



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

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

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Autoren

Verantwortliche Autoren (Institut der deutschen Wirtschaft):

Jan Büchel
Dr. Vera Demary
Dr. Henry Goecke
Dr. Christian Rusche

Institut der deutschen Wirtschaft
Alexander Burstedde, Barbara Engels, Enno Kohlisch,
Dr. Oliver Koppel, Dr. Armin Mertens, Dr. Marc Scheufen, Jan Wendt

IW Consult
Johannes Ewald, Dr. Vanessa Hünne Meyer,
Hanno Kempermann, Dr. Karl Lichtblau, Edgar Schmitz

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
Prof. Dr. Irene Bertschek, Dr. Thomas Niebel, Dr. Christian Rammer,
Dr. Bettina Schuck

Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V. an der RWTH Aachen
Frederick Birtel, Dr. Tobias Harland (Industrie 4.0 Maturity Center
GmbH), Dr. Jan Hicking, Lucas Wenger

Stand

März 2021

Diese Publikation wird ausschließlich als Download angeboten.

Zentraler Bestellservice für Publikationen der Bundesregierung:

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

Telefon: 030 182722721

Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Indikatoren und Indikatorenauswahl.....	9
2.1	Struktur des Index	9
2.2	Kriterien für die Indikatorenauswahl.....	14
2.3	Differenzierungsebenen.....	16
3	Ergebnisse der Indikatoren.....	17
3.1	Unternehmensintern	18
3.1.1	Prozesse.....	19
3.1.2	Produkte.....	24
3.1.3	Geschäftsmodelle.....	27
3.1.4	Qualifizierung.....	31
3.1.5	Forschungs- und Innovationsaktivitäten.....	41
3.2	Unternehmensextern.....	51
3.2.1	Technische Infrastruktur	51
3.2.2	Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen	57
3.2.3	Gesellschaft	62
3.2.4	Humankapital.....	71
3.2.5	Innovationslandschaft.....	79
4	Ergebnisse des Index.....	93
4.1	Digitalisierung nach Branchen	94
4.2	Digitalisierung nach Unternehmensgrößenklassen	98
4.3	Digitalisierung nach Bundeslandgruppen.....	101
4.4	Digitalisierung nach Regionstypen.....	105
5	Fazit und Ausblick	110
6	Literatur	112
Anhang 121		
A.1	Ermittlung digitalisierungsaffiner Patente	121
A.2	Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels	124
Abbildungsverzeichnis		127
Tabellenverzeichnis.....		128

1 Einleitung

Die Corona-Pandemie sowie die Maßnahmen zu ihrer Eindämmung haben auch ein Schlaglicht auf den Stand der Digitalisierung in Deutschland geworfen: Unternehmen konnten zum Teil nur noch digital ihre Produkte verkaufen oder in Kontakt mit ihren Kundinnen und Kunden kommen, Schülerinnen und Schüler nur digital unterrichtet werden und auch die Freizeitgestaltung fand zu einem großen Teil über digitale Kanäle statt. Das Vordringen digitaler Technologien in nahezu alle Bereiche der Gesellschaft wurde so nochmals verstärkt. Dies führt jedoch auch verstärkt dazu, dass die Gestaltung der digitalen Entwicklung und deren Rahmenbedingungen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Dabei fällt es allgemein schwer, etwas zu gestalten, wenn geeignete Zahlen, die den Status quo und die Entwicklung abbilden, fehlen (Liebowitz/Suen, 2000). Um die Digitalisierung gestalten zu können, muss diese in geeigneter Weise gemessen werden. Dies erlaubt es wiederum, den Stand und die Entwicklung der Digitalisierung zu bewerten, Handlungsbedarfe zielgenau zu identifizieren sowie den Erfolg von Maßnahmen abzubilden.

Die vorliegende Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) liefert das Zahlenmaterial um den Stand der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland adäquat abzubilden. Der Fokus liegt dabei nicht nur auf dem gesamten Standort Deutschland, sondern die Studie differenziert auch nach Bundeslandgruppen, Unternehmensgrößenklassen, Branchen sowie Regionstypen. Mit Hilfe von geeigneten Indikatoren können in diesem Zusammenhang spezifisch für einzelne Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Regionstypen sowie Bundeslandgruppen Stärken und Schwächen bei der Digitalisierung identifiziert und zielgenau Verbesserungspotenzial herausgearbeitet werden, um die Wirtschaft am Standort Deutschland für die Zukunft zu ertüchtigen und damit die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts und der ansässigen Unternehmen zu sichern und zu verbessern.

Gerade die Messung der Digitalisierung mit ihrer immanenten Mehrdimensionalität stellt jedoch eine Herausforderung dar, da sie sich als Megatrend (Naisbitt, 2015) im Vordringen von Schlüsseltechnologien äußert, die durch Digitalisierung erst ermöglicht wurden. Der Begriff Schlüsseltechnologie bezeichnet dabei eine Technologie, die Innovationen bei Prozessen, Waren sowie Dienstleistungen auslöst sowie von systemischer Bedeutung für die gesamte Wirtschaft ist (Europäische Kommission, 2009). Welche Technologie konkret als Schlüsseltechnologie zählen kann, variiert jedoch je nach den ausgewählten Kriterien sowie den konkret erwarteten Effekten. Demary et al. (2019a, 61 ff.) haben in einer Studie für die Enquete-Kommission bereits 17 Schlüsseltechnologien für die deutsche Volkswirtschaft identifizieren können. Dazu zählen beispielsweise die Industrie 4.0, autonomes Fahren, 3D-Druck oder die Blockchain-Technologie. Alle diese Technologien können nicht nur ein wesentliches Element im Wettbewerb innerhalb einer Branche darstellen, sondern können in verschiedenen Anwendungsfeldern in der gesamten Volkswirtschaft eingesetzt werden. So haben einige dieser Schlüsseltechnologien das Potenzial, als entscheidender Faktor im Wettbewerb zwischen ganzen Volkswirtschaften zu wirken. Die Identifizierung neuer Schlüsseltechnologien ist ebenfalls Bestandteil des vorliegenden Projekts zur Messung der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft (BMWi, 2020).

Da die Digitalisierung kein eindimensionales Konzept ist, sondern sehr heterogen ist und auf verschiedenen Technologien und Anwendungen beruht, müssen bei der Messung des Status quo nicht nur die Effekte der bisherigen Schlüsseltechnologien beachtet, sondern auch neue, noch unbekanntere Entwicklungen abgebildet werden. Dazu ist es zunächst notwendig, ein einheitliches Begriffsverständnis bezüglich der Digitalisierung als Ausgangsbasis herzustellen. Als Grundlage wird in dieser Studie die folgende Definition zugrunde gelegt:

Digitalisierung bedeutet die Verwendung von digitalen Daten und algorithmischen Systemen als Produktionsfaktor oder als Bestandteil neuer oder verbesserter Prozesse und Produkte. Kennzeichen sind die Virtualisierung und Vernetzung von Produkten und Prozessen, das Teilen von Daten sowie die plattformbasierte Organisation und Steuerung von Wertschöpfungsketten. Aus der Kombination der genannten Aspekte ergeben sich neue digitale Geschäftsmodelle.

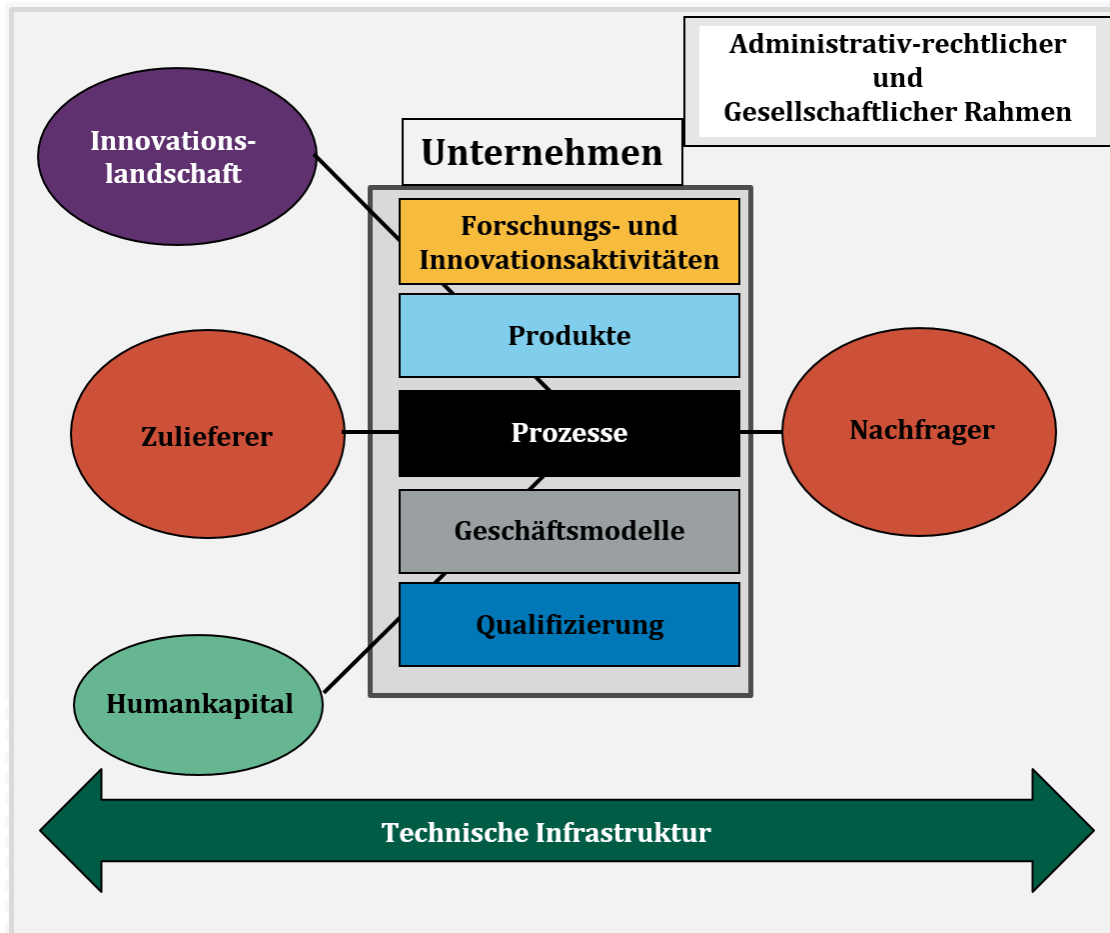
Die vier wesentlichen Anwendungsmöglichkeiten der Digitalisierung sind somit die Virtualisierung, die Vernetzung, das Teilen von Daten - sowie des darin enthaltenen Wissens - und die Koordinierung von Wertschöpfungsketten über Unternehmensgrenzen hinweg.

Der Vernetzung kommt dabei eine zentrale Rolle zu, da so die Grundlage für den Austausch von Daten, Wissen und Informationen gelegt wird, eine Koordinierung zu geringen Transaktionskosten ermöglicht wird und Daten, welche vorher getrennt in Datensilos von Unternehmen lagerten, kombiniert und zur Generierung neuen Wissens genutzt werden können. Mit Hilfe der Daten und Informationen, die einem Unternehmen dank der Vernetzung zur Verfügung stehen, wird auch ein weiterer wichtiger Prozess ermöglicht: Visualisierung.

Mit Visualisierung gehen ebenfalls erhebliche Potenziale einher, denn es wird die Erstellung eines digitalen Zwillings ermöglicht. Dadurch wird in erster Linie eine kaum geahnte Prozesstransparenz geschaffen, wodurch Optimierungsmöglichkeiten erkannt und ausgenutzt werden können. Dies ermöglicht in einem weiteren Schritt Effizienzpotenziale zu heben und die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und damit des gesamten Standorts Deutschland zu steigern. Mittels eines digitalen Zwillings können Veränderungen zudem direkt simuliert und hierauf aufbauend nur die wirklich erfolgversprechenden Änderungen tatsächlich umgesetzt werden. Vernetzung und Visualisierung führen des Weiteren auch dazu, dass die digitale Transformation nochmals beschleunigt wird. Die Vernetzung erlaubt die Orchestrierung von Maßnahmen über Unternehmensgrenzen hinweg und die verbesserte, nahezu in Echtzeit stattfindende Verteilung von Daten sowie Generierung von Wissen. Die Visualisierung wiederum gewährleistet eine sehr schnelle Anpassung der Produkte und Prozesse an Veränderungen sowie an entdeckte Verbesserungspotenziale. Die bei diesen Vorgängen generierten Daten ermöglichen in einem weiteren Schritt die Generierung neuen Wissens, neuer Geschäftsmodelle sowie digitaler Anwendungen, welche wiederum zur Generierung neuer Daten führen (Krotova et al., 2019).

Zur Operationalisierung der Digitalisierungs-Definition und der wesentlichen Facetten von Digitalisierung für die Messung, müssen zunächst die wesentlichen Zusammenhänge in der Wirtschaft am Standort Deutschland identifiziert werden, die anschließend mittels geeigneter Indikatoren numerisch abgebildet werden können. Abbildung 1-1 bietet einen schemenhaften Überblick für ein repräsentatives Unternehmen und seine Einbindung in die Volkswirtschaft. Es wird deutlich, dass es unternehmensinterne und unternehmensexterne Faktoren zu beachten gilt, auf die die Digitalisierung wirkt beziehungsweise in welchen sie sich abbilden kann.

Abbildung 1-1: Darstellung der möglichen Faktoren der Digitalisierung im Unternehmen sowie seinem Umfeld



Quelle: Eigene Darstellung

Die **unternehmensexternen Faktoren** determinieren das Umfeld, in dem ein Unternehmen handelt und mit dem es auf verschiedenen Wegen interagiert. Dabei ist zunächst auf die Vernetzung des Unternehmens mittels digitaler Technologien und Infrastruktur hinzuweisen. Diese erleichtert beziehungsweise ermöglicht die Kommunikation innerhalb des Unternehmens sowie mit der Umwelt und damit auch die Koordinierung über die gesamte Wertschöpfungskette, also vom Zulieferer über das betrachtete Unternehmen bis zu den Nachfragern der hergestellten Waren und Dienstleistungen. Die Vernetzung ermöglicht jedoch auch die Verzahnung von Forschungs- und Innovationsaktivitäten des Unternehmens mit der gesamten Innovationslandschaft sowie der unternehmensinternen Qualifizierung mit dem Arbeitsmarkt und entsprechenden externen Qualifizierungsangeboten. Nicht zuletzt kann das Unternehmen zudem mit den Behörden und der Gesellschaft als Ganzes vernetzt werden. Die technische Infrastruktur spielt somit sowohl bei der unternehmensinternen als auch bei der unternehmensexternen Digitalisierung eine wichtige Rolle. Für eine geeignete Analyse und deren Messung wird in dieser Studie die technische Infrastruktur zu den unternehmensexternen Faktoren gezählt, da die Gesellschaft als Ganzes vernetzt und mit der restlichen Welt verbunden wird.

Die Kapitalverfügbarkeit innerhalb und außerhalb des Unternehmens ist ebenfalls ein wichtiger Faktor für die Investitionstätigkeit eines Unternehmens. Dieser Faktor wird im Digitalisierungsindex 2020 nicht explizit berücksichtigt, findet aber über die Entwicklung der entsprechenden unternehmensinternen Indikatoren, wie beispielsweise Ausgaben für Forschung und Entwicklung sowie den Weiterbildungsaktivitäten, Eingang.

Ein weiterer wichtiger Aspekt außerhalb des Unternehmens ist der administrativ-rechtliche Rahmen, der für die Wirtschaft, die Digitalisierung sowie die gesamte Volkswirtschaft gilt. Darunter fallen beispielsweise Gesetze, steuergesetzliche Pflichten des Unternehmens oder Verwaltungsverfahren.

Zudem gilt es, das gesellschaftliche Umfeld zu beachten, in dem das Unternehmen aktiv ist. So können sich beispielsweise die Nutzung von und die Aufgeschlossenheit der Bevölkerung gegenüber Innovationen sowie neuen digitalen Technologien stark zwischen Staaten unterscheiden. Dies kann Einfluss auf die Einführung beziehungsweise die Nicht-Einführung neuer digitaler Prozesse, Geschäftsmodelle oder Produkte ausüben.

Die Gesellschaft kann zudem die Innovationslandschaft beeinflussen, in die sich ein Unternehmen eingebettet sieht. Mit der Innovationslandschaft soll einerseits die Leistungsfähigkeit des FuE¹-Standorts sowie die Transmission von Erkenntnissen in die Wirtschaft abgebildet werden. Je innovativer der Standort Deutschland ist, das heißt je mehr Erkenntnisse und darauf basierende Anwendungen von der Forschung bereitgestellt werden, desto leichter können digitale Anwendungen auch in Unternehmen genutzt werden und desto eher können spezifische Bedarfe bei der Digitalisierung von Unternehmen potenziell erfüllt werden.

Eng verbunden mit der Innovationslandschaft ist das zur Verfügung stehende Humankapital. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gestalten die Innovationslandschaft mit, während jedoch auch die Innovationslandschaft selbst Humankapital in Form von Fachkräften hervorbringt. Humankapital wird jedoch vor allem durch das Bildungssystem ausgebildet und daher in dieser Studie separat analysiert.

Für die Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland ist jedoch auch von entscheidender Bedeutung, was **unternehmensintern** geschieht. Daher wird in dieser Studie ebenfalls ein Schlaglicht auf die Digitalisierung in Unternehmen geworfen. Dabei fällt der Blick zunächst auf die Produkte, die ein Unternehmen herstellt sowie darauf, welche Geschäftsmodelle das Unternehmen verfolgt. Mit Produkten und Geschäftsmodellen tritt das Unternehmen nach außen – an Kunden und Kundinnen sowie Geschäftspartnerinnen und Geschäftspartner – und sie bilden den Zweck des Unternehmens, da es auf diese Weise versucht, Geld zu verdienen. Der Digitalisierungsgrad dieser Produkte und Geschäftsmodelle kann somit einen ersten Anhaltspunkt bezüglich des Ausmaßes der Digitalisierung innerhalb des ganzen Unternehmens liefern. Daher werden in dieser Studie Produkte und Geschäftsmodelle einzeln analysiert.

Jedoch kann der bloße Blick auf Produkte und Geschäftsmodelle auch ein irreführendes Bild liefern, denn für viele Produkte (z.B. Kraftstoffe, Nahrungsmittel oder Streichhölzer) und Dienstleistungen (Beratung, Friseurdienstleistungen oder Gastronomie) ist ein digitaler Anteil von 100 Prozent nicht realisierbar. Dennoch können die Prozesse innerhalb des Unternehmens sowie die Prozesse zur Beziehung von Vorleistungen und im Vertrieb bereits zu einem großen Teil digital sein oder über digitale Kanäle stattfinden. Daher wird bei der Messung der Digitalisierung auch die digitale Komponente der Prozesse näher beleuchtet.

Weitere unternehmensinterne Faktoren sind die Qualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie die Forschungs- und Innovationsaktivitäten von Unternehmen. Die Qualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ermöglicht es Unternehmen, digitales Know-how im Unternehmen zu kumulieren und so mithilfe der Belegschaft die Voraussetzungen zu schaffen, die unternehmensinterne Digitalisierung gezielt voranzutreiben und auf diesem Wege die digitale Transformation zu meistern. Dies ist jedoch auch über unternehmensinterne Forschung und Innovation möglich und

¹ FuE wird in dieser Studie als Abkürzung für Forschung und Entwicklung verwendet.

kann die Wirkung der Qualifizierung verstärken, während die Qualifizierung gleichzeitig die FuE unterstützt. In dieser Studie werden daher beide Faktoren analysiert.

Bevor das Vorgehen näher beschrieben wird, muss auf zwei parallel erschienene Publikationen hingewiesen werden. In Büchel et al. (2020a) sind die Methodik sowie der Aufbau des Digitalisierungsindex ausführlich beschrieben. Aufbauend auf dieser umfassenden Veröffentlichung kann sich die vorliegende Studie ausführlich auf die Indikatoren und die bei der Messung gewonnenen Erkenntnisse konzentrieren. Die Ergebnisse des Digitalisierungsindex liegen außerdem in Kurzform vor (Büchel et al., 2020b).

Die ausführliche Analyse des Stands der Digitalisierung in dieser Studie beginnt in Kapitel 2 zunächst mit einem Überblick über den Aufbau des Digitalisierungsindex 2020. In diesem Zusammenhang werden auch die Indikatoren sowie die Kriterien für deren Auswahl vorgestellt, die die unternehmensinternen und unternehmensexternen Faktoren bei der Digitalisierung abbilden. Anschließend werden in Kapitel 3 die verwendeten Indikatoren und ihre Ausprägung thematisiert. In dieser Analyse können zusätzlich auf Basis der Indikatoren erste Erkenntnisse in Hinblick auf den Stand der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland gewonnen werden. Darauf aufbauend stellt Kapitel 4 die Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 auf den verfügbaren Differenzierungsebenen dar. Kapitel 5 schließt diese Studie mit einem Fazit ab.

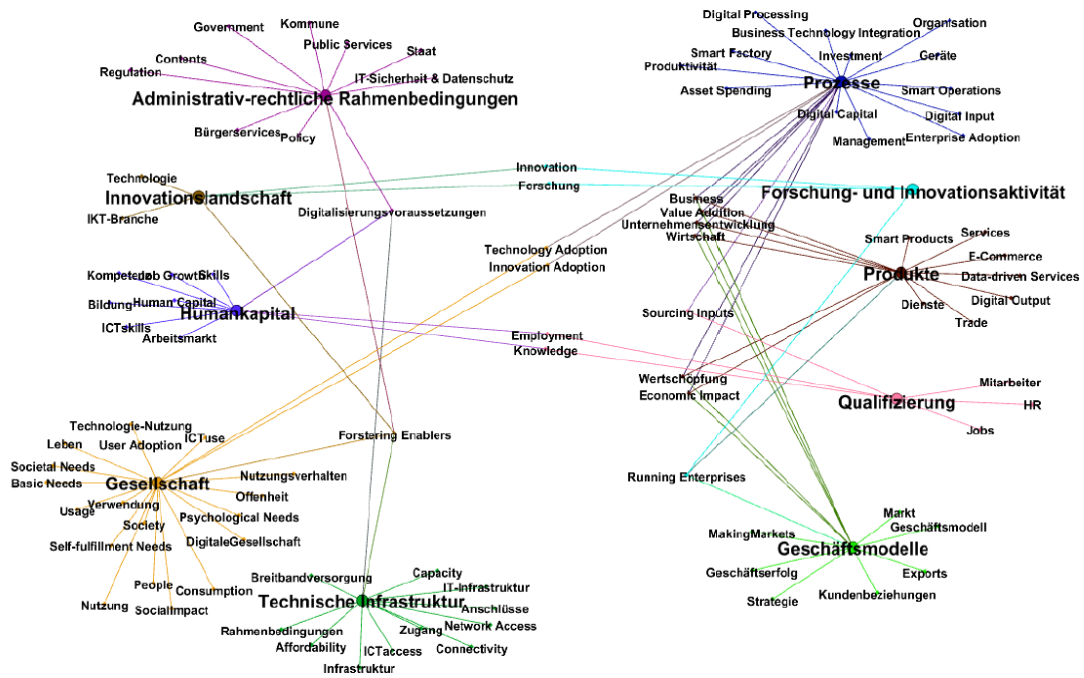
2 Indikatoren und Indikatorenauswahl

Als Ergebnis des Digitalisierungsindex zur Messung der Digitalisierung am Standort Deutschland kann der Stand der Digitalisierung und in folgenden Jahren auch die zeitliche Entwicklung der Digitalisierung für ganz Deutschland sowie für Bundeslandgruppen, Regionstypen, Branchen und Unternehmensgrößenklassen abgelesen werden. Der Index soll so ausgestaltet sein, dass die Ergebnisse leicht abgelesen werden können und allgemein verständlich sind. Dies beinhaltet, dass die Struktur und die Indikatoren des Index über die Zeit konstant bleiben, um Ergebnisse miteinander vergleichen und Entwicklungen nachzeichnen zu können. Damit die Ergebnisse und die Struktur jedoch auch den Stand der Digitalisierung am Standort Deutschland abbilden, müssen die verwendeten Indikatoren sorgfältig ausgewählt und zu einem Gesamtindex aggregiert werden. Zur Gewährleistung der Reproduzierbarkeit und Überprüfbarkeit des Index, wodurch die Ableitung valider Aussagen ermöglicht wird, stellt dieses Kapitel die Struktur des Index und die Kriterien zur Auswahl von Indikatoren kurz vor. In Büchel et al. (2020a) wird die Methodik des Index für interessierte Leserinnen und Leser nochmals ausführlicher dargestellt.

