmu-definition-des-ifm-bonn>

Institut der deutschen Wirtschaft (2021), IW-Zukunftspanel, Welle 40 (Herbst 2021)

Institut der deutschen Wirtschaft (2022), IW-Personalpanel, Welle 29 (Frühjahr 2022)

IW Consult (2020a), IW-Zukunftspanel, Welle 35 (Frühjahr 2020)

IW Consult (2020b), IW-Zukunftspanel, Welle 36 (Sommer 2020)

IW Consult (2021), IW-Zukunftspanel, Welle 39 (Sommer 2021)

Jäger/Maloca (2016), Dokumentation der Umfrage *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, Karlsruhe

Jäger/Maloca (2023), Dokumentation der Umfrage *Modernisierung der Produktion* 2022, Fraunhofer ISI, Karlsruhe

Kander et al. (2013), Power to the People. Energy in Europe over the Last Five Centuries. Princeton: Princeton University Press (The Princeton Economic History of the Western World); URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=650265>

KfW (2020), KfW-Innovationsbericht Mittelstand 2019 – Innovatorenquote sinkt auf 19 %; URL: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Innovationsbericht/KfW-Innovationsbericht-Mittelstand-2019.pdf>

KfW (2022), Vielfältige Hemmnisse bremsen die Digitalisierung im Mittelstand; KfW Research: Fokus Volkswirtschaft, Nr. 380; URL: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2022/Fokus-Nr.-380-April-2022-DigiHemmnisse.pdf>

KfW (2023a), KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2022: Deutlicher Digitalisierungsschub im zweiten Jahr der Corona-Pandemie, Kluft zwischen Vorreitern und Nachzüglern droht sich zu vertiefen; KfW Research; URL: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Digitalisierungsbericht-Mittelstand/KfW-Digitalisierungsbericht-2022.pdf>

KfW (2023b), Digitalisierungshemmnisse treffen vor allem Unternehmen mit ambitionierten Wettbewerbsstrategien; KfW Research: Fokus Volkswirtschaft, Nr. 432; URL: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2023/Fokus-Nr.-432-Juli-2023-Digihemmnisse-Strategie.pdf>

KfW (2024), KfW-Innovationsbericht Mittelstand 2023 – Innovationstätigkeit im Mittelstand tritt auf der Stelle; URL: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Innovationsbericht/KfW-Innovationsbericht-Mittelstand-2023.pdf>

Lange et al. (2020), Digitalization and energy consumption. Does ICT reduce energy demand? In: Ecological Economics 176, S. 106760. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106760

Lerch/Jäger/Maloca (2017), Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich? Arbeit und Produktivität in der digitalen Produktion, Mitteilung aus der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* Nr. 71, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Mäkitie et al. (2023), Digital innovation's contribution to sustainability transitions. In: Technology in Society, Vol. 73/2023, 102255

Mouthaan et al. (2023), Systemic sustainability effects of contemporary digitalization: A scoping review and research agenda. In: Futures, Vol. 149/2023, 103142

Opp (2005), Methodologie der Sozialwissenschaften. Einführung in Probleme ihrer Theorienbildung und praktischen Anwendung; 6. Auflage

Perez (2013), Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. In: Environmental Innovation and Societal Transitions 6, S. 9–23. DOI: 10.1016/j.eist.2012.12.004

Pohl et al. (2019), How LCA contributes to the environmental assessment of higher order effects of ICT application: A review of different approaches. In: Journal of Cleaner Production 219, S. 698–712. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.02.018

Proeger et al. (2020), Mechanismen, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse der Digitalisierung im Handwerk. Göttinger Beiträge zur Handwerksforschung (Heft 35); URL: <https://ifh.wiwi.uni-goettingen.de/veroeffentlichungen/mechanismen-erfolgsfaktoren-und-hemmnisse-der-digitalisierung-im-handwerk/>

Robertson/Lapina (2023), Digital Transformation as a Catalyst for Sustainability and Open Innovation. In: Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, Vol. 9/2023, No. 1, Article number 100017

Rogers (2003), Diffusion of innovations, 5. Aufl., Free Press: New York

Statistisches Bundesamt (2023), Genesis: 52911-0001: IKT-Indikatoren für Unternehmen: Deutschland, Jahre

Stich et al. (2021a), Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Technologie- und Trendradar 2020; URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2020.pdf? blob=publicationFile&v=3>

Stich et al. (2021b), Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Technologie- und Trendradar 2021; URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2021.pdf? blob=publicationFile&v=4>

Stich et al. (2022), Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Technologie- und Trendradar 2022; URL: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-technologie-trendradar-2022.pdf? blob=publicationFile&v=1>

SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2021), Transformation gestalten: Bildung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit, Jahresgutachten 2021/22, Wiesbaden

Valentowitsch (2019), Konkurrenz und Diffusion von Technologien auf Märkten unter Standardisierungsdruck: Modellbildung, Simulation und Prognose; URL: [https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10448/3/Dissertation\\_Valentowitsch\\_2019.pdf](https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/10448/3/Dissertation_Valentowitsch_2019.pdf)

Warnke et al. (2019), 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future – The Radical Innovation Breakthrough Inquirer. Independent Expert Report für die European Commission Directorate-General for Research and Innovation; URL: <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/daa04085-2b8b-46bd-94cf-513ceb31ca8f/content>

Williams (2011), Environmental effects of information and communications technologies. In: Nature 479 (7373), S. 354–358. DOI: 10.1038/nature10682

ZVEI (2021), Die Elektro- und Digitalindustrie im Wandel – Zahlen und Fakten zur Digitalisierung und Vernetzung; URL: [https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Publikationen/2021/Oktober/Digitalumfrage/ZVEI\\_Digitalumfrage\\_Auswertung\\_Oktober\\_2021\\_Nachdruck\\_neues\\_Layout.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2021/Oktober/Digitalumfrage/ZVEI_Digitalumfrage_Auswertung_Oktober_2021_Nachdruck_neues_Layout.pdf)