2.1 Struktur des Index

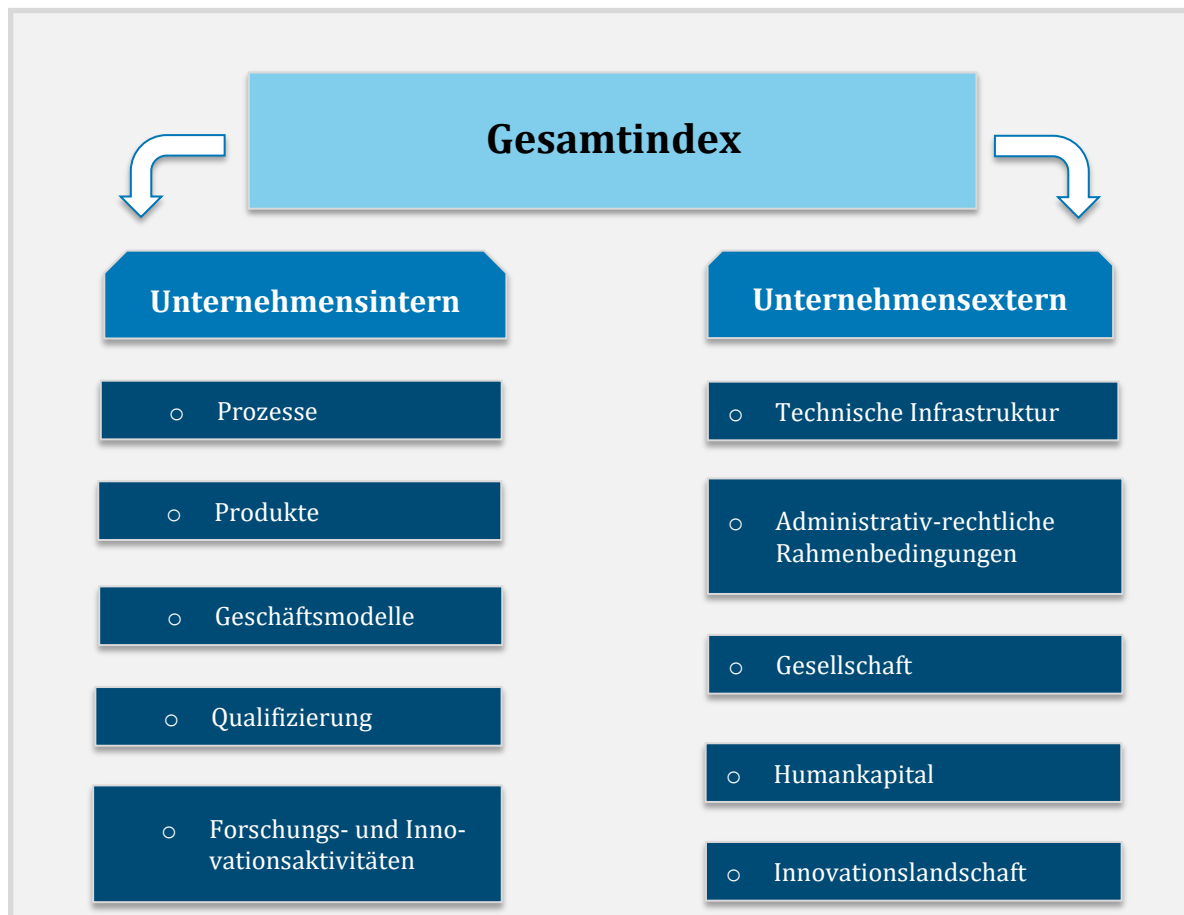
Auf Basis der im ersten Kapitel abgeleiteten Faktoren der Digitalisierung in einem repräsentativen Unternehmen und im Unternehmensumfeld wird der Gesamtindex zur Messung des Status quo der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland aus zwei Subindizes gebildet (Abbildung 2-2). Ein Subindex bildet die unternehmensinterne Sicht auf die Digitalisierung ab, während der andere Subindex unternehmensexterne Faktoren aufzeigt. Jeder dieser Subindizes besteht wiederum aus fünf Kategorien, die die Indikatoren zur Messung der Digitalisierung enthalten. Die einzelnen Kategorien wurden einerseits auf Basis der schematischen Darstellung eines repräsentativen Unternehmens in Kapitel 1 und andererseits auf Basis einer Analyse von 25 anderen veröffentlichten Indizes zur Digitalisierung während der Vorarbeiten zur Erstellung des vorliegenden Index (Abbildung 2-1) ausgewählt. Die Untersuchung der anderen Indizes zur Digitalisierung offenbarte Cluster von darin enthaltenen Themen und Aspekten, an die sich die in dieser Studie gewählten Kategorien anlehnen.

Abbildung 2-1: Gruppen betrachteter Index-Kategorien



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von 25 gescreenten Digitalisierungsindizes

Abbildung 2-2: Struktur des Index



Quelle: Eigene Darstellung

Im Subindex Unternehmensintern werden diejenigen Faktoren zusammengefasst, die ein Unternehmen selbst direkt beeinflussen kann. Der Subindex Unternehmensextern beinhaltet diejenigen Faktoren, auf die ein Unternehmen keinen direkten Einfluss hat. Die unternehmensexternen Faktoren bilden vielmehr die Rahmenbedingungen für die unternehmensinternen Faktoren.

Die **unternehmensinternen** Faktoren sind in die fünf Kategorien *Prozesse, Produkte, Geschäftsmodelle, Qualifizierung* sowie *Forschungs- und Innovationsaktivität* aufgeteilt. Um ein näheres Verständnis dieser Kategorien für die weitergehende Analyse zu schaffen, werden diese kurz vorgestellt:

- **Prozesse:** Diese Kategorie bildet ab, inwiefern Arbeitsprozesse in den Unternehmen digitalisiert sind. Für die Betrachtung und Einordnung dieser Prozesse spielen digitale Reifegradmodelle eine entscheidende Rolle. Sie definieren das heute zu erahnende oder mittelfristig absehbare Ausmaß der Fähigkeit zur Realisierung von Produktivitätseffekten durch den Einsatz digitaler Technologien. Auf Basis solcher Modelle kann gemessen werden, welche Teile der Wirtschaft überhaupt und mit welcher Intensität digitalisiert sind und an welcher Stelle Potenziale noch nicht genutzt werden.
- **Produkte:** Diese Kategorie zeigt auf, inwiefern die Unternehmen digitale Produkte vertreiben beziehungsweise in welchem Umfang die Güter und Dienstleistungen der Unternehmen digitalisiert sind oder digitale Komponenten enthalten (Angebotsseite der Unternehmen).
- **Geschäftsmodelle:** Diese Kategorie beinhaltet, inwiefern Unternehmen ihre Geschäftsmodelle auf die Digitalisierung stützen. Mögliche digitale Geschäftsmodelle könnten etwa auf digitalen Plattformen basieren oder datengestützt sein.
- **Qualifizierung:** Diese Kategorie bildet ab, inwiefern Unternehmen ihre Mitarbeiterschaft mit Blick auf digitale Kompetenzen aus- und weiterbilden. Für den Umgang mit digitalen Technologien im Unternehmen ist es notwendig, dass die Beschäftigten in der Lage sind oder in diese versetzt werden, an der Digitalisierung zu partizipieren und diese mit voran zu treiben.
- **Forschungs- und Innovationsaktivität:** Diese Kategorie stellt dar, inwiefern Unternehmen forschen beziehungsweise innovativ tätig sind. Dies bildet eine wesentliche Voraussetzung für ihren Unternehmenserfolg in einer durch die hohe Dynamik der Digitalisierung geprägten Welt.

Der Subindex der **unternehmensexternen** Faktoren ist in die Kategorien *Technische Infrastruktur, Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen, Gesellschaft, Humankapital* und *Innovationslandschaft* aufgeteilt:

- **Technische Infrastruktur:** Diese Kategorie bildet den Grad ab, zu dem technische Infrastrukturen wie beispielsweise Breitbandinfrastrukturen vorhanden sind. Diese bilden die wesentliche Voraussetzung dafür, dass Unternehmen überhaupt in der Lage sind, digitale Technologien zu nutzen und sind damit eine entscheidende Rahmenbedingung für Digitalisierung.
- **Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen:** Diese Kategorie zeigt auf, inwiefern die Digitalisierung betreffende Gesetzgebungen und Strategien seitens der Politik vorhanden sind. Darüber hinaus offenbart sie, inwiefern die Verwaltung an der Schnittstelle zur Wirtschaft digitalisiert ist. Die Digitalisierung von öffentlichen Diensten trägt zu Effizienzgewinnen in der Verwaltung selbst, aber auch bei Unternehmen bei.
- **Gesellschaft:** Diese Kategorie bildet die Nachfrageseite der Digitalisierung durch die Gesellschaft ab. Sie zeigt, wie digitalaffin die Bevölkerung ist und inwiefern sie digitale Produkte und Dienstleistungen nutzt. Insofern beschränkt sich der Index nicht nur auf die Wirtschaft selbst, sondern bezieht auch gesellschaftliche Komponenten ein.

- **Humankapital:** Diese Kategorie beinhaltet, inwiefern auf dem Arbeitsmarkt Personen mit digitalen Kompetenzen zur Verfügung stehen. Als Instrument zur Beobachtung arbeitsmarktbezogener Qualifikationen wurde mit dem Kompetenzbarometer ein Tool zur Berechnung und Projektion der regionalen Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen entwickelt (Burstedde, 2020; Burstedde et al., 2020). Auch Bildung und Ausbildung sollen in dieser Kategorie Berücksichtigung finden. So kann „Humankapital“ als Angebotsseite des Arbeitsmarkts durch die Gesellschaft gesehen werden.
- **Innovationslandschaft:** Diese Kategorie stellt dar, wie digital-innovativ die Umgebung ist, in der Unternehmen wirtschaften können. Dazu zählen politische Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation sowie die universitären und nicht-universitären Forschungseinrichtungen und -institutionen. Die eigene Forschungsleistung durch die Unternehmen hingegen wird der Kategorie „Forschungs- und Innovationsaktivität“ unter den unternehmensinternen Faktoren zugerechnet.

Die relative Bedeutung der einzelnen Kategorien der Subindizes für die Digitalisierung der Wirtschaft wird durch die Befragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels für diese Untersuchung (Anhang A.2) aufgedeckt. In der für die Messung der Digitalisierung am Standort Deutschland durchgeführten Befragung konnten 2.095 Antworten von Unternehmen aus Industrie- und Dienstleistungsbranchen berücksichtigt werden. Die Unternehmen wurden unter anderem nach der Bedeutung einzelner Faktoren bei der Digitalisierung befragt, um daraus die Gewichte der einzelnen Kategorien für den Gesamtindex zu ermitteln. Die Gewichtung basiert somit auf den Einschätzungen der befragten Unternehmen, denen entsprechend Expertenwissen für den Stand der Digitalisierung ihres Unternehmens und dem Umfeld des Unternehmens zuerkannt werden kann. Die Ergebnisse dieser Befragung sind in Tabelle 2-1 dargestellt.

Tabelle 2-1: Gewichtung der Aspekte der Digitalisierung auf Basis einer repräsentativen Unternehmensbefragung

Aspekt der Digitalisierung (Kategorie in Subindizes)	Gewichtung in Prozent
Unternehmensintern	
Digitalisierung der Unternehmensprozesse (Prozesse):	11,0
Ausweitung des Produktportfolios um (weitere) digitale Produkte oder Dienstleistungen (Produkte):	7,7
Die (Weiter-)Entwicklung eines digitalen Geschäftsmodells (Geschäftsmodelle):	8,4
Mitarbeiter mit digitalen Kompetenzen (Qualifizierung):	11,6
Die Forschungs- und Innovationsaktivitäten im Unternehmen (Forschungs- und Innovationsaktivitäten):	6,7
Summe Unternehmensintern:	45,4
Unternehmensextern	
Das Vorhandensein externer digitaler technischer Infrastruktur (Technische Infrastruktur):	14,0
Die Digitalisierung des Staates (Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen):	11,4
Die Digitalisierung in der Gesellschaft (Gesellschaft):	11,2
Arbeitskräfte mit digitalen Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt (Humankapital):	9,7
Die Innovationslandschaft außerhalb des Unternehmens (Innovationslandschaft):	8,3
Summe Unternehmensextern:	54,6
Gesamtsumme:	100,0

n=2.095. Berechnung basierend auf Antworten zu der Frage „Wie wichtig sind die folgenden Aspekte für die (weitere) Digitalisierung Ihres Unternehmens?“

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Befragung des IW-Zukunftspanels (vgl. Anhang A.2)

Aus Sicht der befragten Unternehmen hatten alle genannten Aspekte, die die einzelnen Kategorien der Subindizes widerspiegeln, eine Bedeutung für die Digitalisierung des jeweiligen Unternehmens und seines Umfelds. In Summe wurde den unternehmensinternen Faktoren mit rund 45,4 Prozent ein geringeres Gewicht zugewiesen als den unternehmensexternen Faktoren mit insgesamt rund 54,6 Prozent. Bei der (weiteren) Digitalisierung der Unternehmen sind folglich unternehmensexterne Faktoren von größerer Bedeutung. Wichtige Impulse bei der Digitalisierung müssen aus Sicht der Unternehmen somit auch von außen kommen und zur Bewältigung der digitalen Transformation müssen die Rahmenbedingungen stimmen.

Den **unternehmensexternen** Faktor mit dem größten Einfluss stellt mit Abstand die Technische Infrastruktur mit 14,0 Prozent dar. Weitere wichtige Faktoren sind die Digitalisierung des Staates (11,4 Prozent) und die Digitalisierung der Gesellschaft (11,2 Prozent). Mit rund 8,3 Prozent wird der Innovationslandschaft die geringste Bedeutung zugewiesen. Dem Arbeitsmarkt wird ein Gewicht von 9,7 Prozent zuerkannt. Die technischen Gegebenheiten und die Verbreitung von Digitalisierung in Staat

und Gesellschaft sind aus Sicht der Unternehmen somit die bedeutendsten unternehmensexternen Treiber bei der weiteren Digitalisierung.

Bei den **unternehmensinternen** Faktoren messen die befragten Unternehmen der Qualifizierung der eigenen Arbeitskräfte mit 11,6 Prozent die höchste Bedeutung zu. Die Digitalisierung der Prozesse hat mit 11,0 Prozent ebenfalls ein hohes Gewicht. Die geringste Bedeutung haben die FuE-Aktivitäten mit 6,7 Prozent. Produkte und Geschäftsmodelle kommen auf einen Wert von 7,7 beziehungsweise 8,4 Prozent. Die Mitarbeitenden sind aus Sicht der Unternehmen somit ein entscheidender Faktor bei der Digitalisierung des Unternehmens, deren Potenzial vor allem bei den Prozessen gesehen wird.

Obenstehende Kategorien sind eng miteinander verknüpft, was sachlogisch und wenig problematisch ist. Abhängigkeiten werden im Rahmen der Auswertung des Index im Folgenden beschrieben. Die Kategorien müssen zudem mit Indikatoren befüllt werden, die im Hinblick auf Digitalisierung ein möglichst vollständiges sowie verlässliches Bild ermöglichen. Die beim Digitalisierungsindex für die Auswahl der Indikatoren angewandten Kriterien werden im folgenden Abschnitt kurz umrissen.

2.2 Kriterien für die Indikatorenauswahl

Für die im vorangegangenen Abschnitt erläuterten zehn Kategorien des Digitalisierungsindex mit seinen zwei Subindizes wurden insgesamt 37 Indikatoren ausgewählt. Die überlegte und ausgewogene Auswahl der Indikatoren ist entscheidend für die Relevanz und Präzision, mit welcher der Index die Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland misst. Die Indikatoren sollten zudem auch in den folgenden Jahren verfügbar sein, um den Fortgang der digitalen Transformation nachzuzeichnen.

Dementsprechend wurden die Indikatoren anhand einer Reihe von Kriterien ausgewählt. Diese sind teilweise angelehnt an die Grundsätze 11 bis 15 des Verhaltenskodex für Europäische Statistiken, auf den sich auch die OECD (2008) in ihrem wegweisenden „Handbook on Constructing Composite Indicators“ beruft (Relevanz, Genauigkeit und Zuverlässigkeit, Aktualität und Pünktlichkeit, Kohärenz und Vergleichbarkeit, Zugänglichkeit und Klarheit). Die Indikatoren des Digitalisierungsindex sollen im Idealfall folgende Kriterien erfüllen:

- Zuvorderst wurde auf die **Relevanz und inhaltliche Tragfähigkeit** der Indikatoren geachtet. Alle aufgenommenen Indikatoren sollen einen genauen und zuverlässigen Erklärungsbeitrag hinsichtlich der Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland leisten.
- Auch bei der Interpretierbarkeit der Indikatoren gab es Sollkriterien. So sollen die Indikatoren **überlappungsfrei** sein. Dies ist eine Herausforderung, denn zwischen vielen Indikatoren bestehen wechselseitige Abhängigkeiten: Ein Indikator beeinflusst die Ausprägung eines anderen Indikators, welcher seinerseits Rückkopplungseffekte hat. Wo Rückkopplungseffekte unvermeidbar waren, wurden diese gekennzeichnet und entsprechend bei der Interpretation berücksichtigt. Wegen der Rückkopplungseffekte kann es sich bei einzelnen Indikatoren sowohl um Einfluss- als auch um Ergebnisgrößen handeln.

Für jeden Indikator wird eine Hypothese darüber gebildet, ob er mit Blick auf die Entwicklung der Digitalisierung in Deutschland positiv oder negativ zu interpretieren ist. Entsprechend diesem Kriterium wurden Korrelationsanalysen bei der Indexerstellung durchgeführt (Büchel et al., 2020a).

- Nach Möglichkeit sind sowohl **angebotsseitige als auch nachfrageseitige Indikatoren** ausgewählt worden, um eine markteinseitige Darstellung des Digitalisierungsgrades zu vermeiden.

- Auch der **Durchdringungs- und Nutzungsgrad** der Digitalisierung soll in den Indikatoren abgebildet werden. Ein bloßes Vorhandensein etwa einer digitalen Technologie macht noch keine Aussage über die tatsächliche Nutzung derselben. Diese jedoch bildet den tatsächlichen Digitalisierungsgrad der Wirtschaft ab.
- Außerdem wurde auf die **Verfügbarkeit und Verlässlichkeit** der Indikatoren geachtet. Die aus öffentlichen Statistiken entnommenen Indikatoren haben den Vorteil, öffentlich zugänglich und transparent zu sein und zuverlässig und regelmäßig erhoben zu werden. Auf diese Art und Weise wird auch eine gewisse Neutralität gewährleistet. Auf der anderen Seite bilden Daten, die aus anderen Quellen stammen, oft einen Mehrwert zu den öffentlich verfügbaren, weshalb sie auch eine tragende Rolle im Index spielen. Generell können Befragungen und damit auf ihnen basierende Indikatoren das Problem beinhalten, dass sie möglicherweise nur eine begrenzte, zum Teil nicht repräsentative Stichprobe in den Blick nehmen. Auch dies wird bei der Interpretation und Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt.
- Da der Index jährlich aktualisiert wird und im Zeitablauf vergleichbar sein soll, wurde bei den Indikatoren darauf geachtet, dass diese nach Möglichkeit mindestens einmal pro Jahr aktualisiert werden. Die Indikatoren sollen dem Anspruch der **Aktualität** genügen. Dazu zählt auch, dass der aktuelle Datenstand nicht zu weit in der Vergangenheit liegt.
- Da der Index nach Unternehmensgrößenklassen, Branchen, Bundeslandgruppen sowie Regionstypen innerhalb Deutschlands differenzierbar ist, wurden Indikatoren bevorzugt, die auf **möglichst vielen Differenzierungsebenen** vorhanden sind und die im Zeitablauf vergleichbar und kohärent sind. Bei einigen ist Ersteres jedoch allein schon sachlogisch nicht möglich. Je nach Betrachtungsebene wird somit ein im Umfang reduzierter, aber dennoch in sich stimmiger und kohärenter Index verwendet.
- Insgesamt wurde darauf geachtet, dass der Index nicht durch die Berücksichtigung oder die Entfernung eines einzelnen Indikators fundamental umgewälzt oder verzerrt werden kann. Das Gewicht eines einzelnen Indikators wird für die Gesamtbewertung geringgehalten, indem die **Gesamtzahl** der Indikatoren relativ **hoch** angesetzt wird.

Bei der Auswahl der Indikatoren wurden obenstehende Kriterien so gut wie möglich beachtet. Grundsätzlich besteht dabei ein Konflikt zwischen dem wissenschaftlichen Anspruch und der Praktikabilität der Indexerstellung. Ersterer erfordert möglichst strenge Kriterien, die von allen einfließenden Einzelindikatoren zu erfüllen sind. Würde man dem strengen Anspruch folgen, würde sich das Indikatoren-Set stark reduzieren, sodass sich die Aussagekraft des Index beträchtlich verringern würde. Vor diesem Hintergrund wurde bei der Auswahl der einzelnen Indikatoren und der dafür anzuwendenden Kriterien ein iteratives Verfahren gewählt. Zunächst wurden die Kriterien streng angelegt und die Indikatoren daraufhin geprüft. Erwies sich ein Kriterium als zu restriktiv, wurde untersucht, welche Effekte eine Lockerung hätte, sowohl im Hinblick auf die dann zur Verfügung stehenden Indikatoren als auch in Bezug auf deren Bedeutung für den Untersuchungsgegenstand. Auf diese Weise wurden die Indikatoren ermittelt, die praktikabel für einen Index der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland sind und gleichzeitig möglichst strengen wissenschaftlichen Kriterien entsprechen.

Die Ergebnisse der ausgewählten Indikatoren werden in Abschnitt 3 näher beleuchtet. Dabei wird für die verwendeten Indikatoren insbesondere auf die Darstellung des Mehrwerts für die Messung des Stands der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland und den zugehörigen Differenzierungsebenen geachtet. Dazu werden die Differenzierungsebenen im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

2.3 Differenzierungsebenen

Das Ziel des Digitalisierungsindex 2020 ist es, ein möglichst aussagekräftiges Bild der Digitalisierung der Wirtschaft auf Deutschlandebene, für Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen sowie Regionstypen zu erstellen. Dazu ist auf den Differenzierungstypen eine zielführende Auswahl zu treffen, die nachfolgend kurz vorgestellt wird.

Der Digitalisierungsindex 2020 konzentriert sich auf zehn **Branchen**. Diese werden im Folgenden aufgezählt, wobei in Klammern die Kennung der Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008; Statistisches Bundesamt, 2008), zur eindeutigen Beschreibung aufgeführt wird:

- **Grundstoffe, Chemie und Pharma** (WZ 19-23),
- **Elektrotechnik und Maschinenbau** (27, 28, 26.5-7),
- **Fahrzeugbau** (29, 30),
- **Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe** (Rest 10-33),
- **Sonstiges Produzierendes Gewerbe** (35-39, 41-43),
- **IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie)** (26.1-4, 26.8, 58.2, 61, 62, 63.1),
- **Handel** (45-47),
- **Verkehr und Logistik** (49-53),
- **Tourismus** (55, 56, 79),
- **Unternehmensnahe Dienstleister** (Rest 58-63, 69-74).

Die Abgrenzung der **Unternehmensgrößenklassen** erfolgt angelehnt an die Definition von kleinen und mittleren Unternehmen der Europäischen Kommission (2020c), wobei Klein- und Kleinstunternehmen zusammengefasst werden. Damit werden im Index **Großunternehmen** mit mehr als 249 Beschäftigten, **mittlere Unternehmen** (50 bis 249 Beschäftigte) und **kleine Unternehmen** (weniger als 50 Beschäftigte) unterschieden.

Die Bundesländer wurden in die vier **Bundeslandgruppen Ost, Süd, West und Nord** eingeteilt. Die Bundeslandgruppe Ost besteht aus Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen. Die Südgruppe wird gebildet durch Baden-Württemberg und Bayern. Zur Bundeslandgruppe West zählen Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland. Entsprechend wird die Gruppe Nord gebildet mit Hilfe von Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein.

Die Abgrenzung der **Regionstypen** erfolgt nach Einwohnerdichte (Hünne Meyer/Kempermann, 2020). Als **Agglomeration** werden kreisfreie Städte verstanden, die entweder mehr als 500.000 Einwohnern zählen oder mindestens 100.000 Einwohner und gleichzeitig eine Einwohnerdichte von mindestens 775 Einwohner je km² aufweisen. **Kernstädte** umfassen jene kreisfreien Städte, die nicht die Kriterien einer Agglomeration erfüllen. Zu den ländlichen Räumen zählen Landkreise, die nach ihrer Einwohnerdichte gestaffelt werden. **Hochverdichtete ländliche Räume** haben eine Einwohnerdichte von mehr als 223 Einwohner je km², **verdichtete ländliche Räume** zwischen 139 und 223 Einwohner je km² und **geringverdichtete ländliche Räume** weniger als 139 Einwohner je km².

3 Ergebnisse der Indikatoren

Bevor die Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 dargestellt werden, werden zunächst die verwendeten Indikatoren näher betrachtet. Tabelle 3-1 fasst die Indikatoren, deren Gewicht in der jeweiligen Kategorie sowie die Gewichte der Kategorien im Digitalisierungsindex zusammen. Insgesamt fließen 37 Indikatoren in den Index ein. Die Bestimmung der Gewichte und mit welchem Wert der jeweilige Indikator in den Index eingeht, wird im Methodikpapier zum Digitalisierungsindex (Büchel et al., 2020a) ausführlich beschrieben. In der Regel wird für jeden Indikator und jede Differenzierungsebene der Deutschlandwert oder der Durchschnitt der jeweiligen Differenzierungsebene im Erhebungsjahr 2020 auf 100 normiert. Der Wert bspw. einer Branche gibt somit an, welchen Wert diese Branche im jeweiligen Indikator im Verhältnis zum Durchschnitt der zehn betrachteten Branchen einnimmt. Die angeführten Differenzierungsebenen werden in den jeweiligen Schwerpunktkapiteln in Abschnitt 4 ausführlich beschrieben und ihr Mehrwert für die Analyse des Stands der Digitalisierung beschrieben.

Die Konzentration auf die Indikatoren und deren Mehrwert für die Evaluation des Status quo der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland ermöglicht eine ausführliche Beschreibung des Digitalisierungsindex 2020. Dadurch können auch die verschiedenen Entwicklungen im Rahmen der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft identifiziert werden. Insbesondere werden so Entwicklungen offenbart, die bei einer aggregierten Betrachtung nicht ersichtlich wären. Zudem können so detailliert Stärken und Verbesserungsbedarfe für Branchen, Bundeslandgruppen, Unternehmensgrößen sowie Regionstypen identifiziert werden.

Entsprechend der Strukturierung des Index werden zunächst die unternehmensinternen Indikatoren untersucht (Abschnitt 3.1). Anschließend werden die unternehmensexternen Indikatoren analysiert (Abschnitt 3.2).

Tabelle 3-1: Subindizes, Kategorien, Gewichtung der Kategorien und Indikatoren des Digitalisierungsindex 2020

Ebene 1	Ebene 2	Ebene 3		Ebene 4
Digitalisierungsindex 2020	Subindex	Kategorien	Gewicht in Prozent	Indikatoren
	Unternehmen sintern Gewicht: 45,4 Prozent	Prozesse	11,0	<ul style="list-style-type: none"> • Digitaler Reifegrad Prozesse • Digitale Vernetzung
		Produkte	7,7	<ul style="list-style-type: none"> • Rein digitale Produkte • Produkte mit digitalen Komponenten
		Geschäftsmodelle	8,4	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Beschaffungskanäle • Digitale Absatzkanäle • Digitale Geschäftsmodelle
		Qualifizierung	11,6	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterbildung IT-Fachkräfte • Weiterbildung IT-Anwendende • Beschäftigung in Digitalisierungsberufen
		Forschungs- und Innovationsaktivitäten	6,7	<ul style="list-style-type: none"> • FuE-Ausgaben Unternehmen • FuE-Personal Unternehmen • Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen
	Unternehmen sextern Gewicht: 54,6 Prozent	Technische Infrastruktur	14,0	<ul style="list-style-type: none"> • Breitbandverfügbarkeit Haushalte • Breitbandverfügbarkeit Gewerbe • Festnetz- und Internetpreis • Mobilfunkpreis
		Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen	11,4	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung Rechtlicher Rahmen • Öffentliche Onlinedienste • Öffentliche Onlineformulare
		Gesellschaft	11,2	<ul style="list-style-type: none"> • Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug • Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug • Mobile Internetnutzung • Datenvolumen mobil • Datenvolumen kabelgebunden • Nutzung Soziale Medien • Nutzung E-Commerce
		Humankapital	9,7	<ul style="list-style-type: none"> • Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen • IT-Absolventen • Auszubildende in Digitalisierungsberufen
		Innovationslandschaft	8,3	<ul style="list-style-type: none"> • Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug • FuE-/Innovations-Kooperationen • Digitale Start-ups • FuE-Ausgaben Bund und Länder • Digitalisierungsaffine Patente Natürliche Personen • FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen • Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen

Quelle: Eigene Darstellung; vgl. Büchel et al., 2020a

3.1 Unternehmensintern

Die Begründung der Auswahl der Kategorien und deren Bedeutung im unternehmensinternen Subindex des Digitalisierungsindex 2020 wurde bereits in Abschnitt 2 erläutert. Bei einer unternehmensinternen Betrachtung der Entwicklungen im Rahmen der digitalen Transformation kommt es zur Problematik, dass viele dieser Informationen in bestehenden Datenquellen nicht oder nicht repräsentativ für die Gesamtheit der Unternehmen am Standort Deutschland vorliegen. Deshalb wurde für

den Digitalisierungsindex 2020 eine exklusive Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels (siehe Anhang A.2) durchgeführt. Mithilfe dieser Befragung werden die Kategorien *Prozesse*, *Produkte* und *Geschäftsmodelle* abgedeckt, die insbesondere auf Unternehmensebene von Bedeutung sind und in denen entsprechend die Unternehmen den besten Einblick in den Stand der Digitalisierung haben. Die Entwicklungen in den Bereichen *Qualifizierung* sowie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* können über öffentliche Daten beispielsweise des Stifterverbands (SV) oder der Bundesagentur für Arbeit (BA) nachvollzogen werden.

3.1.1 Prozesse

Tabelle 3-2: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten² in der Kategorie Prozesse in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Prozesse	Digitale Vernetzung	Digitaler Reifegrad Prozesse
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Prozent)	(Prozent)
Deutschland		
	100 (13,0)	100 (22,7)
Branchen		
Grundstoffe, Chemie und Pharma	117,1 (15,3)	130,2 (29,6)
Elektrotechnik und Maschinenbau	122,5 (16,0)	121,8 (27,7)
Fahrzeugbau	104,1 (13,6)	143,7 (32,7)
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	68,8 (9,0)	83,5 (19,0)
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	52,6 (6,9)	67,2 (15,3)
Informations- und Kommunikationstechnologie	236,6 (30,8)	185,3 (42,1)
Handel	121,0 (15,8)	98,0 (22,3)
Verkehr und Logistik	102,1 (13,3)	133,0 (30,2)
Tourismus	70,8 (9,2)	87,5 (19,9)
Unternehmensnahe Dienstleister	124,0 (16,2)	125,5 (28,5)
Unternehmensgrößenklassen		
1 - 49 Beschäftigte	96,7 (12,6)	96,3 (21,9)
50 - 249 Beschäftigte	156,1 (20,3)	160,9 (36,6)
250 und mehr Beschäftigte	193,2 (25,2)	207,4 (47,1)

² Der Begriff Basisdaten bezieht sich in diesem Bericht auf die Ausgangswerte der verwendeten Indikatoren

Kategorie: Prozesse	Digitale Vernetzung	Digitaler Reifegrad Prozesse
Bundeslandgruppen		
Süd (BW, BY)	88,8 (11,6)	98,2 (22,3)
West (HE, NW, RP, SL)	111,6 (14,5)	98,8 (22,5)
Nord (HB, HH, NI, SH)	94,2 (12,3)	88,2 (20,0)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	102,6 (13,4)	111,1 (25,3)
Regionstypen		
Agglomeration	105,2 (14,2)	92,7 (21,7)
Kernstädte	141,5 (19,1)	103,4 (24,2)
Hochverdichtete ländliche Räume	103,7 (14,0)	112,8 (26,4)
Verdichtete ländliche Räume	105,2 (14,2)	99,1 (23,2)
Geringverdichtete ländliche Räume	80,0 (10,8)	99,6 (23,3)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a).

Quelle: Eigene Berechnung

Digitalisierung erlaubt eine nie geahnte Prozesstransparenz (Demary et al., 2016) bis hin zur Etablierung eines digitalen Zwillinges (Fritsch et al., 2018). Zudem kann nur mittels der Orchestrierung der Prozesse über Unternehmensgrenzen hinweg das Potenzial der Industrie 4.0 zur vollen Entfaltung kommen (Demary et al., 2016). Zu einer solchen Vernetzung müssen in einem ersten Schritt die Prozesse innerhalb eines Unternehmens digitalisiert werden (ebenda). Ist dies erfolgt, kann auch die Vernetzung mit anderen Unternehmen – wie beispielsweise mit Zulieferern und Abnehmern – erfolgen. Der Digitalisierungsindex trägt diesem Sachverhalt Rechnung und bestimmt den Grad der Digitalisierung der internen Prozesse (Abschnitt 3.1.1.2) und den Grad der digitalen Vernetzung (Abschnitt 3.1.1.1) der Unternehmen am Standort Deutschland. Tabelle 3-2 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Prozesse* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

3.1.1.1 Digitale Vernetzung

Das Konzept der Industrie 4.0 hat eine besondere Bedeutung für die deutsche Wirtschaft, in der die Industrie eine tragende Rolle einnimmt (Demary et al., 2016; BMWi, 2019). Damit die Potenziale von Industrie 4.0 im Besonderen und die der Digitalisierung als Ganzes voll ausgenutzt werden können, sollte die Vernetzung mittels digitaler Anwendungen über Unternehmensgrenzen hinweg erfolgen. Vor diesem Hintergrund wird die Vernetzung der Unternehmen als Indikator in die unternehmensinterne Kategorie *Prozesse* aufgenommen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Zur Bestimmung des Vernetzungsgrades der Unternehmen kommt ein Stufenmodell zur Anwendung, das auf den Fragen der oben angesprochenen, exklusiven Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels für den Digitalisierungsindex 2020 (vgl. Anhang A.2) aufbaut. In der Befragung geht es um das Ausmaß der Verbindung einzelner Prozesse in digitalen Gesamtsystemen. Dies ist nicht auf unternehmensinterne Prozesse beschränkt, sondern kann sich auch auf Kunden, Lieferanten und andere Akteure in der Wertschöpfungskette erstrecken. Es werden fünf Vernetzungsgrade unterschieden, in denen die Unternehmen auf Basis ihrer Antworten eingeordnet werden:

- **Kaum vernetzt:** Diese Unternehmen haben weder intern noch extern ihre Objekte (Ressourcen, Betriebsmittel, Prozesse) vernetzt. Diese Unternehmen gehören im Regelfall der Reifegradstufe 0 „kaum vernetzt“ an.
- **Intern vernetzt:** Diese Unternehmen haben zumindest die Reifegradstufe 1 erreicht und vernetzen Objekte im Unternehmen.
- **Extern mit Partnern vernetzt:** Diese Unternehmen unterstützen ihre Lieferanten- und Kundenbeziehung über digitale Schnittstellen in den Informationssystemen oder mit digitalen Werkzeugen (wie Apps). Der Informationsaustausch und die Prozessorganisation erfolgen digital. Diese Unternehmen erreichen die Reifegradstufe 2.
- **Extern mit dem Markt vernetzt:** Diese Unternehmen sind mit Lieferanten, Kunden und anderen Akteuren über Plattformen vernetzt. Diese Plattformen übernehmen Gatekeeper-Funktionen. Die Vernetzung ist digital-automatisiert organisiert. Die Unternehmen agieren nicht nur mit einem Partner, sondern aktiv und wechselseitig mit dem gesamten Markt. Diese Unternehmen erreichen die Reifegradstufe 3.
- **Orchestriert:** Das sind Unternehmen, die selbst als Plattform oder Gatekeeper fungieren. Ein Beispiel dafür wäre *Booking.com*, die als zentrale Plattform zumindest potenziell den gesamten Hotel- und Reisemarkt organisieren könnte. Die Orchestrierer sind eine zahlenmäßig sehr kleine Gruppe. Es war von Anfang an nicht zu erwarten, dass diese Unternehmen in der Befragungsstichprobe identifiziert werden können. Das hat sich so bewahrheitet. Gegebenenfalls wären diese Unternehmen der Reifegradstufe 4 zugeordnet worden.

Für den Digitalisierungsindex wird der Anteil der Unternehmen ab Vernetzungsstufe 2 (= auch extern vernetzt) verwendet. Damit wird der Anteil der Unternehmen bestimmt, der seine Prozesse mit externen Partnern vernetzt. Eine solche externe Vernetzung setzt eine interne Vernetzung voraus. Tabelle 3-2 fasst die Anteile der extern vernetzten Unternehmen und die Werte für den Digitalisierungsindex, welche sich am Durchschnitt der jeweiligen Differenzierungsebene orientieren, zusammen.

Auf Deutschlandebene sind lediglich 13 Prozent der befragten Unternehmen extern vernetzt (Tabelle 3-2). Entsprechend besteht im Bereich der digitalen Vernetzung über Unternehmensgrenzen hinweg noch Ausbaupotenzial. Die für die folgenden Jahre vorgesehenen Befragungen werden offenbaren, ob dieses auch genutzt wird.

Bezüglich der Branchen wird die starke Vernetzung der Informations- und Kommunikationstechnologie deutlich. Nahezu 31 Prozent der befragten Unternehmen in dieser Branche sind extern digital vernetzt. Mit jeweils rund 16 Prozent folgen die Unternehmensnahen Dienstleistungen, der Handel sowie Elektrotechnik und Maschinenbau. Den geringsten Anteil an externer Vernetzung weist das Sonstige Produzierende Gewerbe mit rund sieben Prozent auf.

Bei den Unternehmensgrößenklassen steigt die externe Vernetzung mit der Größe des Unternehmens kontinuierlich an. Die Unternehmen mit 1-49 Beschäftigten weisen einen Anteil von rund 13 Prozent auf, während der Anteil bei den Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten mehr als 25 Prozent beträgt. Begründungen für diesen Sachverhalt können sein, dass große Unternehmen mehr

Geschäftskontakte aufweisen und damit einerseits das Potenzial einer Vernetzung und andererseits die Wahrscheinlichkeit einer digitalen Vernetzung höher sind. Zudem sind die finanziellen Mittel in kleinen Unternehmen eventuell knapper.

Unter den Bundeslandgruppen weist die Gruppe West mit 14,5 Prozent einen überdurchschnittlichen Anteil von externer Vernetzung auf, während der Osten ungefähr auf dem Niveau des Durchschnitts rangiert. Entsprechend unterdurchschnittlich schneiden die Bundeslandgruppen Nord und Süd ab.

Bei den Regionstypen weisen lediglich die Kernstädte und die geringverdichteten ländlichen Räume Besonderheiten auf, während der Wert für die anderen Regionstypen mit circa 14 Prozent nah am Durchschnitt der Regionstypen liegt. Die Kernstädte weisen mit mehr als 19 Prozent einen überdurchschnittlichen und die geringverdichteten Regionen mit fast 11 Prozent einen unterdurchschnittlichen Wert aus.

3.1.1.2 Digitalisierung der internen Prozesse

Bevor ein Unternehmen sich extern vernetzen kann, müssen die technischen Voraussetzungen im eigenen Unternehmen geschaffen werden (Demary et al., 2016). Entsprechend müssen zunächst die Prozesse im Unternehmen ausreichend digitalisiert werden. Um diesen wichtigen Entwicklungsschritt der digitalen Transformation abzubilden, wird ein Indikator in die unternehmensinterne Kategorie *Prozesse* integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Die Daten des Reifegradindikators der internen Prozesse werden analog zu dem Grad der digitalen Vernetzung (Abschnitt 3.1.1.1) anhand der Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanel für den Digitalisierungsindex 2020 (Anhang A.2) ermittelt. Die Zuordnung erfolgt auf Basis eines Reifegradmodells, das auf dem acatech-Industrie 4.0 Maturity-Modell basiert (Schuh et al., 2017). Es sind insgesamt 15 Fragen mit entsprechenden Unterkategorien eingeflossen.

Bei der Befragung geht es um die datenbasierte Darstellung der Realität zur Organisation und die Steuerung von betrieblichen Prozessen. Die Unternehmen werden einem Reifegrad aufsteigend von „kaum digital“, „schwach digital“ bis „stark digital“ zugeordnet. Diese Klassifizierung hängt ab von der Verfügbarkeit von Daten, dem Ausmaß digitaler Informationen zur Unterstützung und Verknüpfung von Prozessen sowie den Fähigkeiten zur datenbasierten Modellierung von Prozessen, von der Verwendung fortgeschrittener Analyse- und Prognoseverfahren bis zum Einsatz KI-basierter autonom agierender Systeme. Die verwendeten Reifegrade sind:

- **Kaum digitalisiert (Stufe 0):** Fast alle Unternehmen arbeiten mit Daten, aber der Informationsaustausch ist „analog/manuell“ und die Daten werden weit überwiegend manuell erhoben. Durch diese fehlenden Grundlagen können fortgeschrittene Verfahren der Prozessdigitalisierung nicht genutzt werden. Die Digitalisierung der Prozesse findet nur isoliert und inselartig statt.
- **Computerisiert (Stufe 1):** Diese Unternehmen verfügen über digitale Bestandsdaten und einen Grundstock von digitalen Prozessdaten. Sie stellen einem Großteil ihrer Mitarbeiter die relevanten Informationen passgenau digital zur Verfügung. Der Informationsaustausch und die Erfassung von Arbeitsabläufen sind weitgehend noch analog und überwiegend nicht medienbruchfrei.
- **Konnektivität (Stufe 2):** Zusätzlich zu den Anforderungen der Stufe 1 sind hier die Prozesse stärker digital und medienbruchfrei organisiert. Das ist eine Voraussetzung für IT-Durchgängigkeit und verknüpfte Systeme, die diesen Reifegrad prägen.

- **Sichtbarkeit (Stufe 3):** Diese Unternehmen verfügen grundsätzlich über die Fähigkeit der Modellierung integrierter Prozessmodelle ihres Unternehmens. Das ist die Eingangsstufe der Reifegradgruppe „stark digitalisiert“.
- **Verständnis (Stufe 4):** Diese Unternehmen können mit Hilfe fortgeschrittener Analyseverfahren die Ursachen für bestimmte Prozessergebnisse identifizieren und darauf reagieren. Oft laufen diese Analysen automatisiert in Echtzeit.
- **Prognose (Stufe 5):** Die nächste Stufe bedeutet, dass Unternehmen daten- und modellgestützt Entwicklungen in Unternehmensabläufen und am Markt vorhersagen und damit die Anpassungsprozesse früher und zielgenauer starten können.
- **Entscheidung (Stufe 6):** In der Endstufe des digitalen Reifegradmodells arbeiten die Unternehmen mit KI-basierten, autonom entscheidenden Systemen.

Die digitalisierten Unternehmen werden innerhalb ihrer Reifegradgruppe (schwach oder stark) nochmals nach dem Grad ihrer Prozessdigitalisierung in insgesamt sechs Reifegradstufen eingeteilt. Die Gruppe „schwach digital“ wird in zwei und die Gruppe „stark digital“ in vier Stufen eingeteilt.

In den Digitalisierungsindex wird der Anteil an Unternehmen als Indikator aufgenommen, welche die digitale Prozess-Reifegradstufen 3, 4, 5 oder 6 (=stark digital) aufweisen. Tabelle 3-2 fasst den Anteil auf der jeweiligen Digitalisierungsstufe zusammen. Es wird deutlich, dass die interne Digitalisierung der Prozesse bereits weiter fortgeschritten ist als die externe Vernetzung (vgl. Abschnitt 3.1.1.1), da nahezu 23 Prozent aller Unternehmen am Standort Deutschland Prozesse aufweisen, die eine Einteilung in die Gruppe stark digitalisiert erlauben. Analog zu der externen Vernetzung besteht jedoch auch bei der internen Digitalisierung der Prozesse Ausbaupotenzial, dessen etwaige Ausnutzung weitere Ausgaben des Digitalisierungsindex offenbaren werden.

Bei den Branchen dominiert mit einem Anteil von rund 42 Prozent die Informations- und Kommunikationstechnologie. Der Fahrzeugbau mit nahezu 33 Prozent und Verkehr und Logistik mit mehr als 30 Prozent sind die Branchengruppen mit den zweit- und dritthöchsten Anteilen. Die niedrigsten Werte weist das Sonstige Produzierende Gewerbe mit 15 Prozent auf.

Analog zur digitalen Vernetzung (vgl. Abschnitt 3.1.1.1) steigt der Grad der Digitalisierung der internen Prozesse kontinuierlich mit der Größe des Unternehmens. Rund 22 Prozent der Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten weisen eine stark digitale Prozess-Reifegradstufe auf. Der Anteil bei den großen Unternehmen beträgt circa 47 Prozent. Die bessere Ressourcenausstattung und die größeren Potenziale einer internen Digitalisierung der Prozesse bei größeren Unternehmen stellen mögliche Begründungen dar.

Bezogen auf Bundeslandgruppen und Regionstypen wird deutlich, dass sich die Werte innerhalb der Differenzierungsebenen kaum unterscheiden. Bei den Bundeslandgruppen variiert der Anteil an Unternehmen, die einer stark digitalisierten Prozess-Reifegradstufe zuzuordnen sind, zwischen 20 Prozent bei der Bundeslandgruppe Nord und mehr als 25 Prozent in der Bundeslandgruppe Ost. Bei den Regionstypen variieren die Werte zwischen nahezu 22 Prozent bei den Agglomerationsräumen und mehr als 26 Prozent bei den hochverdichteten ländlichen Räumen. Entsprechend liegen die Werte in beiden Differenzierungsebenen nah am Durchschnitt.

3.1.2 Produkte

Mit dem Voranschreiten der digitalen Transformation gewinnen digitale Produkte und Produkte mit digitalen Komponenten zunehmend auch an Bedeutung für die Unternehmen. Um den Status quo der Digitalisierung bei den Produkten und die Entwicklung in den folgenden Jahren ermitteln zu können, werden zwei Indikatoren in den Digitalisierungsindex 2020 in die unternehmensinterne Kategorie *Produkte* integriert, die die Bedeutung von digitalen Produkten und Produkten mit digitalem Anteil aufzeigen.

Dies geschieht über einen Indikator, der rein digitale Produkte thematisiert und einen weiteren Indikator, der sich mit Produkten beschäftigt, die eine digitale Komponente aufweisen. Tabelle 3-3 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Produkte* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen. Die Werte für beide Indikatoren der Kategorie liegen jeweils auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Tabelle 3-3: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Produkte in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Produkte	Rein digitale Produkte	Produkte mit digitalen Komponenten
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Prozent)	(Prozent)
Deutschland		
	100 (12,7)	100 (7,4)
Branchen		
Grundstoffe, Chemie und Pharma	49,0 (6,2)	23,3 (1,7)
Elektrotechnik und Maschinenbau	67,4 (8,6)	155,5 (11,4)
Fahrzeugbau	80,8 (10,3)	96,1 (7,1)
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	42,9 (5,5)	48,6 (3,6)
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	62,6 (8,0)	58,5 (4,3)
Informations- und Kommunikationstechnologie	417,2 (53,1)	229,4 (16,9)
Handel	62,7 (8,0)	64,3 (4,7)
Verkehr und Logistik	91,0 (11,6)	104,8 (7,7)
Tourismus	109,6 (13,9)	86,1 (6,3)
Unternehmensnahe Dienstleister	162,5 (20,7)	226,3 (16,7)

Kategorie: Produkte	Rein digitale Produkte	Produkte mit digitalen Komponenten
Unternehmensgrößenklassen		
1 – 49 Beschäftigte	100,7 (12,8)	100,0 (7,4)
50 – 249 Beschäftigte	88,9 (11,3)	103,5 (7,6)
250 und mehr Beschäftigte	73,7 (9,4)	81,7 (6,0)
Bundeslandgruppen		
Süd (BW, BY)	115,9 (14,7)	91,7 (6,7)
West (HE, NW, RP, SL)	88,7 (11,3)	91,1 (6,7)
Nord (HB, HH, NI, SH)	93,3 (11,8)	106,9 (7,9)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	100,2 (12,7)	115,8 (8,5)
Regionstypen		
Agglomeration	121,6 (15,8)	140,1 (10,6)
Kernstädte	53,7 (7,0)	149,7 (11,3)
Hochverdichtete ländliche Räume	92,5 (12,0)	85,3 (6,5)
Verdichtete ländliche Räume	80,0 (10,4)	87,3 (6,6)
Geringverdichtete ländliche Räume	97,1 (12,6)	66,8 (5,1)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a).

Quelle: Eigene Berechnung

Die Daten für die beiden Indikatoren werden analog zur Kategorie *Prozesse* (Abschnitt 3.1.1) über die oben erwähnte Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels (Anhang A.2) erhoben. Die Bedeutung der rein digitalen Produkte wird gemessen durch den Umsatzanteil, den diese Produkte aufweisen. Dieser Anteil am Gesamtumsatz wurde bei der Unternehmensbefragung erfragt. Entsprechend geben die Werte des Indikators in Tabelle 3-3 an, wie hoch der durchschnittliche Umsatzanteil rein digitaler Produkte bei den Unternehmen ist.

In einer weiteren Frage wurde auch die Bedeutung teildigitalisierter Produkte erfragt. Die Antworten auf diese Frage wurden für den Indikator *Produkte mit digitalen Komponenten* herangezogen. Konkret wurde erfragt, wie hoch der Umsatzanteil von Produkten mit digitaler Komponente ist. Zusätzlich wurde erfragt, wie hoch der Umsatzausfall bei diesen Produkten hypothetisch wäre, wenn die digitale Komponente fehlen würde. Beide Angaben werden multipliziert und als Indikator herangezogen. Die Werte in Tabelle 3-3 geben somit an, wie hoch der Umsatzanteil von teildigitalisierten Produkten gewichtet an der tatsächlichen Bedeutung der Digitalkomponente ist. Ohne eine entsprechende Gewichtung könnte beispielsweise ein Vergleich zwischen einer Branche mit hohem und einer mit moderatem Umsatzanteil von teildigitalisierten Produkten verzerrt sein, wenn bei ersterer Branche nur

eine sehr geringe Bedeutung der Digitalkomponente vorliegt, jedoch bei letzterer Branche ein Wegfall der Digitalkomponente den Umsatz hypothetisch um 90 Prozent verringern würde. Eine alternative Interpretation ist, dass der Indikator den zusätzlichen Umsatz durch die Teildigitalisierung von Produkten angibt.

Der Umsatzanteil rein digitaler Produkte ist mit rund 53 Prozent bei der IKT-Branche am höchsten. Auch bei der Bedeutung von Produkten mit digitalen Komponenten liegt diese Branche mit 17 Prozent vorn. Bei beiden Indikatoren nehmen die unternehmensnahen Dienstleister mit fast 21 beziehungsweise 17 Prozent den zweiten Platz ein. Entsprechend sind digitale Produkte und teildigitalisierte Produkte die wesentlichen Umsatztreiber der IKT-Branche (Anteil größer als 50 Prozent). Bei allen anderen Branchen beziehungsweise Branchengruppen ist dies nicht der Fall, das heißt, der Umsatzanteil rein digitaler Produkte und der durch Digitalisierung begründete Mehrumsatz bei teildigitalen Produkten liegt unter 50 Prozent. Es ist davon auszugehen, dass hier eine deutlich stärkere Digitalisierung der Produkte unwahrscheinlich ist, da beispielsweise bei der Branchengruppe Grundstoffe, Chemie und Pharma die Leistungserbringung nicht vollständig digital erfolgen kann. Dies wird auch an den niedrigen Werten dieser Branchengruppe in beiden Indikatoren deutlich. Beim Umsatzanteil rein digitaler Produkte beträgt der Wert rund sechs Prozent. Dieser Wert ist unwesentlich höher als der Wert des Sonstigen Verarbeitenden Gewerbes mit 5,5 Prozent, der Branchengruppe mit dem niedrigsten Indikatorwert. Bei den Produkten mit digitalen Komponenten weisen diese beiden Branchengruppen ebenfalls die niedrigsten Werte auf. Jedoch sind die fast vier Prozent des Sonstigen Verarbeitenden Gewerbes nahezu doppelt so hoch wie die kaum zwei Prozent bei der Gruppe Grundstoffe, Chemie und Pharma. Das liegt einerseits daran, dass der Umsatzanteil von teildigitalisierten Produkten in der Branchengruppe Grundstoffe, Chemie und Pharma mit 7,5 Prozent im Branchenvergleich am niedrigsten ausfällt. Andererseits ist auch die Bedeutung der Digitalkomponenten in den teildigitalisierten Produkten im Vergleich zu den anderen Branchen am geringsten. Der hypothetische Umsatzrückgang ohne die Digitalkomponente läge bei gerade einmal 23 Prozent – im Durchschnitt der zehn Branchengruppen sind es fast 38 Prozent.

Bei den Unternehmensgrößenklassen wird deutlich, dass die Verteilung gegenläufig zu der bei den *Prozessen* (Abschnitt 3.1.1) ist, denn die Bedeutung rein digitaler Produkte sinkt bei steigender Unternehmensgröße. So haben die Unternehmen mit 1 bis 49 Beschäftigten einen Anteil von fast 13 Prozent, während große Unternehmen lediglich einen Wert von rund neun Prozent aufweisen. Bei den Produkten mit digitalen Komponenten weisen die großen Unternehmen mit einem gewichteten Umsatzanteil von sechs Prozent ebenfalls den niedrigsten Wert auf. Mit fast acht Prozent haben jedoch Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten den höchsten Wert; knapp vor den kleinen Unternehmen mit etwas mehr als sieben Prozent.

Die Unterschiede bei den Bundeslandgruppen sind gering. Bei den rein digitalen Produkten weist die Bundeslandgruppe Süd mit fast 15 Prozent den höchsten Wert auf. Die Werte der anderen Bundeslandgruppen variieren zwischen rund 11 Prozent (West) und 13 Prozent (Ost). Bei den Produkten mit digitalen Komponenten weisen die Bundeslandgruppen Süd und West mit weniger als sieben Prozent den niedrigsten Wert auf. Der Osten weist mit 8,5 Prozent den höchsten Wert vor der Bundeslandgruppe Nord mit rund 8 Prozent auf.

Im Vergleich zur Betrachtung der Bundeslandgruppen sind die Unterschiede zwischen den Regionstypen ausgeprägter. Bei den digitalen Produkten weisen die Agglomerationsräume mit fast 16 Prozent die höchste Bedeutung rein digitaler Produkte auf. Mit sieben Prozent ist die Bedeutung in den Kernstädten am geringsten. Dieser Befund scheint auf die Konzentration digitaler Start-ups auf im Regionstyp Agglomerationen zurückzugehen. Digitale Start-ups treten in den Markt direkt mit digitalen Produkten ein.

Insgesamt dominiert bezüglich der Kernstädte der Effekt, dass Anbieter „traditioneller“ Dienstleistungen sowie Industrieunternehmen von kurzen Wegen in gewachsenen Netzwerken profitieren. Entsprechend bieten diese etablierten Unternehmen zu einem großen Teil nicht digitale Produkte und Dienstleistungen an. Dennoch stellen sich diese Unternehmen bereits der digitalen Transformation, was am hohen Wert des Indikators Produkte mit digitalen Komponenten deutlich wird (siehe oben). Dieser deutet darauf hin, dass die bestehende Angebotspalette mit digitalen Komponenten aufgewertet wird. In den ländlichen Räumen liegt die Bedeutung von rein digitalen Produkten zwischen 10 und 13 Prozent. Demnach haben digitale Produkte insbesondere auch für Unternehmen im ländlichen Raum eine hohe Bedeutung. Die Entwicklung in diesem Bereich lässt auch Rückschlüsse auf den Fortgang der digitalen Transformation zu, welche in den folgenden Untersuchungen im Digitalisierungsindex thematisiert werden.

Bei den Produkten mit digitalen Komponenten weisen die ländlichen Räume mit circa 5 bis 7 Prozent die niedrigsten Werte auf. Die Kernstädte weisen mit mehr als 11 Prozent den höchsten Wert vor den Agglomerationsräumen mit fast 11 Prozent auf.

3.1.3 Geschäftsmodelle

Der alleinige Fokus auf Produkte unterschätzt möglicherweise die Bedeutung der Digitalisierung für die Unternehmen. Aus diesem Grund wird ebenfalls die Rolle der Digitalisierung für die Geschäftsmodelle der Unternehmen untersucht. Bei der Leistungserstellung eines Unternehmens kann Digitalisierung bei der Beschaffung, dem Absatz sowie bei der Erstellung von Waren und Dienstleistungen zum Einsatz kommen. Zur Abdeckung werden drei Indikatoren in den Digitalisierungsindex 2020 aufgenommen. Digitale Absatz- und Beschaffungskanäle werden in Abschnitt 3.1.3.1 thematisiert. Digitale Geschäftsmodelle werden in Abschnitt 3.1.3.2 näher beleuchtet. Tabelle 3-4 fasst die normierten Indikatorwerte der Kategorie *Geschäftsmodelle* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-4: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Geschäftsmodelle in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Geschäftsmodelle	Digitale Absatzkanäle	Digitale Beschaffungskanäle	Digitale Geschäftsmodelle
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Prozent)	(Prozent)	(Prozent)
Deutschland			
	100 (24,6)	100 (29,7)	100 (21,1)
Branchen			
Grundstoffe, Chemie und Pharma	70,6 (17,3)	66,6 (19,8)	51,7 (10,9)
Elektrotechnik und Maschinenbau	77,4 (19,0)	85,0 (25,2)	88,0 (18,6)
Fahrzeugbau	113,2 (27,8)	139,1 (41,3)	85,0 (18,0)
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	86,1 (21,2)	79,1 (23,5)	65,8 (13,9)
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	75,1 (18,4)	75,1 (22,3)	53,9 (11,4)

Kategorie: Geschäftsmodelle	Digitale Absatzkanäle	Digitale Beschaffungskanäle	Digitale Geschäftsmodelle
Informations- und Kommunikationstechnologie	125,1 (30,7)	180,2 (53,5)	232,6 (49,1)
Handel	100,9 (24,8)	96,7 (28,7)	94,2 (19,9)
Verkehr und Logistik	112,7 (27,7)	120,9 (35,9)	106,4 (22,5)
Tourismus	128,4 (31,5)	108,4 (32,2)	114,1 (24,1)
Unternehmensnahe Dienstleister	113,6 (27,9)	123,5 (36,6)	147,6 (31,2)
Unternehmensgrößenklassen			
1 – 49 Beschäftigte	98,7 (24,2)	100,0 (29,7)	98,8 (20,9)
50 – 249 Beschäftigte	119,9 (29,4)	95,3 (28,3)	122,7 (25,9)
250 und mehr Beschäftigte	159,3 (39,1)	125,6 (37,3)	127,3 (26,9)
Bundeslandgruppen			
Süd (BW, BY)	94,5 (23,2)	89,8 (26,6)	102,5 (21,6)
West (HE, NW, RP, SL)	106,8 (26,2)	104,1 (30,9)	100,6 (21,2)
Nord (HB, HH, NI, SH)	107,8 (26,5)	104,0 (30,85)	102,8 (21,7)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	92,8 (22,8)	103,7 (30,76)	94,6 (20,0)
Regionstypen			
Agglomeration	109,2 (27,2)	110,1 (33,0)	103,5 (21,7)
Kernstädte	97,8 (24,4)	64,6 (19,3)	164,8 (34,5)
Hochverdichtete ländliche Räume	98,9 (24,6)	102,5 (30,7)	99,6 (20,9)
Verdichtete ländliche Räume	99,8 (24,9)	93,6 (28,0)	89,6 (18,8)
Geringverdichtete ländliche Räume	89,5 (22,3)	92,6 (27,7)	91,9 (19,3)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a).

Quelle: Eigene Berechnung

3.1.3.1 Digitale Absatz- und Beschaffungskanäle

Die Digitalisierung kann sich über die Nutzung von digitalen Anwendungen bei Beschaffung und Vertrieb positiv auf die Geschäftsmodelle von Unternehmen auswirken. So können beispielsweise Unternehmen – gerade in der Corona-Pandemie – von digitalen Vertriebswegen profitieren (Demary, 2020) und ihr Geschäftsmodell an die digitale Transformation anpassen und somit wettbewerbsfähig

bleiben. Auch über den erhöhten Wettbewerb und eine verbesserte Transparenz auf der Beschaffungsseite können Unternehmen von digitalen Anwendungen profitieren. Vor diesem Hintergrund werden zwei Indikatoren in die unternehmensinterne Kategorie *Geschäftsmodelle* integriert, die die Bedeutung von Digitalisierung bei Beschaffung und Absatz erfragen. Die Indikatoren liegen jeweils auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Analog zu den *Prozessen* (Abschnitt 3.1.1) werden Daten aus der exklusiven Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels (Anhang A.2) herangezogen. In der Befragung wurde ermittelt, welche Rolle folgende Kanäle bei der Beschaffung und dem Absatz haben:

- Electronic Data Interchanges (EDI);
- Eigene E-Commerce-Kanäle (ohne EDI);
- Online-Marktplätze Dritter.

Konkret wurde der Anteil des jeweiligen Kanals am gesamten Absatz- bzw. Beschaffungsvolumen erfragt. Für die beiden Indikatoren werden die jeweiligen Anteile der drei aufgeführten Kanäle addiert und in den Index aufgenommen. Die Indikatoren geben jeweils an, welcher Anteil der Beschaffung und des Absatzes über die genannten digitalen Kanäle erfolgen.

Hier ist noch eine konzeptionelle Anmerkung notwendig: Die Nutzung digitaler Kanäle hat nur einen mittelbaren Bezug zu dem digitalen Reifegrad der Prozesse. Bereits „schwach digitale“ Unternehmen nutzen diese Möglichkeiten, weil tiefgehende Vernetzungen mit Lieferanten oft nicht nötig sind. Ein Hotel beispielsweise kann seine Kunden vollständig über eine Buchungsplattform akquirieren, ohne selbst mit ihnen vernetzt zu sein. Auch ein kaum digitales Unternehmen kann Webshops bei der Beschaffung nutzen. Dazu sind lediglich ein Computer- und eine Internetverbindung notwendig. Die Nutzung digitaler Absatz- und Beschaffungskanäle offenbart dennoch, dass die Unternehmen bereits beginnen, die Potenziale der Digitalisierung zu heben, auch wenn die internen Prozesse noch kaum digitalisiert sind.

Werden die Verkaufskanäle auf Deutschlandebene untersucht, kann festgehalten werden:

- Fast ein Viertel des Absatzes läuft bei den Unternehmen über digitale Kanäle.
- EDI, eigene E-Commerce-Kanäle und Online-Marktplätze Dritter sind fast gleichwertig vertreten und weichen lediglich um maximal einen Prozentpunkt voneinander ab.
- Mit nahezu 9 Prozent entfällt auf Online-Marktplätze Dritter der größte Anteil.

Bei den Branchen liegen fünf Branchen oberhalb des Durchschnitts und vier unterhalb des Durchschnitts. Die Handelsbranche liegt mit nahezu 25 Prozent nah am bundesdeutschen Durchschnitt von 24,6 Prozent. Die Branchen, die eher unterdurchschnittlich über digitale Kanäle verkaufen sind Grundstoffe, Chemie und Pharma, Elektrotechnik und Maschinenbau sowie das Sonstige Verarbeitende und Produzierende Gewerbe.

Bei den Unternehmensgrößenklassen steigt der Absatz über digitale Kanäle kontinuierlich mit der Unternehmensgröße. Die Unternehmen bis einschließlich 49 Beschäftigten haben mit circa 24 Prozent den geringsten Wert. Die großen Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten weisen einen Anteil von rund 39 Prozent auf.

Bei den Bundeslandgruppen erreichen die Bundeslandgruppen Nord mit 26,5 Prozent und West mit circa 26 Prozent einen überdurchschnittlichen Wert. Die Bundeslandgruppen Ost und West liegen im Bereich von 23 Prozent und schneiden somit leicht schlechter als der Durchschnitt ab. Analog zu den Bundeslandgruppen sind die Unterschiede bei den Regionstypen nicht ausgeprägt. Die Absatzanteile

variieren zwischen etwas mehr als 22 Prozent bei den geringverdichteten ländlichen Räumen und etwas mehr als 27 Prozent bei den Agglomerationsräumen.

Bei der Betrachtung der digitalen Beschaffungskanäle auf Deutschlandebene fallen im Vergleich zu den Absatzkanälen zwei Aspekte auf:

- Die Bedeutung der digitalen Kanäle ist auf der Beschaffungsseite mit fast 30 Prozent höher als auf der Absatzseite (24,6 Prozent).
- Online-Marktplätze Dritter haben eine höhere Bedeutung. Mehr als 14 Prozent aller Beschaffungen oder fast die Hälfte aller digitalen Beschaffungen werden über diesen Kanal abgewickelt.

Den höchsten Beschaffungsanteil über digitale Kanäle weist mit 53,5 Prozent die IKT-Branche auf. Mit mehr als 41 Prozent erreicht der Fahrzeugbau ebenfalls einen sehr hohen Anteil. Den geringsten Wert hat die Branche Grundstoffe, Chemie und Pharma mit rund 20 Prozent.

Bei den Unternehmensgrößenklassen weisen die großen Unternehmen mit mehr als 37 Prozent den höchsten Beschaffungsanteil auf. Die beiden anderen Größenklassen liegen nah am bundesdeutschen Durchschnitt von circa 30 Prozent.

Bei den Bundeslandgruppen liegen alle bis auf die Bundeslandgruppe Süd bei einem Wert von circa 31 Prozent. Die südlichen Bundesländer weichen jedoch mit weniger als 27 Prozent nach unten ab. Bei den Regionstypen sind die Unterschiede mit Ausnahme eines Ausreißers nach unten ebenfalls kaum ausgeprägt. Die Kernstädte liegen bei circa 19 Prozent und die anderen Regionstypen nahe 30 Prozent.

3.1.3.2 Digitale Geschäftsmodelle

Im Zuge von digitalen Geschäftsmodellen stellen Unternehmen ihren Kundinnen und Kunden auf digitalem Weg und mit Hilfe digitalisierter Prozesse (datenbasierte) Produkte und Dienstleistungen gegen Entgelt bereit: Die Kernleistungs- und die Kundenprozesse selbst sind stark digitalisiert und die Kundinnen und Kunden sind über Prozessdaten einbezogen. Mit fortschreitender Digitalisierung sollte auch die Bedeutung digitaler Geschäftsmodelle zunehmen. Um den Stand bei digitalen Geschäftsmodellen abzubilden und die weitere Entwicklung nachzuzeichnen, wird ein Indikator in die unternehmensinterne Kategorie *Geschäftsmodelle* aufgenommen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Für den Indikator wurden abermals die Antworten der exklusiven Befragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels (Anhang A.2) herangezogen. Den Unternehmen wurden folgende Aussagen vorgestellt:

- Wir verkaufen datenbasierte Produkte und Dienstleistungen.
- Wir verknüpfen bei der Erstellung unserer Produkte und Dienstleistungen interne digitale Prozessdaten mit Kundendaten.
- Wir verkaufen Leistungsversprechen anstatt klassischer Produkte und Dienstleistungen.
- Die Bereitstellung der Leistungen für unsere Kunden erfolgt digital-automatisiert, d.h. weitgehend ohne Mensch-Mensch-Interaktion.
- Wir analysieren datenbasiert unsere Kunden und optimieren daraufhin unsere Leistungsangebote.

Anhand der Antworten kann auf gesamtdeutscher Ebene festgestellt werden:

- Ein Drittel der Unternehmen verknüpft bei der Erstellung ihrer Leistungen interne digitale Prozessdaten mit Kundendaten. Bei größeren Unternehmen ist dies stärker ausgeprägt.
- 16 Prozent verkaufen Leistungsversprechen anstatt klassischer Produkte und Dienstleistungen. Das ist ein wesentlicher Treiber der Hybridisierung der Produkte, die durch die Digitalisierung beschleunigt wird.
- Bei 12 Prozent der Unternehmen erfolgt die Bereitstellung der Leistung für die Kunden auch schon digital-automatisiert.
- Immerhin ein Fünftel der Unternehmen analysiert Kundendaten und optimiert daraufhin die Leistungsangebote.
- 24 Prozent der Unternehmen verkaufen datenbasierte Produkte und Dienstleistungen.

Die Anteile entsprechen jeweils den Unternehmen, die pro Aussage „Trifft zu“ oder „Trifft eher zu“ ausgewählt haben. Um schlussendlich einen Indikatorwert zu erhalten, wurden die Anteile für alle fünf Aussagen addiert und durch fünf geteilt. Entsprechend bildet der Indikator die durchschnittliche Zustimmung der Unternehmen zu diesen fünf Aussagen ab. Tabelle 3-4 fasst die Werte auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen. Auf Deutschlandebene beträgt der Anteil rund 21 Prozent. Entsprechend haben im Durchschnitt 21 Prozent der Unternehmen den oben genannten Aussagen zugestimmt.

Die Branchen Grundstoffe, Chemie und Pharma, das Sonstige Verarbeitende sowie Produzierende Gewerbe schneiden klar unterdurchschnittlich im Vergleich zum Deutschlandwert ab. Deutlich überdurchschnittliche Werte treten bei der IKT-Branche (49,1 Prozent) und den unternehmensnahen Dienstleistern (31,2 Prozent) auf.

Bei den Unternehmensgrößenklassen weisen die kleinen Unternehmen mit 21 Prozent einen Wert nahe am Durchschnitt auf. Die mittleren und großen Unternehmen erreichen mit 26 Prozent beziehungsweise 27 Prozent jeweils überdurchschnittliche Werte.

Die Unterschiede bei den Bundeslandgruppen sind zu vernachlässigen. Alle Bundeslandgruppen liegen nah am Deutschlandwert von rund 21 Prozent. Bei den Regionstypen weichen lediglich die Kernstädte mit 34,5 Prozent deutlich nach oben ab. Der Wert der anderen Regionstypen liegt im Bereich von 20 Prozent.

3.1.4 Qualifizierung

Die unternehmensinterne Kategorie *Qualifizierung* wird durch die drei Indikatoren Weiterbildung IT-Fachkräfte (Abschnitt 3.1.4.1), Weiterbildung IT-Anwendende (Abschnitt 3.1.4.2) sowie Beschäftigung in Digitalisierungsberufen (Abschnitt 3.1.4.3) gebildet. In dieser Kategorie soll die Weiterentwicklung der Belegschaften in den Unternehmen im Zuge der digitalen Transformation nachgezeichnet werden. Aus diesem Grund wird sowohl die Weiterentwicklung des bereits beschäftigten Personals als auch die gezielte Anstellung beziehungsweise stärkere Bedeutung von Personal mit stärkerem Digitalisierungsbezug analysiert. Tabelle 3-5 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Qualifizierung* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den jeweils verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-5: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Qualifizierung in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Qualifizierung	Weiterbildung IT-Fachkräfte	Weiterbildung IT-Anwendende	Beschäftigung in Digitalisierungsberufen
Einheit des Indikatorwerts Einheit der Basisdaten	Punkte (Prozent)	Punkte (Prozent)	Punkte (Prozent)
Deutschland			
	100 (12,9)	100 (29,3)	100 (8,1)
Branchen			
Grundstoffe, Chemie und Pharma	166,0 (22,8)	130,7 (40,4)	87,3 (10,4)
Elektrotechnik und Maschinenbau	180,3 (24,8)	145,5 (44,9)	226,5 (26,9)
Fahrzeugbau	217,3 (29,9)	133,2 (41,1)	155,0 (18,4)
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	77,7 (10,7)	84,0 (25,9)	81,0 (9,6)
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	52,3 (7,2)	68,8 (21,2)	84,3 (10,0)
Informations- und Kommunikationstechnologie	444,3 (61,0)	190,6 (58,9)	387,0 (45,9)
Handel	89,1 (12,2)	102,9 (31,8)	30,9 (3,7)
Verkehr und Logistik	52,6 (7,2)	72,0 (22,2)	16,6 (2,0)
Tourismus	30,6 (4,2)	56,3 (17,4)	4,4 (0,5)
Unternehmensnahe Dienstleister	118,6 (16,3)	132,0 (40,8)	123,6 (14,7)
Unternehmensgrößenklassen			
1 - 49 Beschäftigte	56,8 (7,3)	80,6 (23,7)	70,7 (5,7)
50 - 249 Beschäftigte	233,3 (30,0)	167,3 (49,1)	99,7 (8,0)
250 und mehr Beschäftigte	516,9 (66,5)	250,7 (73,6)	133,9 (10,8)
Bundeslandgruppen			
Süd (BW, BY)			118,5 (9,6)
West (HE, NW, RP, SL)			97,1 (7,9)
Nord (HB, HH, NI, SH)			94,9 (7,7)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)			78,8 (6,4)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Für die grauen Zellen liegen keine Daten vor.
Quelle: Eigene Berechnung

3.1.4.1 Weiterbildung IT-Fachkräfte

Generell steigt die Bereitschaft unter Unternehmen zu betrieblichen Weiterbildungsangeboten in jüngster Zeit an: der repräsentativen IW-Weiterbildungserhebung zufolge bieten rund 88 Prozent der Unternehmen im Jahr 2019 in Deutschland themenübergreifend Weiterbildungen an (Placke/Seyda, 2020, 108). Pro Beschäftigten bedeutete dies durchschnittlich 18,3 Stunden betriebliche Weiterbildung und Kosten für Unternehmen von 1.236 Euro pro Beschäftigten (ebenda, 109-110). Für die Digitalisierung im Unternehmen sind dabei vor allem Weiterbildungen im IT-Bereich relevant. Denn neben der Beschäftigung in Digitalisierungsberufen ist es ebenso wichtig, dass bestehende IT-Fachkräfte innerhalb der Unternehmen kontinuierlich weitergebildet werden. Vor dem Hintergrund einer in den letzten Jahren wachsenden Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen (Abschnitt 3.2.4.1) ist es umso wichtiger, dass Unternehmen ihre bereits beschäftigten IT-Fachkräfte stetig weiterbilden, sodass ihr Nachfragebedarf nach geschultem Personal gedeckt werden kann. Zudem ist die Digitalisierung ein sich schnell wandelnder Entwicklungsprozess. Um neue digitale Möglichkeiten nicht nur wahrzunehmen, sondern sie stets auch unmittelbar und reibungslos in unternehmensinterne Prozesse, Produkte oder Geschäftsmodelle einfließen zu lassen, sind vor allem IT-Fachkräfte verantwortlich. Denn sie bilden meist die entscheidende Schnittstelle zwischen Planungen im Digitalisierungskontext und der tatsächlichen Umsetzung im Unternehmen, beispielsweise durch ihre Programmierfähigkeit. Ein hohes Weiterbildungsniveau der IT-Fachkräfte ist demnach elementar für eine zeitgemäße Umsetzung der Digitalisierung im Unternehmen und gleichzeitig für eine erhöhte Handlungsfähigkeit bei neu entstehenden digitalen Trends oder Technologien. Vor diesem Hintergrund wird die Weiterbildung von IT-Fachkräften über einen Indikator in die unternehmensinterne Kategorie *Qualifizierung* in den Digitalisierungsindex 2020 integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen und Unternehmensgrößenklassen vor.

Der Indikator stützt sich auf Daten aus einer Umfrage zur IKT-Nutzung in Unternehmen von Eurostat (2020a). Er beziffert den Anteil der Unternehmen, die Fortbildungen für ihre IKT-Fachkräfte anbieten, an allen befragten Unternehmen. Die repräsentative Umfrage zur IKT-Nutzung in Unternehmen wird jährlich erhoben. Am aktuellen Datenrand finden für den Indikator im Erhebungsjahr 2020 Daten aus 2019 Eingang. Neben der Erhebung für Deutschland weist die Umfrage auch detailliertere prozentuale Weiterbildungsanteile für verschiedene Unternehmensgrößenklassen und einzelne Branchen aus. Dabei sind die Branchenabgrenzungen aus der Eurostat-Umfrage teilweise auf einer noch detaillierteren Ebene vorhanden als die in der vorliegenden Studie relevanten Branchengruppen (Abschnitt 2.3). In diesen Fällen werden deshalb die kleinteiligeren, prozentualen Weiterbildungsanteile gewichtet an der Unternehmensanzahl in den jeweiligen Wirtschaftszweigen aus dem Unternehmensregister von Destatis (2019) auf die gewünschten höhergelagerten Branchenaggregate zusammengeführt.³

Laut Eurostat (2020a) bieten deutschlandweit fast 13 Prozent der befragten Unternehmen Weiterbildungen für ihre IKT-Fachkräfte an. Bei Betrachtung der unterschiedlichen Unternehmensgrößenklassen zeigt sich, dass die Größe der Unternehmen im positiven Zusammenhang mit der Bereitschaft, Weiterbildungen für ihre IKT-Fachkräfte anzubieten, steht (Abbildung 3-1). Mehr als sieben Prozent der Unternehmen mit 1 bis 49 Beschäftigten bieten entsprechende Weiterbildungen an, 30 Prozent der Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten und 66,5 Prozent der Unternehmen mit 250 oder

³ Dabei wirkt die Verwendung der Unternehmensanzahl am derzeit aktuellen Datenrand (2018) zur Zusammenführung der Weiterbildungsanteile zum Datenstand 2019 nicht verzerrend, da eine mehrjährige Betrachtung der Unternehmensanzahl aufzeigt, dass sich diese im Zeitverlauf relativ zeitinvariant entwickelt.

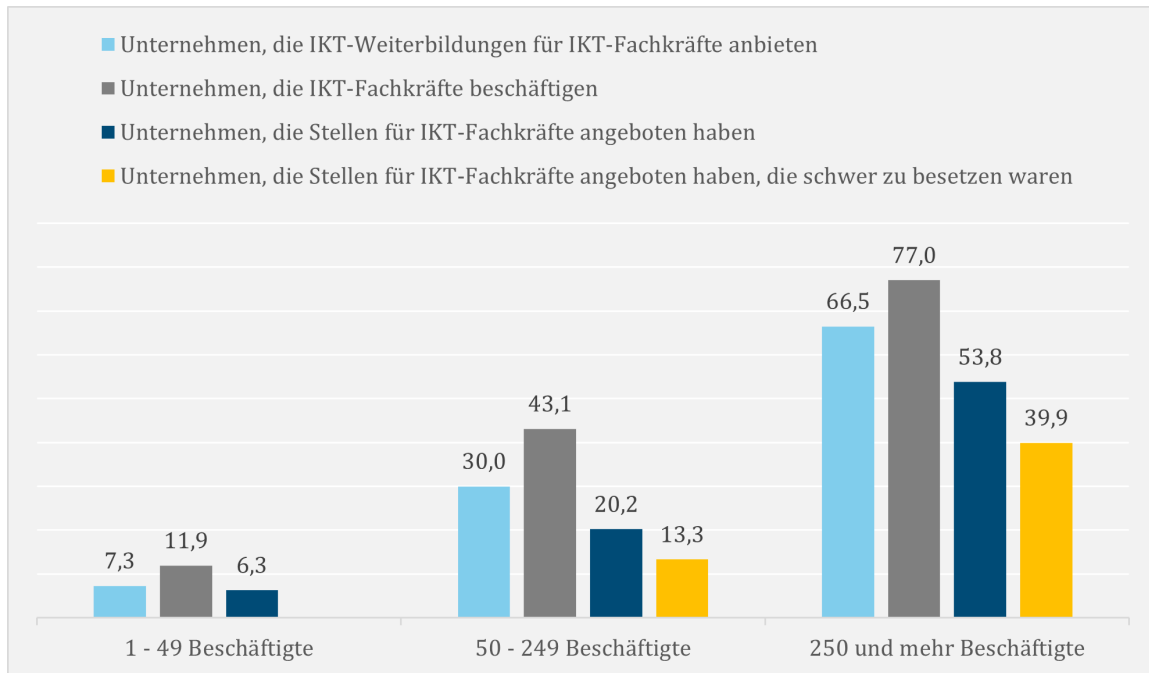
mehr Beschäftigten. Vor allem größere Unternehmen investieren deutlich intensiver in Weiterbildungen ihrer IKT-Fachkräfte als kleinere. Dies ermöglicht eine zeitgemäße und effizientere Umsetzung digitaler Trends sowie die alltägliche Anwendung der Digitalisierung in großen Unternehmen.

Diese Erkenntnis könnte jedoch auf zwei Ursachen beruhen: große Unternehmen könnten im Vergleich zu kleinen und mittleren schlichtweg mehr eigene IKT-Fachkräfte beschäftigen, wonach die Weiterbildungslücke bei kleinen und mittleren Unternehmen aus der Lücke an eigenen IKT-Fachkräften resultieren könnte. Oder die Bereitschaft zum Angebot von betrieblichen Weiterbildungen könnte unabhängig von der tatsächlichen Beschäftigung eigener IKT-Fachkräfte bei großen Unternehmen höher sein. In der Tat beschäftigten der Umfrage von Eurostat zur IKT-Nutzung in Unternehmen (2020a) zufolge kleine und mittlere Unternehmen im Jahr 2019 weniger IKT-Fachkräfte als große (Abbildung 3-1). Dabei divergiert nicht nur der Anteil der Unternehmen, die IKT-Fachkräfte beschäftigen, unter den einzelnen Größenklassen. Vielmehr ist auch der Anteil der Unternehmen mit IKT-Weiterbildungsangeboten in Relation zum Beschäftigungsanteil jeweils einzeln betrachtet bei den kleinen und mittleren Unternehmen geringer als bei den größeren: Bei etwa 12 Prozent der Unternehmen mit 1 bis 49 Beschäftigten sind IKT-Fachkräfte beschäftigt, wobei nur etwas mehr als sieben Prozent Weiterbildungen anbieten. In der Größenklasse 50 bis 249 Beschäftigte liegt der Beschäftigungsanteil von IKT-Fachkräften bei mehr als 43 Prozent und der Weiterbildungsanteil bei 30 Prozent. Relativ betrachtet liegen der Beschäftigungsanteil von 77 Prozent und der Weiterbildungsanteil von 66,5 Prozent bei großen Unternehmen enger beieinander. Demnach ist nicht nur der Anteil der Unternehmen, die IKT-Fachkräfte beschäftigen, sondern auch die relative Bereitschaft zum Angebot von betrieblichen IKT-Weiterbildungen bei großen Unternehmen höher. In den Indikator fließt der jeweilige Weiterbildungsanteil anstelle des relativen Verhältnisses zwischen Beschäftigungsanteil und Weiterbildungsanteil von IKT-Fachkräften ein. Grund ist, dass das relative Verhältnis einerseits weniger repräsentativ für die gesamte Branche oder Unternehmensgrößenklasse ist und stattdessen nur die Teilmenge an Unternehmen mit IKT-Beschäftigung betrachtet. Andererseits könnte ein zukünftiger Anstieg des relativen Verhältnisses auch darauf zurückzuführen sein, dass schlichtweg weniger Unternehmen als zuvor IKT-Fachkräfte beschäftigen. Allerdings käme dies keiner Verbesserung der Weiterbildungsaktivitäten innerhalb der betrachteten Branche oder Unternehmensgrößenklasse nahe und würde verzerrend auf den Index wirken. Stattdessen bildet die ausschließliche Betrachtung des Weiterbildungsanteils die Aktivitäten der gesamten Branche oder Unternehmensgrößenklasse ab.

Auffällig ist zudem, dass nur etwa die Hälfte der kleinen und mittleren Unternehmen, die bereits IKT-Fachkräfte beschäftigen, 2019 auch Stellen für weitere IKT-Fachkräfte ausschrieben, wohingegen es bei großen Unternehmen etwa 70 Prozent der Unternehmen mit IKT-Beschäftigung waren (Tabelle 3-5). Die Nachfrage nach IKT-Fachkräften ist also bei großen Unternehmen dynamischer, da kontinuierlich neue IKT-Fachkräfte nachkommen. Jedoch geben mittlere und große Unternehmen in ähnlichem Umfang an, Schwierigkeiten bei der Besetzung der ausgeschriebenen Stellen für IKT-Fachkräfte zu haben.

Abbildung 3-1: IKT-Weiterbildungsangebot für IKT-Fachkräfte, Beschäftigung von IKT-Fachkräften, Stellenangebote für IKT-Fachkräfte und schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte der Unternehmen nach Unternehmensgröße

Angaben in Prozent der Unternehmen 2019, teilweise keine Angabe zu schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte



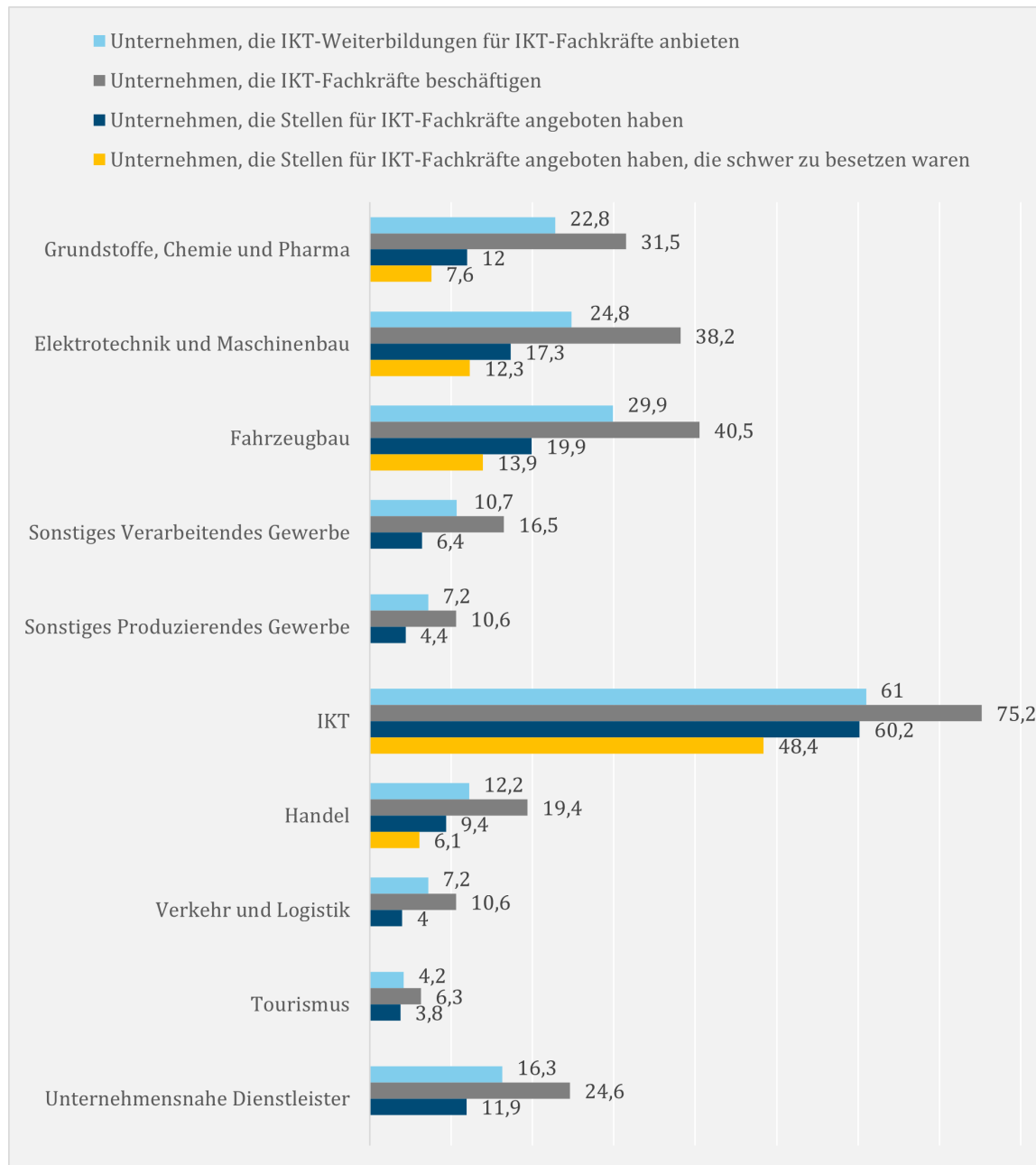
Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Eurostat, 2020a

Die Vorreiterrolle großer Unternehmen im IT-Weiterbildungsangebot zeigen ebenfalls die Erkenntnisse aus dem Reifegradmodell der digitalen Prozesse (Abschnitt 3.1.1.2). Zwischen dem digitalen Reifegrad der Prozesse und der Weiterbildungsbereitschaft der IKT-Fachkräfte besteht ein inhaltlicher Zusammenhang: ist der digitale Reifegrad der Unternehmensprozesse relativ hoch, ist es (abgesehen von der IKT-Branche selbst) häufiger zu beobachten, dass eine hohe Anzahl an IT-Fachkräften beschäftigt ist. Demnach bietet das Unternehmen voraussichtlich auch mehr Weiterbildungen für IKT-Fachkräfte an. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass kleine und mittlere Unternehmen in ihren Digitalisierungsbemühungen, beispielweise in der Bewirtschaftung von Daten, hinterherhängen (Azkan, et al., 2019, 22). Dass kleine und mittlere Unternehmen weniger investieren, kann jedoch auch der Tatsache geschuldet sein, dass sie über weniger finanzielle Mittel oder weniger spezialisiertes (IKT-)Personal verfügen als größere Unternehmen.

Die Erkenntnis, dass der Anteil der Unternehmen mit IKT-Weiterbildungsangeboten für eigene IKT-Fachkräfte vom Anteil der Unternehmen mit IKT-Beschäftigten abhängt, zeigt auch eine genauere Betrachtung der einzelnen Branchen (Abbildung 3-2). Den höchsten Weiterbildungsanteil der Branchen verzeichnet die IKT-Branche (61,0 Prozent), gefolgt vom Fahrzeugbau (29,9 Prozent) sowie Elektrotechnik und Maschinenbau (24,8 Prozent). Am geringsten fällt der Weiterbildungsanteil in den Branchen Tourismus (4,2 Prozent) und im Sonstigen Produzierenden Gewerbe sowie Verkehr und Logistik (jeweils 7,2 Prozent) aus.

Abbildung 3-2: IKT-Weiterbildungsangebot für IKT-Fachkräfte, Beschäftigung von IKT-Fachkräften, Stellenangebote für IKT-Fachkräfte und schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte der Unternehmen nach Branche

Angaben in Prozent der Unternehmen 2019, teilweise keine Angabe zu schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Eurostat, 2020a

Dass die IKT-Branche beim Angebot von Weiterbildungen im IKT-Bereich die Vorreiterrolle einnimmt, ist nicht verwunderlich. Ihr Aufgabenspektrum weist die höchste inhaltliche Überschneidung auf. Mit einem Anteil von mehr als 75 Prozent der Unternehmen beschäftigt sie demnach am meisten spezialisiertes (IKT-)Personal. Jedoch wird die Notwendigkeit zur Beschäftigung und stetigen Weiterentwicklung unternehmenseigener IKT-Kompetenzen in allen Branchen wahrgenommen, denn alle betrachteten Branchen beschäftigten und bildeten eigene IKT-Fachkräfte nicht nur weiter, sondern schrieben 2019 auch diesbezügliche Stellen aus. Analog zu den Unternehmensgrößenklassen zeigt sich auch bei Betrachtung der einzelnen Branchen eine inhaltliche Verbindung zwischen IKT-

Weiterbildungen und dem digitalen Reifegrad der Prozesse, denn beispielsweise zählen auch beim digitalen Reifegrad die Branchen Tourismus und Sonstiges Produzierendes Gewerbe zu den Schlusslichtern. Das Aufrechterhalten von zeitgemäßen IKT-Kompetenzen steht also in unmittelbarer Verbindung zur Umsetzung der Digitalisierung im Unternehmen, beispielweise der digitalen Prozesse.

3.1.4.2 Weiterbildung IT-Anwendende

Nicht nur die Kompetenzen der IT-Fachkräfte sollten zeitgemäß sein, sondern auch jene der IT-Anwendenden. Denn IT-Anwendende sorgen mit dafür, dass die Digitalisierung auch tatsächlich im Unternehmen im Arbeitsalltag flächendeckend umgesetzt wird. Hier sind enorme Effizienzsteigerungen möglich, falls Anwendende in ihren IT-Kompetenzen zurückhängen. Daher ist es wichtig, dass IT-Fachkräfte und IT-Anwendende gleichermaßen am Puls der Zeit sind, nicht zuletzt, da sie in ständigem Austausch stehen. Ferner sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass Anstrengungen auf einer der beiden Seiten verpuffen. Die Digitalisierung ist dann besonders erfolgreich, wenn sie das Unternehmen als Ganzes durchdringt. Dazu gehören alle Schichten der Unternehmensprozesse, beispielsweise von der IT-Fachkraft, die das Abbild eines digitalen Zwillings einer Maschine technisch ermöglicht, bis hin zu IT-Anwendenden, die aus den Daten gewonnene Erkenntnisse dafür nutzen, um logistische Entscheidungen besser zu treffen oder das Ein- und Verkaufsverhalten der Unternehmen zu steuern. Dabei besteht eine zweiseitige Wechselwirkung zwischen IKT-Weiterbildungen und dem digitalen Fortschritt im Unternehmen. Denn vermehrte Weiterbildungsangebote bei IT-Fachkräften und -Anwendenden begünstigen nicht nur das Voranschreiten der Digitalisierung im Unternehmen, digitalisierte Unternehmen investieren auch mehr in Weiterbildungsangebote (Placke/Seyda, 2020, 111). Grund dafür ist, dass die Einführung von digitalen Technologien im Unternehmen – wie beispielsweise digitale Vertriebswege oder ein digitaler Datenaustausch mit Lieferanten – die Anforderungen an die Kompetenzen der Beschäftigten verändert und somit ein erhöhter Bedarf an passenden Weiterbildungen entsteht. Dementsprechend wird in den Digitalisierungsindex ein Indikator zur Messung der Weiterbildung von IT-Anwendenden in die Kategorie *Qualifizierung* integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene nach Branchen und Unternehmensgrößenklassen vor.

Analog zu den IT-Fachkräften (Abschnitt 3.1.4.1) resultieren auch die Weiterbildungsanteile der IT-Anwendenden aus der Umfrage zur IKT-Nutzung in Unternehmen von Eurostat (2020a). Er beziffert in diesem Fall den Anteil der Unternehmen, die für ihre Beschäftigten (nicht IKT-Fachkräfte) Schulungen zur Entwicklung und Verbesserung ihrer IKT-Fähigkeiten anbieten, an allen befragten Unternehmen. Somit werden im Erhebungsjahr 2020 analog Daten am aktuellen Datenrand aus dem Jahr 2019 herangezogen. Weiterbildungsanteile liegen ebenfalls für Unternehmensgrößenklassen und einzelne Branchen vor. Der Branchentransfer sowie die Ermittlung der Werte für den Digitalisierungsindex 2020 erfolgen hierbei konsistent zur Vorgehensweise bei den Weiterbildungen der IT-Fachkräfte (Abschnitt 3.1.4.1).

Deutschlandweit bieten mehr als 29 Prozent der befragten Unternehmen Weiterbildungen für ihre IT-Anwendenden an. Größere Unternehmen investieren dabei intensiver in die Weiterbildungen ihrer Beschäftigten als kleinere. In der Größenklasse 1 bis 49 Beschäftigte sind es fast 24 Prozent, bei Unternehmen der Größenklasse 50 bis 249 Beschäftigte rund 49 Prozent und in der Größenklasse mehr als 250 Beschäftigte fast 74 Prozent der Unternehmen.

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Branchen zeigt sich ein zu den Weiterbildungen der IT-Fachkräfte stimmiges Bild: Die IKT-Branche ist hier Vorreiter mit fast 59 Prozent, gefolgt von Elektrotechnik und Maschinenbau (44,9 Prozent) und Fahrzeugbau (41,1 Prozent). Schlusslichter bilden auch hier die Branchen Sonstiges Produzierendes Gewerbe (21,2 Prozent) und Tourismus (17,4 Prozent).

IT-Weiterbildungen können als wirkungsvoller Hebel fungieren, um die Digitalisierung nicht nur in der Vorstellung der Unternehmen zu verwurzeln, sondern sie auch erfolgreich flächendeckend umzusetzen. Aus Unternehmenssicht müssen die Potenziale der Digitalisierung sowie damit verbundene Weiterbildungen jedoch als vorteilhaft wahrgenommen werden. Nur dann entstehen Anreize, IKT-Weiterbildungen auch betrieblich zu fördern. Vor allem in derzeit vorwiegend analogen Branchen ist dies elementar wichtig, denn die Digitalisierung wird auch diese Branchen erreichen und verändern. Unternehmen in diesen Branchen können somit schon jetzt eine Vorreiterrolle in der Digitalisierung einnehmen und somit ihre Marktposition mittel- bis langfristig stärken.

Im Vergleich zum betrieblichen Angebot von Weiterbildung für IT-Fachkräfte (Abschnitt 3.1.4.1) bietet ein höherer Anteil der Unternehmen Weiterbildungen für ihre IT-Anwendenden an. Der Anteil ist im Deutschlandvergleich mehr als doppelt so hoch. Unternehmen sehen also öfter einen Weiterbildungsbedarf bei ihren IT-Anwendenden. Das kann daran liegen, dass IT-Fachkräfte aufgrund ihrer im Zuge der Ausbildung erlernten Fähigkeiten bereits grundlegende und tiefgehende IKT-Kompetenzen mitbringen, die sich IT-Anwendende erst über Weiterbildungen aneignen müssen. Zudem kann davon ausgegangen werden, dass einerseits mehr Unternehmen IT-Anwendende als IT-Fachkräfte beschäftigen und andererseits, dass auch in den Unternehmen die absolute Anzahl an Anwendenden die Anzahl der Fachkräfte übersteigt. Zwar sind die Weiterbildungsanteile zwischen IT-Fachkräften und IT-Anwendenden absolut betrachtet unterschiedlich, jedoch ist die relative Verteilung auf die einzelnen Branchen und Unternehmensgrößenklassen sehr ähnlich. Die Bereitschaft eines Unternehmens, in die Weiterbildungen seiner IT-Fachkräfte zu investieren ist demnach eng verbunden mit der Bereitschaft, gleichzeitig auch in die Weiterbildung seiner IT-Anwendenden zu investieren und umgekehrt. Der Zusammenhang ist ebenfalls beobachtbar, wenn beide Weiterbildungsindikatoren über mehrere Jahre hinweg betrachtet werden. Gleichzeitig zeigt insbesondere die Analyse aus Abschnitt 3.1.4.1, dass die Bereitschaft zu betrieblichen IT-Weiterbildungsangeboten eng verwurzelt ist mit der tatsächlichen Beschäftigung von IKT-Fachkräften.

3.1.4.3 Beschäftigung in Digitalisierungsberufen

Neben der Weiterbildung der IT-Anwendenden sowie IT-Fachkräften und damit des bereits beschäftigten Personals kann ein Unternehmen beispielsweise auch direkt über die Neubeschäftigung von Personal mit entsprechenden Kenntnissen Digitalisierungskompetenzen im Unternehmen schaffen. Aus diesem Grund wird die gesamte Beschäftigung in Digitalisierungsberufen in den Unternehmen am Standort Deutschland gemessen und im Rahmen zukünftiger Untersuchungen die Entwicklung der Beschäftigung nachgezeichnet. Denn mit Fortschreiten der digitalen Transformation sollte tendenziell auch die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen steigen, da entsprechende Berufe zunehmend an Bedeutung gewinnen sollten. Aus diesem Grund wird ein Indikator zur Beschäftigung in Digitalisierungsberufen in den Digitalisierungsindex 2020 in die unternehmensinterne Kategorie *Qualifizierung* integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen und Bundeslandgruppen vor.

Zur Messung der Beschäftigung in Digitalisierungsberufen muss jedoch zunächst definiert werden, wann ein Beruf als Digitalisierungsberuf gezählt werden kann und welche Berufe konkret dazugehören. Dies wurde im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ in Vorbereitung des Digitalisierungsindex im so genannten Kompetenzbarometer durchgeführt (Burstedde, 2020). Entsprechend zählt ein Beruf zu den Digitalisierungsberufen, „wenn [er] neue digitale Schlüsseltechnologien herstell[t] oder durch besondere technische Kenntnisse deren Nutzung und Verbreitung ermöglich[t]“ (ebenda, 19).

Anhand dieser Definition konnten von den 1.286 Berufsgattungen der Klassifikation der Berufe von 2010 (BA, 2020a) 93 als Digitalisierungsberuf eingestuft werden. Anschließend wurde die IW-Fachkräftedatenbank genutzt, um konkret die Beschäftigung in diesen Berufen zu ermitteln. Die IW-Fachkräftedatenbank ist ein Data Warehouse, welches Daten beruflich differenziert nach den angesprochenen 1.286 Berufsgattungen enthält (Burstedde et al., 2020, 22). Die Fachkräftedatenbank ermöglicht auch eine regionalisierte Analyse auf Basis der 156 Arbeitsagenturbezirke (ebenda).

Die Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten⁴ in Digitalisierungsberufen kann von 2013 bis 2019 betrachtet werden (Burstedde, 2020). In diesem Zeitraum ist deren Anzahl bundesweit von 2.234.817 auf 2.582.917 gestiegen. Dieses Wachstum von 15,6 Prozent liegt nur knapp über dem Wachstum aller Beschäftigten, das im selben Zeitraum bei 14,6 Prozent lag. Der Anteil der Beschäftigten in Digitalisierungsberufen an allen Beschäftigten ist von 2013 bis 2019 nur unwesentlich von 8,0 auf 8,1 Prozent gestiegen. Wenn die Herstellung digitaler Schlüsseltechnologien einen noch größeren Anteil an der deutschen Wirtschaftsleistung einnehmen und für mehr Arbeitsplätze sorgen soll, müssten auch die Beschäftigtenzahlen in Digitalisierungsberufen noch stärker steigen.

Dabei ist die Entwicklung in den Bundesländern sehr unterschiedlich (Tabelle 3-5). Berlin konnte die Anzahl seiner Beschäftigten in Digitalisierungsberufen von 2013 bis 2019 um rund 40 Prozent steigern und damit deutlich stärker als im Durchschnitt aller Berufe (26,1 Prozent). Am zweitstärksten konnte Bayern die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen ausbauen (21,5 Prozent), während die Gesamtbeschäftigung dort um fast 17 Prozent wuchs. Damit ist auch der Anteil der Beschäftigten in Digitalisierungsberufen an allen Beschäftigten in Bayern nach Berlin am zweitstärksten gestiegen. Am höchsten ist der Anteil im Jahr 2019 jedoch mit fast zehn Prozent in Baden-Württemberg. Bayern liegt mit etwas mehr als neun Prozent auf dem zweiten Platz, Berlin mit mehr als sieben Prozent – trotz des starken Wachstums – weiterhin unterdurchschnittlich. Auf der anderen Seite des Spektrums liegen Mecklenburg-Vorpommern mit dem geringsten Anteil (4,7 Prozent) und Sachsen-Anhalt mit dem geringsten Wachstum der Beschäftigten in Digitalisierungsberufen (0,1 Prozent). Neben den ostdeutschen Bundesländern weisen auch Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz und das Saarland einen unterdurchschnittlichen Anteil von Beschäftigten in Digitalisierungsberufen auf. Für eine erfolgreiche Digitalisierung stehen diesen Regionen also verhältnismäßig wenige Arbeitskräfte zur Verfügung.

Auf Basis dieser Daten können auch die Werte für die Bundeslandgruppen erklärt werden. Entsprechend weist die Bundeslandgruppe Süd im Jahr 2019 mit fast zehn Prozent den höchsten Wert auf. Trotz des vergleichsweise höheren Wertes von Berlin kommt die Bundeslandgruppe Ost mit etwas mehr als sechs Prozent auf den niedrigsten Wert. Entsprechend überkompensieren die niedrigen Werte in den anderen ostdeutschen Bundesländern den höheren Wert von Berlin. Die Bundeslandgruppen West und Nord weisen mit jeweils fast acht Prozent ähnliche Werte knapp unterhalb des deutschlandweiten Durchschnitts (8,1 Prozent) auf.

Die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen zeigt ebenfalls starke Unterschiede nach Branchen (Abbildung 3-3). Gemessen am Anteil der Beschäftigten in Digitalisierungsberufen an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten⁵ weist die IKT-Branche mit rund 46 Prozent die größte Beschäftigung in Digitalisierungsberufen auf. Elektrotechnik und Maschinenbau (26,9 Prozent) und Fahrzeugbau (18,4 Prozent) besitzen ebenfalls hohe Beschäftigungsanteile in Digitalisierungsberufen. Die niedrigsten Anteile liegen in den Branchen Tourismus (0,5 Prozent) sowie Verkehr und Logistik (2,0 Prozent) vor.

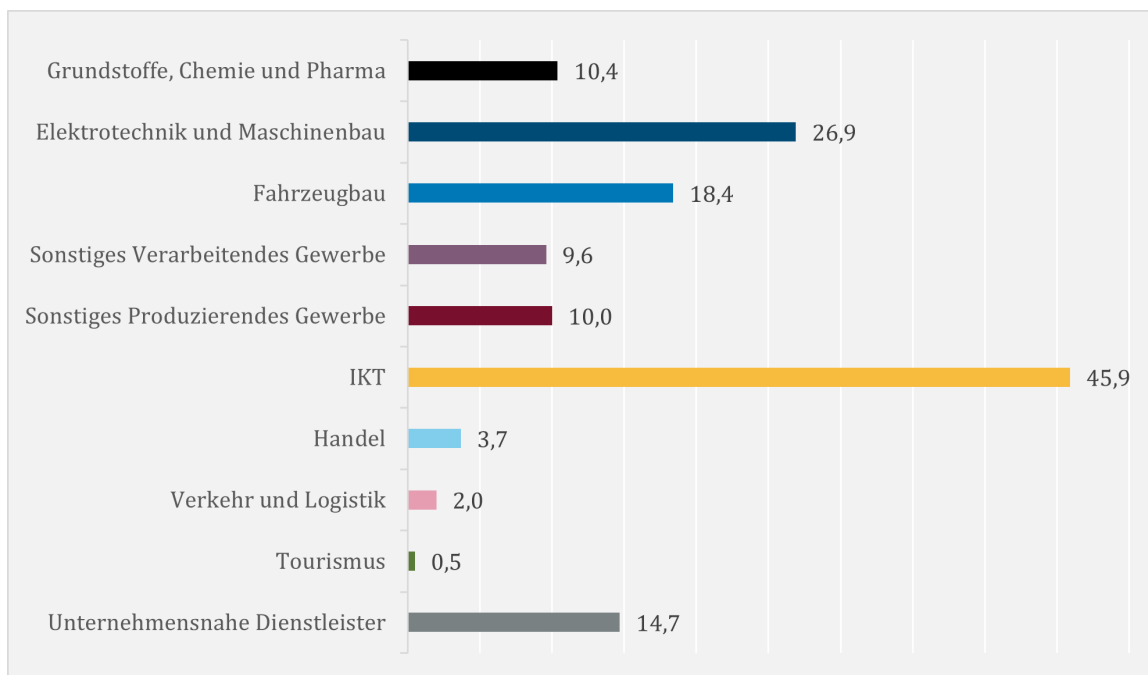
⁴ ohne Auszubildende

⁵ Jeweils ohne Auszubildende

Mit Blick auf die Unternehmensgrößenklassen wird deutlich, dass die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen mit der Größe des Unternehmens zunimmt. Während in der Klasse der Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten ein Anteil von unter sechs Prozent verzeichnet werden konnte, waren es bei den mittleren Unternehmen acht Prozent. Bei den Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten betrug der Anteil der Beschäftigten in Digitalisierungsberufen gemessen an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten fast 11 Prozent.

Abbildung 3-3: Beschäftigung in Digitalisierungsberufen in ausgewählten Branchen

Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ohne Auszubildende in Digitalisierungsberufen an allen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ohne Auszubildende in Prozent; 2019



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von den Daten der IW-Fachkräftedatenbank

3.1.5 Forschungs- und Innovationsaktivitäten

Die unternehmensinterne Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* wird durch die drei Indikatoren FuE-Ausgaben Unternehmen (Abschnitt 3.1.5.1), FuE-Personal Unternehmen (Abschnitt 3.1.5.2) sowie digitalisierungsaffine Patente der Unternehmen (Abschnitt 3.1.5.3) gebildet. Somit misst diese Kategorie sowohl den Input als auch den Output von FuE im Unternehmen, um ein möglichst vollständiges Bild der Innovationstätigkeiten insbesondere im Hinblick auf Digitalisierung zu zeichnen. Tabelle 3-6 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Forschungs- und Innovationstätigkeiten* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den jeweils verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-6: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Forschungs- und Innovationsaktivitäten in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Forschungs- und Innovationsaktivitäten	FuE-Ausgaben Unternehmen	FuE-Personal Unternehmen	Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Prozent)	(in FuE Beschäftigte pro 10.000 Beschäftigte)	(Patentanmeldungen pro 10.000 Beschäftigte)
Deutschland			
	100 (3,1)	100 (135,7)	100 (2,3)
Branchen			
Grundstoffe, Chemie und Pharma	125,8 (4,4)	221,1 (492,4)	29,6 (1,1)
Elektrotechnik und Maschinenbau	147,6 (5,16)	301,4 (671,3)	222,0 (8,4)
Fahrzeugbau	149,9 (5,25)	576,3 (1283,3)	1099,3 (41,6)
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	66,3 (2,3)	41,3 (91,9)	35,2 (1,3)
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	4,4 (0,15)	4,3 (9,5)	6,3 (0,24)
IKT	168,5 (5,9)	191,9 (427,4)	226,0 (8,6)
Handel	5,6 (0,19)	4,3 (9,6)	0,4 (0,02)
Verkehr und Logistik	3,6 (0,1)	2,2 (4,9)	6,0 (0,23)
Tourismus	4,5 (0,16)	0,02 (0,04)	0 (0)
Unternehmensnahe Dienstleister	223,9 (7,8)	106,9 (238,0)	7,5 (0,3)

Kategorie: Forschungs- und Innovationsaktivitäten	FuE-Ausgaben Unternehmen	FuE-Personal Unternehmen	Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen
Unternehmensgrößenklassen			
1 – 49 Beschäftigte	226,8 (7,1)	16,2 (22,0)	14,9 (0,34)
50 – 249 Beschäftigte	86,8 (2,7)	34,7 (47,1)	12,9 (0,30)
250 und mehr Beschäftigte	99,2 (3,1)	256,6 (348,3)	276,9 (6,4)
Bundeslandgruppen			
Süd (BW, BY)	145,4 (4,5)	165,9 (225,2)	234,4 (5,4)
West (HE, NW, RP, SL)	63,9 (2,0)	78,7 (106,9)	35,1 (0,8)
Nord (HB, HH, NI, SH)	90,0 (2,8)	73,9 (100,4)	72,6 (1,7)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	74,9 (2,3)	51,1 (69,4)	17,9 (0,4)
Regionstypen			
Agglomeration		107,6 (146,1)	181,2 (4,2)
Kernstädte		127,6 (173,2)	96,6 (2,2)
Hochverdichtete ländliche Räume		142,2 (193,1)	81,0 (1,9)
Verdichtete ländliche Räume		68,7 (93,2)	26,5 (0,6)
Geringverdichtete ländliche Räume		48,4 (65,7)	15,1 (0,3)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Für die grauen leeren Zellen liegen keine Daten vor.
Quelle: Eigene Berechnung

3.1.5.1 Forschungs- und Entwicklungsausgaben Unternehmen

Die Digitalisierung in den Unternehmen stellt einen Entwicklungsprozess dar, der dynamisch ist und den spezifischen Eigenschaften des jeweiligen Unternehmens Rechnung tragen muss. Ein allgemeingültiger Ansatz, der mit jedem Unternehmen im Einklang steht, existiert nicht. Dafür ist die Digitalisierung zu komplex und vielschichtig. Eher entsteht ein auf das Unternehmen passgenau zugeschnittener Digitalisierungsfortschritt meist aus dem Unternehmensinneren heraus. Dabei spielen FuE-Kapazitäten der Unternehmen eine zentrale Rolle, denn ihr Ausmaß kann darüber entscheiden, ob der Digitalisierungsprozess beschleunigt oder ausgebremst wird. Eine Studie der KfW Research (2020, 4) zeigt beispielsweise, dass mit einem Anteil von 70 Prozent mittelständische Unternehmen mit eigener FuE-Tätigkeit häufiger Digitalisierungsvorhaben abschließen als Unternehmen ohne eigene FuE-Tätigkeit (36 Prozent). Dabei steht nicht etwa die Digitalisierung des Kontakts zu Kundinnen sowie Kunden und Zulieferern im Mittelpunkt, sondern es schließen vielmehr Unternehmen mit eigener FuE-Tätigkeit mehr Vorhaben beispielsweise zur Digitalisierung von Produkten und Dienstleistungen ab als Unternehmen ohne eigene FuE-Aktivitäten (ebenda, 7). Die jeweiligen Produkte und

Dienstleistungen sind dabei meist unternehmensspezifischer, weshalb eigene FuE-Tätigkeiten für derartige Digitalisierungsvorhaben aussichtsreicher sind. Dabei ist eine breitgefächerte Betrachtung der FuE-Aktivitäten zielführender als eine zu fokussierte Betrachtungsweise auf einen spezialisierten FuE-Bereich wie etwa Software oder Datenbanken, da eine breitgefächerte Betrachtung der FuE-Aktivitäten jegliche Innovationen mit Digitalisierungsbezug einbezieht und zukünftig auch digitalisierungsrelevante FuE-Vorhaben betreffen kann, die aus heutiger Sicht noch nicht vorstellbar sind. Aufgrund der Bedeutung für die Digitalisierung wird ein Indikator zur Messung der FuE-Ausgaben in den Digitalisierungsindex 2020 in der unternehmensinternen Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* einbezogen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen und Bundeslandgruppen vor.

In den Indikator fließen Daten aus einer Sonderauswertung zu den FuE-Ausgaben der Unternehmen der Wissenschaftsstatistik des Stifterverbands (SV Wissenschaftsstatistik, 2020a) mit Datenstand 2017 ein. Neben der Betrachtung der FuE-Ausgaben der Unternehmen auf gesamtdeutscher Ebene erlaubt die Sonderauswertung detailliertere Einblicke in die FuE-Ausgaben für einzelne Branchen, Unternehmensgrößenklassen und Bundeslandgruppen. Dabei werden die FuE-Ausgaben der Unternehmen zum Beispiel innerhalb einer Branche anteilig in Prozent am Gesamtumsatz der Unternehmen der jeweiligen Branche angegeben. Somit lassen sich insbesondere unterschiedliche Branchen unverzerrt miteinander vergleichen, deren Wirtschaftskraft deutlich divergieren kann. Eine ausschließliche Betrachtung der absoluten FuE-Ausgaben der Branchen würde weder aufschlussreiche Auskünfte über die relative Bedeutung von FuE für die jeweilige Branche bieten, noch würde sie sinnvolle Vergleiche unter den Branchen erlauben. In Relation zum Gesamtumsatz der jeweiligen Branche ist dies jedoch möglich.

In Deutschland betrug der Anteil der FuE-Ausgaben der Unternehmen in Relation zum Gesamtumsatz 2017 durchschnittlich etwa 3,1 Prozent (Tabelle 3-6). Die Betrachtung der verschiedenen Unternehmensgrößenklassen zeigt, dass kleine Unternehmen im Vergleich zu mittleren und großen Unternehmen bezogen auf ihren Gesamtumsatz am meisten für FuE ausgeben: der Anteil bei Unternehmen mit 1 bis 49 Beschäftigten beträgt etwa sieben Prozent, bei Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten nahezu drei Prozent und bei Unternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten mehr als drei Prozent. Der hohe Anteil der FuE-Ausgaben bei kleinen Unternehmen ist beachtlich. Nach Auskunft des SV Wissenschaftsstatistik liegt der Grund mitunter darin, dass insbesondere kleine Unternehmen meist nicht über die sogenannte mindestopoptimale Betriebsgröße für einen effizienten FuE-Betrieb verfügen. Demnach kann ein vergleichsweise geringer Umsatz Treiber für die hohe relative FuE-Intensität der kleinen Unternehmen sein, auch wenn die absoluten FuE-Ausgaben auf einem effizienten Level liegen. Hinzu kommt, dass ein Großteil der Unternehmensnahen Dienstleister, die ebenfalls eine hohe FuE-Intensität aufweisen, aus kleinen Unternehmen der Größenklassen unter 49 Mitarbeitern besteht (Destatis, 2019). Absolut betrachtet entfällt jedoch der Löwenanteil aller FuE-Ausgaben mit 87 Prozent auf große Unternehmen (SV Wissenschaftsstatistik, 2019, 6).

Im Branchenvergleich geben Unternehmensnahe Dienstleister mit einem Anteil von fast acht Prozent relativ am meisten für FuE aus, gefolgt von der IKT-Branche mit circa sechs Prozent, Fahrzeugbau mit mehr als fünf Prozent und Elektrotechnik und Maschinenbau mit rund fünf Prozent. Das Schlusslicht bilden Handel, Tourismus und Sonstiges Produzierendes Gewerbe mit jeweils 0,2 Prozent sowie Verkehr und Logistik mit etwa 0,1 Prozent. Der Vergleich der einzelnen Branchen unterschätzt leicht die tatsächliche Bedeutung des Fahrzeugbaus für die FuE-Landschaft der Unternehmen in Deutschland. Absolut betrachtet verzeichnet der Fahrzeugbau allein 27,4 Milliarden Euro beziehungsweise rund 40 Prozent aller deutschlandweiten internen FuE-Ausgaben der Unternehmen – also der FuE-Aufwendungen, die innerhalb des Unternehmens mit eigenem FuE-Personal durchgeführt werden

(Datenstand 2017, SV Wissenschaftsstatistik, 2019, 4). Zu den Forschungsschwerpunkten zählen dabei Elektromobilität, vernetztes und autonomes Fahren sowie nachhaltige Antriebe. Hinzu kommen noch einmal 12 Milliarden Euro, die für externe FuE-Ausgaben aufgewendet werden – also für Forschungsaufträge, die an andere Unternehmen, Universitäten oder staatliche Forschungsinstitutionen ausgelagert werden. Hauptempfänger davon sind mitunter Unternehmensnahe Dienstleister wie beispielsweise Ingenieure oder wissenschaftliche und technische Entwicklungslabore sowie Forschungseinrichtungen aber auch Beschäftigte in der IKT-Branche wie beispielweise Software-Entwickler (ebenda). Zudem wird die FuE-Tätigkeit hinter den in den Produkten des Fahrzeugbaus enthaltenen Technologien nicht erfasst. Schließt man sie mit ein, zeigt sich, dass allein 59 Prozent aller internen FuE-Ausgaben der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor für den Fahrzeugbau investiert werden (ebenda, 8).

Die gemeinsam betrachteten Branchen Elektrotechnik und Maschinenbau investieren insbesondere schwerpunktmäßig in FuE-Prozesse der Digitalisierung wie beispielweise Industrie 4.0, vernetzte Mobilität und Smarthome im Bereich der Elektrotechnik sowie in das Zusammenspiel von Produktionstechnologien und IT im Bereich des Maschinenbaus (ebenda, 4).

Im Vergleich der Bundeslandgruppen sticht Süddeutschland mit einem überdurchschnittlichen Anteil von 4,5 Prozent hervor. Die restlichen Bundeslandgruppen befinden sich unterhalb des gesamtdeutschen Durchschnitts von 3,1 Prozent: in Norddeutschland geben Unternehmen bezogen auf ihren Gesamtumsatz fast drei Prozent für FuE aus, in Ostdeutschland sind es etwas mehr als zwei Prozent und in Westdeutschland genau zwei Prozent. Die regionalen Unterschiede sind auch durch den Branchenmix in den betrachteten Bundesländern erklärbar. Süddeutschland – bestehend aus Bayern und Baden-Württemberg – beheimatet einen Großteil der Unternehmen der besonders forschungsstarken Industriebranchen Fahrzeugbau, Elektrotechnik und Maschinenbau sowie zahlreiche Unternehmensnahe Dienstleister (SV Wissenschaftsstatistik, 2016, 4). Norddeutschland profitiert dabei teilweise von den FuE-Aktivitäten des Fahrzeugbaus, der allein die Hälfte der FuE-Ressourcen der Unternehmen in Niedersachsen ausmacht. Im Gegensatz hierzu ist der Branchenmix in Westdeutschland ausgeglichener und im Osten fehlt das industrielle Strukturgewicht der Branchen der hochwertigen Technik (ebenda).

3.1.5.2 Forschungs- und Entwicklungspersonal Unternehmen

Neben den Ausgaben für FuE (Abschnitt 3.1.5.1) ist auch das entsprechende Personal ein wichtiger Faktor bei der digitalen Transformation. Entsprechend wird ebenfalls ein Indikator zur Abbildung des FuE-Personals in den Digitalisierungsindex 2020 in die unternehmensinterne Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen vor.

Der Indikator basiert auf Daten zum FuE-Personal in den Unternehmen im Vollzeitäquivalent vom Stifterverband (SV) zum Datenstand 2017. Neben dem FuE-Personal auf gesamtdeutscher Ebene erlaubt die Datenbasis auch eine kleinteiligere Betrachtung einzelner Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und verschiedener Regionstypen. Dabei sind die Daten für einzelne Unternehmensgrößenklassen (SV Wissenschaftsstatistik, 2020b) und Bundeslandgruppen (SV Wissenschaftsstatistik, 2020c) jeweils öffentlich frei zugänglich. Daten zu vereinzelt Branchenaggregaten sind ebenfalls öffentlich verfügbar, jedoch entsprechen die Gruppierungen der einzelnen Wirtschaftszweige nicht den im Index betrachteten Branchenabgrenzungen. Ein Branchentransfer wäre nur unter Inkaufnahme von beträchtlichen Ungenauigkeiten und Inkonsistenzen zu Branchenbetrachtungen anderer Indikatoren durchführbar. Deshalb wurde hiervon abgesehen und stattdessen eine Sonderauswertung beim SV Wissenschaftsstatistik (2020d) für exakt die Wirtschaftszweigaggregate der

Studie beauftragt und im Index verwendet. Das FuE-Personal auf Ebene der einzelnen Regionstypen beziehungsweise auf der dafür benötigten Kreisebene ist öffentlich ebenfalls nicht frei verfügbar, weswegen auch in diesem Fall auf eine weitere Sonderauswertung des SV Wissenschaftsstatistik (2020e) zurückgegriffen wurde.⁶ Für alle Differenzierungsebenen beziehen sich die verwendeten Daten aus Konsistenzgründen jeweils auf den Datenstand 2017.

Um jedoch einzelne Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen sowie Regionstypen jeweils sinnvoll und unverzerrt untereinander vergleichen zu können, wird als Bezugsgröße die Anzahl aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten verwendet. Dabei werden die Beschäftigtenzahlen ebenfalls jeweils differenziert nach Bundeslandgruppen und Regionstypen (BA, 2018b), Branchenzugehörigkeit (BA, 2018c) und Unternehmensgrößenklasse (BA, 2018d) betrachtet. Somit wird angegeben, welchen relativen Stellenwert FuE-Personal in den Unternehmen auf den jeweiligen Differenzierungsebenen einnimmt. Schlussendlich bildet sich die relative Intensität des FuE-Personals beispielsweise für eine Branche, indem die aufsummierten FuE-Beschäftigten der Branchen durch die Summe aller sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Branche dividiert werden. Die Ergebnisse werden pro 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte betrachtet, um sehr kleine Werte zu vermeiden.

In Deutschland sind in Unternehmen durchschnittlich 136 Personen im Bereich FuE pro 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Vollzeitäquivalent angestellt (Tabelle 3-6). Die Betrachtung der unterschiedlichen Unternehmensgrößenklassen zeigt, dass insbesondere große Unternehmen vermehrt FuE-Personal beschäftigen: In der Größenklasse 1 bis 49 Beschäftigte beträgt der Anteil 22, bei Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten 47 und in der Größenklasse 250 und mehr Beschäftigte 348.

Unter den einzelnen Branchen sticht vor allem der Fahrzeugbau heraus, der pro 10.000 Mitarbeitenden 1.283 FuE-Beschäftigte aufweist. Demnach ist durchschnittlich jeder zehnte Mitarbeitende in FuE-Aktivitäten des Unternehmens involviert. Ebenfalls überdurchschnittlich forschungsintensiv sind die Branchen Elektrotechnik und Maschinenbau mit einem Anteil von 671 sowie Grundstoffe, Chemie und Pharma mit 492 sowie IKT mit 427 und Unternehmensnahe Dienstleister mit 238. Dagegen weit unterdurchschnittlicher ist die Intensität des FuE-Personals im Handel (10), im Sonstigen Produzierenden Gewerbe (9) und in Verkehr und Logistik (5). Schlusslicht bildet die Tourismusbranche, die auf einen Anteil von 0,04 kommt.

Unternehmen in Süddeutschland weisen mit einem Anteil von 225 pro 10.000 Mitarbeitenden überdurchschnittlich viele FuE-Beschäftigte auf. West- und Norddeutschland liegen knapp unter dem deutschlandweiten Durchschnitt mit Anteilen von 107 (West) und 100 (Nord). Im Osten kommen nur 69 FuE-Beschäftigte auf 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Dabei zeigen sich auch Unterschiede zwischen den einzelnen Regionstypen: die höchste Dichte an FuE-Beschäftigten weisen hochverdichtete ländliche Räume mit 193, gefolgt von Kernstädten mit 173, Agglomerationsräumen mit 146, verdichteten ländlichen Räumen mit 93 und geringverdichteten ländlichen Räumen mit 65 auf. Die Verteilung der FuE-Intensität auf die einzelnen Regionstypen ist ebenfalls durch die Dominanz des Fahrzeugbaus oder sonstiger Großunternehmen aus den besonders forschungsintensiven Branchen geprägt. An den jeweiligen Standorten und im unmittelbaren Umland bildet sich dadurch ein besonders forschungsintensives Umfeld. Grund ist, dass die regionale Nähe zu Vorteilen für Kooperationen zwischen FuE-relevanten Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft führt (SV Wissenschaftsstatistik, 2016, 8). Ein besonders innovatives Umfeld strahlt dabei eine Anziehungskraft auf

⁶ Dabei wird die FuE-Beschäftigtenanzahl in einzelnen Fällen wie beispielsweise in der Region Braunschweig nur auf der höhergelagerten Regionsebene, nicht jedoch auf Kreisebene, vom SV Wissenschaftsstatistik ausgewiesen. In diesen Fällen wird die Anzahl an beschäftigten Ingenieuren für die Region auf Kreisebene im gleichen Zeitraum (BA, 2018a) als Hilfsvariable verwendet, um die FuE-Beschäftigten approximativ auf die einzelnen Kreise und kreisfreien Städte zu verteilen. Davon betroffen sind 22 der insgesamt 401 Kreise und kreisfreien Städte.

weitere forschungsintensive Unternehmen, Hochschulen oder staatliche Forschungseinrichtungen aus, denn hier lassen sich besonders vorteilhafte FuE-Kooperationen eingehen. Diese Leuchttürme bilden vorwiegend die Regionen Stuttgart, Darmstadt, München und Ingolstadt sowie Wolfsburg. Generell zählen aber auch die Rhein-Necker- und Rhein-Main-Region als besonders forschungsintensiv. Das besonders innovative Umfeld in Süddeutschland prägen jedoch neben den Stammsitzen der großen Automobilhersteller auch große Zulieferer und führende Elektronikhersteller wie Siemens und Bosch (ebenda). Dabei ist die Region rund um Stuttgart am stärksten diversifiziert, da sie gleichzeitig große und besonders forschungsintensive Unternehmen der Branchen Fahrzeugbau, IKT und Elektrotechnik und Maschinenbau beheimatet. Nicht zuletzt deshalb wird hier die höchste Forschungsintensität erzielt (ebenda).

Die Betrachtung des FuE-Personals der Unternehmen zeigt demnach ein zu den FuE-Ausgaben der Unternehmen passendes Bild. Treibende Gründe für eine besonders hohe Forschungsintensität des Fahrzeugbaus sowie in Süddeutschland sind bei beiden Betrachtungen sehr ähnlich. Diese Überschneidung wird bei der Gewichtung der beiden Indikatoren im Index berücksichtigt (Büchel et al., 2020a). Nichtsdestotrotz weisen beide Indikatoren keine identische Verteilung auf die betrachteten Gruppen auf. So zeigt beispielsweise die Betrachtung der unterschiedlichen Unternehmensgrößenklassen gegensätzliche Ergebnisse: kleine Unternehmen investieren im Vergleich zu mittelgroßen und großen relativ betrachtet zwar am meisten, weisen jedoch die geringste Intensität des FuE-Personals aus. Dies liegt nicht zuletzt an der unter Abschnitt 3.1.5.1 bereits erwähnten mindestopimalen Betriebsgröße für einen effizienten FuE-Betrieb bei kleinen Unternehmen, die sich meist in der Dimension der FuE-Ausgaben deutlicher ausdrückt als im FuE-Personal. Auch bei der Betrachtung der einzelnen Branchen zeigen sich leichte Unterschiede zwischen der Intensität des FuE-Personals und der FuE-Aufwendungen. Deshalb werden im Digitalisierungsindex beide Dimensionen abgebildet, in denen sich FuE-Kapazitäten zum Ausdruck bringen, um auch zukünftig indikatorspezifische Entwicklungen abbilden zu können.

3.1.5.3 Digitalisierungsaffine Patente der Unternehmen

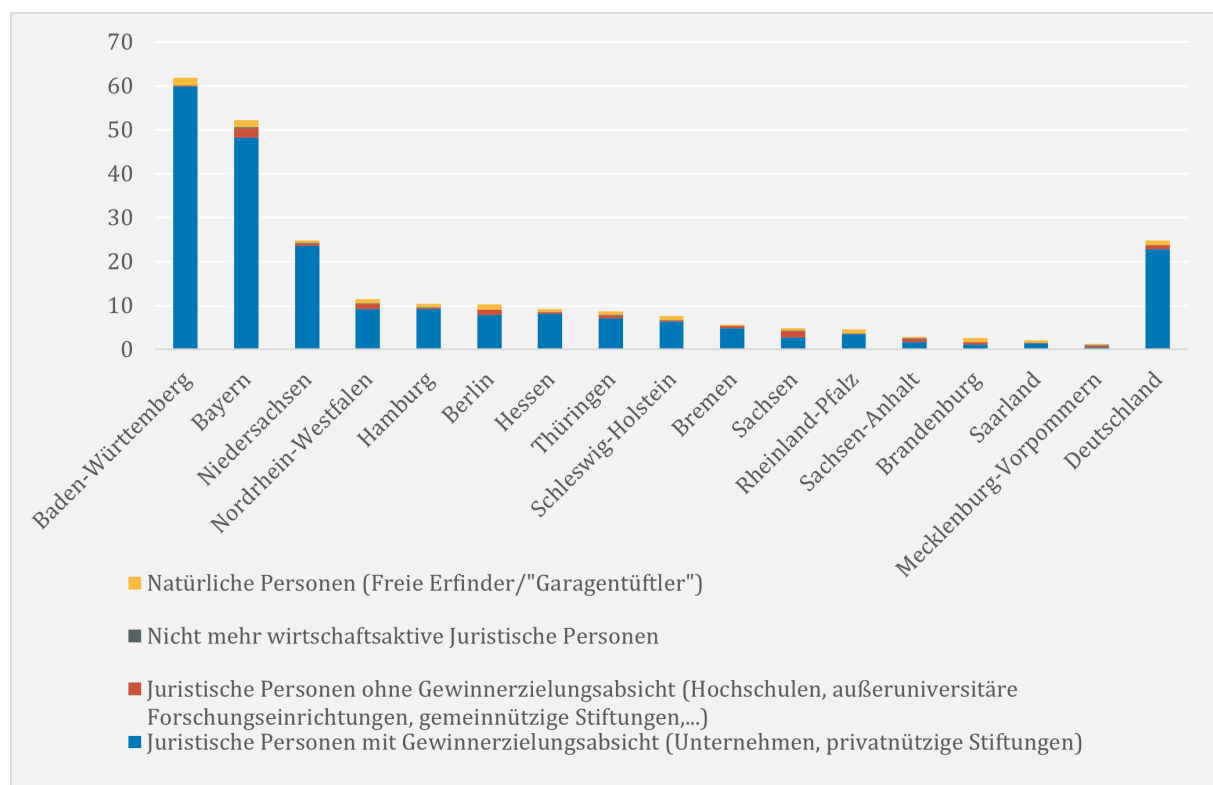
In den bisherigen Indikatoren (Abschnitt 3.1.5.1 und Abschnitt 3.1.5.2) wurden im Wesentlichen Inputs im Rahmen der Forschung betrachtet. Um ein vollständiges Bild der FuE im Bereich der Digitalisierung in Deutschland zu zeichnen, muss jedoch auch der Forschungsoutput mitbetrachtet werden. Daher wird in diesem Abschnitt⁷ anhand von Patentanmeldungen eine Outputmessung der Forschungsanstrengungen vorgenommen, die in Deutschland entwickelt wurden. Das Vorgehen zur Identifikation von Digitalisierungstechnologien ist im Anhang A.1 ausführlich dargestellt.

Auf Basis der identifizierten Technologien können die Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt anschließend daraufhin analysiert werden, ob sie als ein digitalisierungsaffines Patent gewertet werden können oder nicht. Anhand der öffentlichen Anmeldedaten kann so neben dem Anmeldertyp (Unternehmen, Privatperson usw.) für Unternehmen auch die Branche sowie Unternehmensgrößenklasse und für alle Anmeldenden anhand der Postleitzahl das Bundesland und der Agglomerationsraum bestimmt werden. Mittels dieser Anmeldedaten können Patente ebenfalls für Privatpersonen und Forschungseinrichtungen angegeben werden. Die Patente dieser Gruppen werden über Indikatoren in der Kategorie *Innovationslandschaft* abgebildet (Abschnitt 3.2.5). Bevor der Indikator der digitalisierungsaffinen Unternehmenspatente für die unternehmensinterne Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* beschrieben wird, ist es aufschlussreich, zunächst die wesentlichen Ergebnisse der Patentanalyse näher zu betrachten.

⁷ Dieser Absatz bildet eine nahezu wortgetreue Vorabveröffentlichung von Teilen des im Erscheinen begriffenen IW-Reports Kohlisch/Koppel (2021 forthcoming) zum Thema digitalisierungsaffiner Patentanmeldungen.

Um die Patentaktivität im Bereich der Digitalisierung regional oder über verschiedene Branchen hinweg vergleichbar zu machen, werden die digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen mit den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ins Verhältnis gesetzt (Abbildung 3-4). Baden-Württemberg weist mit einem Wert von 62 Patentanmeldungen je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten die höchste Patentleistung im Bereich Digitalisierung auf und bringt es im Vergleich zum Bundesdurchschnitt auf eine mehr als doppelt so hohe Dichte digitaler Patente. Gleiches gilt für Bayern, das mit einem Wert von 52 ebenfalls eine exzellente Leistung erzielt. Niedersachsen, welches im Innovationsbereich von seinem digitalisierungsaffinen Automobilstandort Wolfsburg dominiert wird, bringt es zumindest noch auf einen Wert leicht oberhalb des Bundesschnitts von etwa 25, doch sämtliche anderen Bundesländer schaffen es nicht, die große Lücke zu diesem, geschweige denn zu den südlichen Flächenländern zu schließen. Thüringen, das mit Jena über einen Innovationshotspot von Welt-rang verfügt, nimmt in puncto selbst hervorgebrachter Digitalisierungstechnologie mit Abstand den Spitzenplatz unter den ostdeutschen Flächenländern ein. Zusammenfassend jedoch zeigt sich in puncto anwendungsorientierter Digitalisierungsforschung ein starkes Gefälle, das von den sehr digitalisierungsstarken süddeutschen Flächenländern geprägt wird.

Abbildung 3-4: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Bundesländern und Anmeldertyp Prioritätsjahr 2017; Anmeldersitz; fraktionale Zuordnung; je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Kohlisch/Koppel, 2021 forthcoming

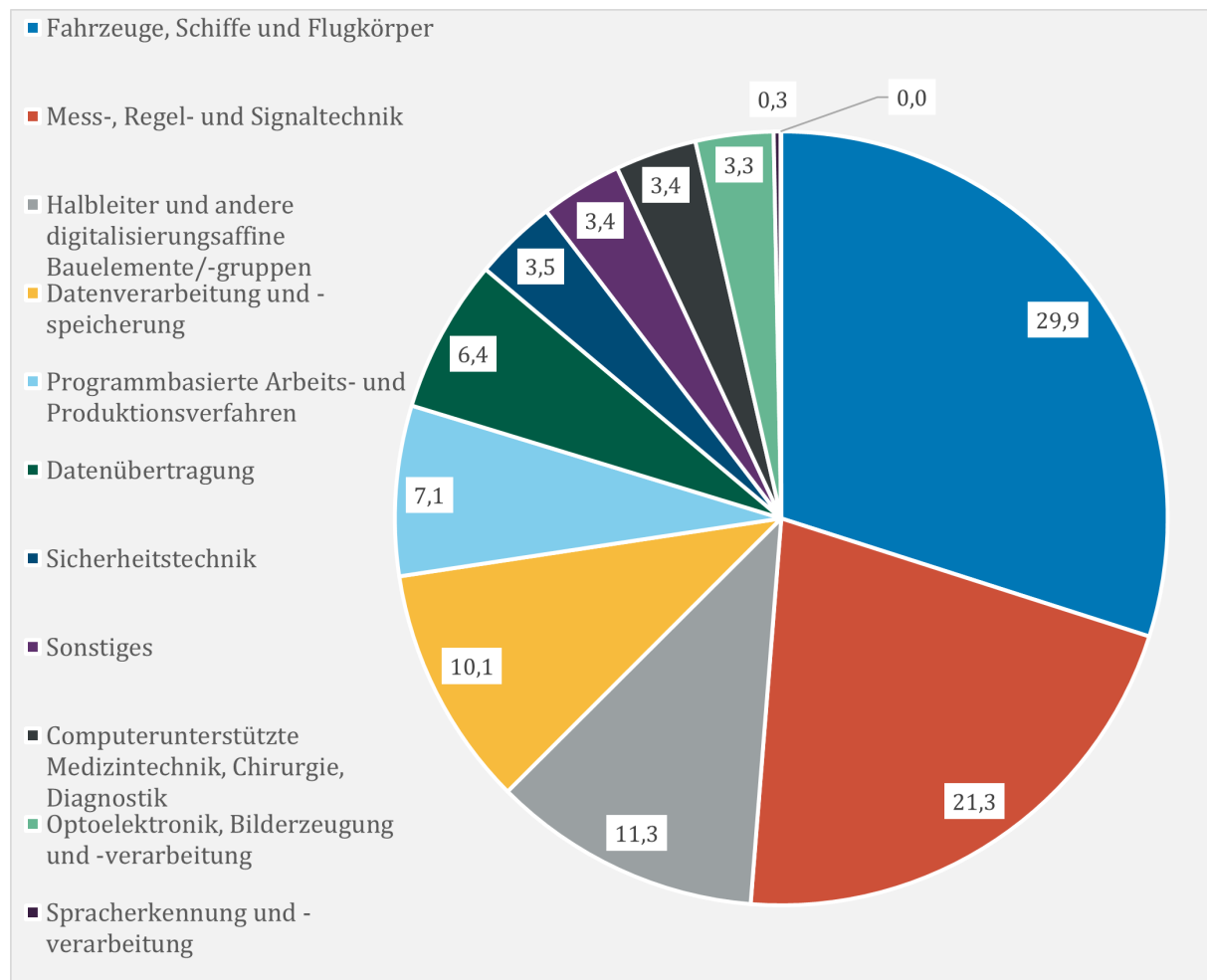
Ein weiteres Kernergebnis der Abbildung 3-4 ist, dass sich für anwendungsnahe Digitalisierungsforschung nahezu ausschließlich Unternehmen verantwortlich zeichnen. Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und andere nicht gewinnerzielungsorientierte juristische Personen und auch freie Erfinder leisten ebenfalls einen Beitrag, doch dominiert die Wirtschaft die Ergebnisse in jedem Bundesland und folglich auch im Bundesschnitt. Von allen digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen des Jahres 2017 entfallen

- 91,6 Prozent auf juristische Personen mit Gewinnerzielungsabsicht (Unternehmen, privatnützige Stiftungen),
- 4,3 Prozent auf natürliche Personen (Freie Erfinder/"Garagentüftler"),
- 3,8 Prozent auf juristische Personen ohne Gewinnerzielungsabsicht (Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, gemeinnützige Stiftungen, gGmbHs, ...) sowie
- 0,3 Prozent auf Stand heute nicht mehr wirtschaftsaktive juristische Personen.

Abbildung 3-5 zeigt die Binnenstruktur der digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen differenziert nach Einsatzgebieten. Korrespondierend mit der Stellung der Automobilindustrie als Innovations-treiber und mit Abstand patentaktivster Branche (Koppel et al., 2019) dominieren auch in der digitalisierungsspezifischen Binnenstruktur mit einem Anteil von 30 Prozent Patentanmeldungen aus solchen IPC-Untergruppen (Anhang A.1), die sortenrein in Fahrzeugen, Schiffen oder Flugkörpern zum Einsatz kommen. Weitere 21 Prozent der digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen entfallen auf digitale Mess-, Steuer- und Regeltechnik, die nicht zuletzt in den Produkten der Elektroindustrie und des Maschinenbaus Anwendung findet. Immerhin jede 30. digitalisierungsaffine Patentanmeldung stammt aus dem Bereich der computerunterstützten Medizintechnik.

Abbildung 3-5: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Einsatzgebiet

Prioritätsjahr 2017; Anmeldersitz; fraktionale Zuordnung, in Prozent



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Kohlisch/Koppel, 2021 forthcoming

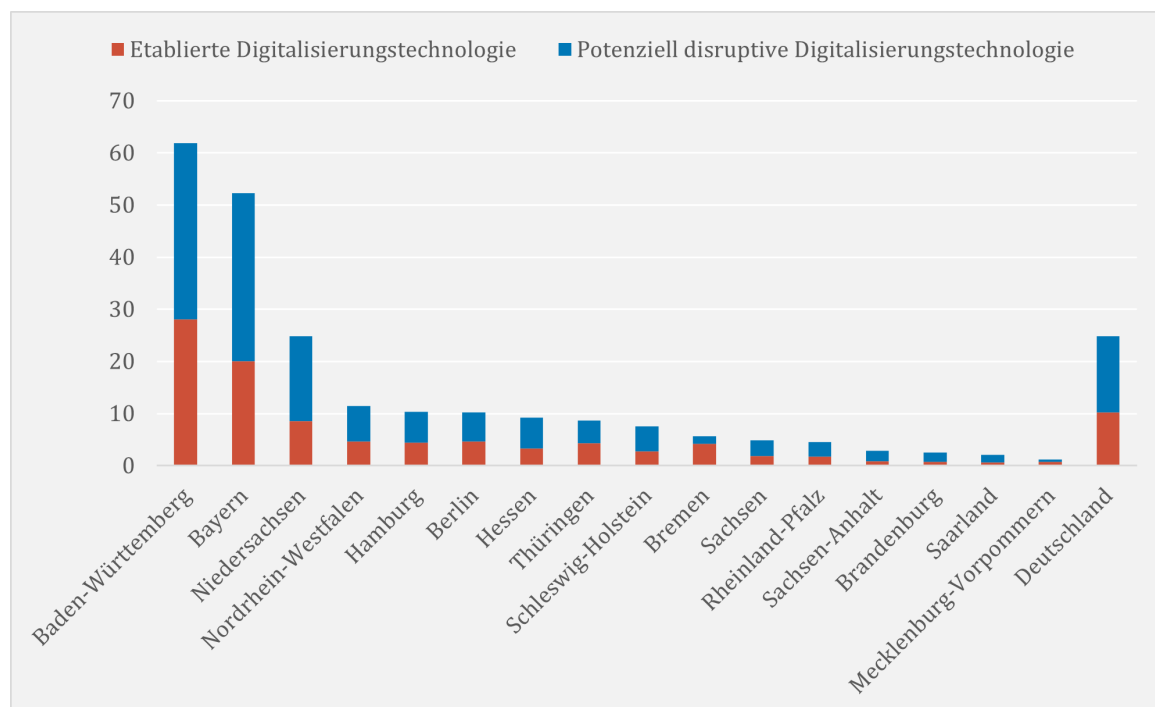
Die Unterteilungen der Einsatzgebiete in Abbildung 3-5 sind nicht durchgehend trennscharf. So sind beispielsweise sämtliche IPC-Untergruppen bildgebender Verfahren in der Kategorie „Optoelektronik, Bilderzeugung und -verarbeitung“ subsumiert, obwohl sie ebenfalls in der computerunterstützten Medizintechnik Anwendung finden. Stereoskopische Videosysteme werden darüber hinaus sogar im Fahrzeugbereich verbaut. Bei diesen sporadisch auftretenden Überlappungen wurde für die betroffene IPC-Untergruppe nach Möglichkeit diejenige Kategorie gewählt, welche deren originäre technische Eigenschaft am besten repräsentiert.

Abschließend weist Abbildung 3-6 ergänzend zu Abbildung 3-4 die Dichte der digitalisierungsaffinen Patente, das ist die Anzahl je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, differenziert nach dem Typ der Digitalisierungstechnologie aus. Die Einteilung in die Kategorien „potenziell disruptiv“ und „etabliert“ erfolgt separat für jede IPC-Untergruppe. Die in Abbildung 3-6 ausgewiesenen Einsatzbereiche sind folglich nicht als Ganzes „potenziell disruptiv“ bzw. „etabliert“, sondern jeder Einsatzbereich zu einem bestimmten Grad.

Die Kernbotschaft der Abbildung 3-6 besagt, dass aktuell immerhin mehr als jede zweite Digitalisierungsanmeldung in einem potenziell disruptiven Technologiefeld erfolgt. Deutschland und insbesondere seine Unternehmen forschen in puncto Digitalisierung folglich mehrheitlich in zukunftsträchtigen Bereichen. Die gelegentlich geäußerte Einschätzung und öffentliche Wahrnehmung, Deutschland verschleife den digitalen Wandel, dürfte auch darin begründet sein, dass es – wie Abbildung 3-6 zeigt – im Business-to-Customer-Bereich (B2C), also den stark kundennahen Einsatzgebieten wie Spracherkennung oder Videospiele/Unterhaltungselektronik, nur in Ausnahmefällen präsent ist. Die objektiven Daten widerlegen diese Einschätzung jedoch eindrücklich, denn Deutschlands Stärken in puncto Digitalisierung sind sehr wohl vorhanden und sogar ausgeprägt, liegen jedoch in erster Linie im Business-to-Business-Bereich (B2B).

Abbildung 3-6: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Digitalisierungstyp

Anmeldejahr 2017; Anmeldersitz; fraktionale Zuordnung; je 100.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten



Quelle: Kohlisch/Koppel, 2021 forthcoming

Für die Darstellung im Digitalisierungsindex 2020 werden in der unternehmensinternen Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* lediglich diejenigen digitalisierungsaffinen Patente betrachtet, die einem Unternehmen – also einer juristischen Person mit Gewinnerzielungsabsicht – zugeordnet werden. Anhand der Anmeldedaten des Patents können die Patente auch nach Unternehmensgrößenklasse, Branche, Bundeslandgruppe sowie Regionstyp aufgeschlüsselt werden. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, wird die absolute Anzahl an digitalisierungsaffinen Patenten zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ins Verhältnis gesetzt. Entsprechend gibt der Indikator die Patente pro 10.000 Beschäftigte an. In den Indikator fließen die Patente des Jahres 2017 ein. Aufgrund der Tatsache, dass eine Veröffentlichung erst 18 Monate nach der Anmeldung erfolgt, bildet dieses Jahr den verfügbaren Stand beim Deutschen Patent- und Markenamt ab (vgl. Anhang A.1). Deutschlandweit wurden in diesem Jahr hier etwas mehr als zwei Patente pro 10.000 Beschäftigte verzeichnet (Tabelle 3-6).

Anhand der Werte in Tabelle 3-6 wird deutlich, dass dem Fahrzeugbau in Bezug auf die digitalisierungsaffinen Patente eine absolute und relative Ausnahmestellung zukommt. Mit fast 42 digitalisierungsaffinen Patenten pro 10.000 Beschäftigte verzeichnet diese Branche nahezu das Fünffache der Patente der Branche mit den zweitmeisten Patenten: Der IKT-Branche mit weniger als neun Patenten. Die Branche Elektrotechnik und Maschinenbau (8,4) folgt knapp dahinter. Diese beiden Branchen weisen jedoch immer noch doppelt so viele digitalisierungsaffine Patente je 10.000 Beschäftigte aus als es dem Durchschnitt aller betrachteten Branchen entspricht. Dies unterstreicht die Ausnahmeposition des Fahrzeugbaus nochmals. Die hohe Anmeldetätigkeit des Fahrzeugbaus, aber auch der IKT-Branche und der Branche Elektrotechnik und Maschinenbau sorgt relativ gesehen dafür, dass die anderen Branchen unterdurchschnittlich abschneiden.

Insbesondere die Stärke des Fahrzeugbaus beeinflusst auch die Verteilung der digitalisierungsaffinen Patente nach Bundesländern (Abbildung 3-4). Folglich liegt die Bundeslandgruppe Süd mit etwas mehr als fünf digitalisierungsaffinen Patenten pro 10.000 Beschäftigten weit vorn, da die zwei stärksten Bundesländer durch diese Gruppe abgedeckt werden. Mit nahezu zwei Patenten folgt die Bundeslandgruppe Nord, die von den hohen Werten Niedersachsens profitiert. Mit weniger als einem Patent pro 10.000 Beschäftigte folgt die Bundeslandgruppe West vor den östlichen Bundesländern (0,4 Patente).

Bezogen auf die Unternehmensgröße kann festgehalten werden, dass kleine und mittlere Unternehmen mit circa 0,3 digitalisierungsaffinen Patenten pro 10.000 Beschäftigte ungefähr gleichauf liegen. Die Großunternehmen kommen mit mehr als sechs Patenten auf einen mehr als 20-mal größeren Wert. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass die Unternehmen des Fahrzeugbaus vor allem zu den großen Unternehmen zählen. Die bessere Ressourcenausstattung bei großen Unternehmen dürfte ebenfalls eine Rolle spielen.

Von den Differenzierungsebenen des Digitalisierungsindex 2020 sind die Unterschiede bei den Regionstypen am geringsten ausgeprägt. Die Kernstädte (2,2 Patente pro 10.000 Beschäftigte) und die hochverdichteten ländlichen Räume (1,9) liegen im Bereich des gesamtdeutschen Durchschnitts (2,3). Die Agglomerationsräume weisen mit etwas mehr als vier Patenten einen überdurchschnittlichen Wert auf. Die verdichteten und geringverdichteten ländlichen Räume liegen mit rund einem halben Patent unterhalb des Durchschnitts. Somit konnten in allen Regionstypen Forschungsleistungen verzeichnet werden. Dies deutet darauf hin, dass es auch in allen Regionstypen Unternehmen gibt, die sich der digitalen Transformation stellen.

3.2 Unternehmensextern

Für die in Abschnitt 2 identifizierten unternehmensexternen Kategorien, die die Rahmenbedingungen für die Digitalisierung der Wirtschaft maßgeblich beeinflussen, wurden entsprechend der Auswahlkriterien ebenfalls Indikatoren ausgewählt. Anhand dieser Indikatoren sollen die Effekte auf die Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland in diesem Abschnitt ausführlich nachgezeichnet werden.

3.2.1 Technische Infrastruktur

Die technische Infrastruktur ist aufgrund der Tatsache, dass sie die Vernetzung aller Akteure ermöglicht, ein entscheidender Faktor der digitalen Transformation. Sie steht zudem allen Akteurinnen und Akteuren – inklusive der juristischen Personen – der Gesellschaft zur Verfügung. Aus diesem Grund bildet der Digitalisierungsindex 2020 die technische Infrastruktur mit einer eigenen unternehmensexternen Kategorie ab. Diese Kategorie besteht aus den vier Indikatoren Breitbandverfügbarkeit Gewerbe (Abschnitt 3.2.1.1), Breitbandverfügbarkeit Haushalte (Abschnitt 3.2.1.2), Festnetz- und Internetpreis sowie Mobilfunkpreis (zusammengefasst in Abschnitt 3.2.1.3). Damit werden nicht nur die Möglichkeiten der Infrastruktur, sondern auch die Preise für deren Nutzung integriert. Tabelle 3-7 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Technische Infrastruktur* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den jeweils verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-7: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Technische Infrastruktur in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Technische Infrastruktur	Breitband- verfügbarkeit Gewerbe	Breitband- verfügbarkeit Haushalte	Festnetz- und Internetpreis	Mobilfunkpreis
Einheit des Indikatorwerts Einheit der Basisdaten	Punkte (Prozent)	Punkte (Prozent)	Punkte (Prozent des Preises von 2015)	Punkte (Prozent des Preises von 2015)
Deutschland				
	100 (28,7)	100 (43,1)	100 (104,4)	100 (94,5)
Bundeslandgruppen				
Süd (BW, BY)	103,8 (29,7)	77,0 (33,2)		
West (HE, NW, RP, SL)	78,0 (22,3)	99,7 (42,9)		
Nord (HB, HH, NI, SH)	151,1 (43,3)	149,5 (64,4)		
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	89,2 (25,6)	92,4 (39,8)		

Kategorie: Technische Infrastruktur	Breitband- verfügbarkeit Gewerbe	Breitband- verfügbarkeit Haushalte	Festnetz- und Internetpreis	Mobilfunkpreis
Regionstypen				
Agglomeration	169,1 (48,5)	167,6 (72,2)		
Kernstädte	136,7 (39,2)	148,9 (64,1)		
Hochverdichtete ländliche Räume	64,2 (18,4)	65,0 (28,0)		
Verdichtete ländliche Räume	59,4 (17,0)	58,3 (25,1)		
Geringverdichtete ländliche Räume	69,0 (19,8)	57,0 (24,6)		

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020). Für die grauen Zellen liegen keine Daten vor.
Quelle: Eigene Berechnung

3.2.1.1 Breitbandverfügbarkeit Gewerbe

Die Verfügbarkeit einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur – verstanden als Breitbandinfrastruktur – ist die wesentliche Voraussetzung dafür, dass überhaupt eine Digitalisierung der Wirtschaft stattfinden kann. Nur wenn der Anschluss an das Internet gewährleistet ist, können darauf Produkte und Dienstleistungen aufgebaut sowie Prozesse und Geschäftsmodelle angepasst werden. Ein leistungsfähiges Breitbandnetz ist damit die notwendige Bedingung für die Digitalisierung der Wirtschaft. Dabei ist allerdings nicht nur bedeutsam, dass überhaupt Breitbandnetze vorhanden sind, sondern sie müssen auch eine hohe Geschwindigkeit der Datenübertragung gewährleisten und große Datenpakete verzögerungsfrei übertragen können. Nur dann kann das volle Potenzial der Digitalisierung auch gehoben werden. Dies gilt umso mehr, als viele zukunftssträchtige digitale Anwendungen, wie etwa Cloud-Dienstleistungen oder Internet of Things (IoT), besonders datenintensiv sind.

Außerdem kommt der regionalen Verteilung der schnellen Breitbandnetze eine besondere Rolle zu: so genannte „weiße Flecken“, also weitestgehend unversorgte Bereiche, führen zu einer aus wirtschaftlicher Sicht geringen Attraktivität einer Region und können dazu führen, dass diese im Vergleich zu mit digitaler Infrastruktur besser erschlossenen Regionen zurückbleibt (Demary et al., 2019b, 221 ff.). Damit werden Breitbandnetze für Unternehmen auch zu einem wichtigen Standortfaktor, der über einen Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Technische Infrastruktur* einfließt.

Die Daten für den Indikator Breitbandverfügbarkeit Gewerbe stammen aus einer Sonderauswertung der atene KOM, die im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die Daten des Breitbandatlas zusammenträgt und aufbereitet. Der Indikator gibt an, an welchem Anteil der Gewerbestandorte eine Verfügbarkeit von leitungsgebundenem Breitband mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1.000 Mbit/s gegeben ist. Dies bedeutet nicht, dass die dort ansässigen Unternehmen auch tatsächlich diese Geschwindigkeit nutzen, sondern dass dies theoretisch möglich ist. Die vergleichsweise hohe Geschwindigkeit von 1.000 Mbit/s wurde mit Blick auf die Zukunftsfähigkeit der Netze und die (zukünftigen) Anforderungen an diese bewusst gewählt. Zudem ist

im Koalitionsvertrag der Bundesregierung das Ziel des flächendeckenden Ausbaus von Gigabit-Netzen, also Netzen mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1.000 Mbit/s bis zum Jahr 2025 verankert (CDU/CSU/SPD, 2018, 38f.).

Der Indikator bildet nicht trennscharf die Breitbandverfügbarkeit von Unternehmen ab, sondern bezieht sich auf Gewerbegebiete und die dort ansässigen Unternehmen. Die Breitbandverfügbarkeit von nicht in Gewerbegebieten angesiedelten Unternehmen kann durch den Indikator Breitbandverfügbarkeit Haushalte approximiert werden, der die sonstigen Gebiete (und damit den Großteil der Fläche in Deutschland) abdeckt. Die Daten liegen auf Kreisebene vor und können damit zu Bundeslandgruppen und Regionstypen aggregiert werden. Die Werte, die in den Index 2020 eingehen, bilden den Datenstand Ende 2019 ab.

Ende 2019 lag der Anteil der Gewerbestandorte, an denen Breitbandinternet über leitungsgebundene Technologien mit mindestens 1.000 Mbit/s verfügbar war, bei rund 29 Prozent. Die Unterschiede zwischen den vier Bundeslandgruppen sind dabei erheblich (Tabelle 3-7). Den niedrigsten Wert mit rund 22 Prozent der Gewerbestandorte weist die Bundeslandgruppe West auf. Im Unterschied dazu liegt der Anteil in der Bundeslandgruppe Nord mit rund 43 Prozent um 21 Prozentpunkte höher. Die Bundeslandgruppe Süd liegt etwa auf dem Niveau des Durchschnitts, während der Osten mit rund einem Viertel der Gewerbestandorte unterhalb des Durchschnitts der Breitbandverfügbarkeit abschneidet.

Die Betrachtung der fünf Regionstypen zeigt erwartbar ebenfalls ein heterogenes Bild (Tabelle 3-7): Agglomerationen weisen mit 48,5 Prozent den größten Anteil der Gewerbestandorte mit Verfügbarkeit schneller Netzzugänge auf. Mit rund 39 Prozent liegen auch die Kernstädte noch oberhalb des Durchschnitts. Dagegen fallen die ländlichen Regionen fast unabhängig von dem Ausmaß ihrer Verdichtung deutlich ab: Sie sind alle unterdurchschnittlich und zeigen Anteile zwischen 17 Prozent (verdichtete ländliche Räume) und fast 20 Prozent (geringverdichtete ländliche Räume) der Gewerbestandorte.

Die Ergebnisse des Indikators Breitbandverfügbarkeit Gewerbe zeigen deutlich, dass innerhalb Deutschlands starke Unterschiede in der Versorgung mit Breitband in Gewerbegebieten bestehen. Diese kommen vor allem durch den unterschiedlich intensiven Ausbau des Breitbandnetzes in städtischen und ländlichen Räumen zustande. Während in den westdeutschen Stadtstaaten Hamburg und Bremen durchschnittlich in mehr als 71 Prozent und in Berlin in rund 56 Prozent der Gewerbestandorte Geschwindigkeiten von mindestens 1.000 Mbit/s zur Verfügung stehen, liegen ländlich geprägte Räume deutlich zurück. Das gute Abschneiden insbesondere von Hamburg sowie einzelnen norddeutschen Städten wie Lübeck und Oldenburg treibt das Gesamtergebnis der bei diesem Indikator führenden Bundeslandgruppe Nord. Die vielen ländlichen Räume im Osten Deutschlands beeinflussen das unterdurchschnittliche Resultat der Bundeslandgruppe Ost.

Die Schlussfolgerung, dass ländliche Räume bei der Breitbandverfügbarkeit zurückliegen, ist keine neue Erkenntnis: Auch bei der Betrachtung geringerer Geschwindigkeiten ist die Breitbandverfügbarkeit besonders im ländlichen Raum eine Herausforderung (Demary et al., 2019b, 221 ff.). Dies liegt unter anderem daran, dass die Kosten für einen Ausbau der digitalen Infrastruktur in Ballungsgebieten bezogen auf den einzelnen Anschluss geringer sind, weil die Nachfrager sowie Nachfragerinnen in größerer räumlicher Nähe zu finden sind. Die Folge solcher Unterschiede in der Verfügbarkeit von leistungsfähigen Breitbandnetzen können Wettbewerbsnachteile für Unternehmen in den Gewerbegebieten sein, in denen keine großen Breitbandgeschwindigkeiten erreicht werden. Damit alle Unternehmen die Chancen der Digitalisierung gleichermaßen für sich nutzen können, ist es daher essenziell, gerade in den unterversorgten Regionen den Ausbau voranzutreiben.

Gleichzeitig gilt es, nicht nur auf diese Herausforderung der Diskrepanz zwischen städtischen und ländlichen Räumen zu fokussieren. Vor dem Hintergrund des erklärten Gigabit-Ziels der Bundesregierung bis 2025 sind selbst die besseren Ergebnisse der einzelnen Kreise und kreisfreien Städte bei diesem Indikator zumeist noch nicht zufriedenstellend. Um hier bessere Ausgangsbedingungen für eine erfolgreiche Digitalisierung der Wirtschaft zu schaffen, ist es neben dem Abbau der Heterogenität auch bedeutsam, das Niveau der gewerblichen Breitbandverfügbarkeit insgesamt zu heben.

3.2.1.2 Breitbandverfügbarkeit Haushalte

Neben der bereits angesprochenen Bedeutung der Verfügbarkeit leistungsfähiger Breitbandnetze für die Wirtschaft (Abschnitt 3.2.1.1), besitzt die digitale Infrastruktur auch hohe gesellschaftliche Relevanz. Nur wenn schnelle Netze vorhanden sind, ist Teilhabe im Sinne einer Nutzung digitaler Produkte und Dienstleistungen – wozu auch Informationsdienstleistungen zählen – möglich. Damit stellt die Breitbandverfügbarkeit aus dieser Sicht auch eine notwendige Bedingung für die Digitalisierung der Gesellschaft und damit nicht zuletzt für das Vorhandensein einer Nachfrage für die (neuen) Produkte und Dienstleistungen der Unternehmen dar. Die Bedeutung von leistungsfähigen Breitbandanschlüssen für die Gesellschaft wird auch in der vom Bundeskabinett verabschiedeten Novelle des Telekommunikationsgesetzes deutlich, die dezidiert ein „Recht auf schnelles Internet“ beinhaltet (BMW/BMVI, 2020, §155). Dazu kommt eine Dominanz von Mischgebieten, die gleichzeitig Kleinunternehmen und private Haushalte beherbergen (Büchel et al., 2020, 7). Auch vor diesem Hintergrund ist eine Einbeziehung der Breitbandverfügbarkeit der Haushalte sinnvoll. Daher wird sie über einen Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Technische Infrastruktur* in den Digitalisierungsindex 2020 integriert.

Die Daten für diesen Indikator stammen aus einer Sonderauswertung der atene KOM für das BMVI (vgl. Abschnitt 3.2.1.1). Der Indikator zeigt den Anteil der Haushalte, für die eine Verfügbarkeit eines Breitbandanschlusses mit einer Geschwindigkeit vom mindestens 1.000 Mbit/s auf Basis leitungsgebundener Technologien gegeben ist. Es handelt sich hierbei um eine theoretische Verfügbarkeit, nicht um die tatsächlich vertraglich zwischen Haushalten und Breitbandanbieter vereinbarten Geschwindigkeiten.

Da die Daten auf Kreisebene vorliegen, ist eine Aggregation zu Bundeslandgruppen und zu Regionstypen möglich. Zwar misst der Indikator auf Basis der Haushalte; es ist jedoch davon auszugehen, dass er auch die Breitbandverfügbarkeit der Unternehmen in den Regionen gut abbildet. Die Werte im Index 2020 stammen von Ende 2019.

Bezogen auf leitungsgebundene Technologien lag der Anteil der privaten Haushalte, dem Breitband mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1.000 Mbit/s zur Verfügung stand, Ende 2019 bei knapp 43 Prozent. Es gibt dabei deutliche Unterschiede zwischen den Bundeslandgruppen (Tabelle 3-7). Am besten schneidet hier – ebenso wie bei der Breitbandverfügbarkeit an Gewerbestandorten (Abschnitt 3.2.1.1) – die Bundeslandgruppe Nord ab. Mit einem Anteil von rund 64 Prozent der Haushalte beträgt der Abstand zum bundesweiten Durchschnitt mehr als 21 Prozentpunkte. Die Bundeslandgruppe ist damit die einzige oberhalb des Durchschnitts. Am schlechtesten ist das Ergebnis bei diesem Indikator für die Bundeslandgruppe Süd, die einen Anteil von etwa 33 Prozent der Haushalte erreicht.

Die Heterogenität setzt sich – analog zum Indikator Breitbandverfügbarkeit Gewerbe (Abschnitt 3.2.1.1) – auch in Bezug auf die Regionstypen fort (Tabelle 3-7). Während in den Agglomerationen für rund 72 Prozent der Haushalte schnelles Breitband verfügbar ist, sind es noch etwa 64 Prozent in

den Kernstädten. Die ländlichen Regionen erreichen dagegen deutlich unterdurchschnittliche Resultate von zwischen knapp 28 Prozent (hochverdichtete ländliche Räume) und etwa 25 Prozent (geringverdichtete ländliche Räume).

Die deutlichen Unterschiede zwischen der Breitbandversorgung der städtischen und der ländlichen Regionen, die schon in Bezug auf die Gewerbestandorte aufgetreten sind (vgl. Abschnitt 3.2.1.1), liegen auch hinsichtlich der privaten Haushalte vor. Insgesamt sind die Werte in Bezug auf die letzteren aber etwas positiver: So erreichten die norddeutschen Stadtstaaten Hamburg und Bremen bei der Verfügbarkeit von Breitbandinternet mit mindestens 1.000 Mbit/s schon Werte von knapp 95 Prozent. Berlin liegt bei rund 85 Prozent der Haushalte. Umso gravierender ist der Abstand zu den ostdeutschen Flächenländern mit im Schnitt 26 Prozent der Haushalte.

Offenbar ist der Breitbandausbau in Bezug auf die privaten Haushalte schon weiter vorangekommen als in Bezug auf Gewerbegebiete. Dennoch bleibt die Problematik identisch: Es gibt viele Kreise und kreisfreie Städte, in denen der Anteil der Haushalte oder auch der Gewerbestandorte mit schnellem Breitbandnetz unterhalb von zehn Prozent oder sogar unterhalb von einem Prozent liegt. Damit diese von der Digitalisierung – wirtschaftlich wie gesellschaftlich – nicht abgehängt werden, besteht daher dringender Handlungsbedarf. Dies gilt vor dem Hintergrund des im Koalitionsvertrag der Bundesregierung festgeschriebenen Gigabit-Ziels bis 2025 umso mehr (CDU/CSU/SPD, 2018, 38f.).

3.2.1.3 Preise von Telekommunikationsdienstleistungen

Eine wichtige Determinante für die Nutzung einer Ware oder Dienstleistung ist der jeweilige Preis: Je niedriger der Preis, desto höher ist in der Regel auch die Nachfrage. Dies gilt insbesondere auch für die Dienstleistungen im Bereich der Telekommunikation und damit dem Zugang zum Internet. Je günstiger der Preis für den Zugang zum Internet ist, desto eher nutzen Konsumentinnen und Konsumenten und Unternehmen das Internet und zudem steigt mit einem niedrigen Preis der Nutzungsumfang der über das Internet angebotenen sowie nachgefragten Dienstleistungen.

Anschließend führt eine verstärkte Nutzung durch Unternehmen tendenziell wiederum zu einer verstärkten Nutzung durch Konsumentinnen und Konsumenten und umgekehrt. Ein günstiger Preis für Internetzugangsdienstleistungen führt somit zu einem sich selbst verstärkenden Wachstumsprozess bei der Verlagerung wirtschaftlicher Aktivitäten in die digitale Welt. Aus diesem Grund werden die Preise für Telekommunikationsdienstleistungen in den Digitalisierungsindex aufgenommen. Dies ist auch gerechtfertigt, weil die Preise für Mobilfunk sowie Internet und Festnetz zusätzlich die Auswirkungen der technischen Entwicklung sowie Investitionen in diesem Bereich vor dem Hintergrund der rapide steigenden Datenmengen im mobilen sowie stationären Internet (Dialog Consult/VATM, 2020; vgl. Abschnitt 3.2.3.6) verdeutlichen. Diese Datenmengen und die dadurch zum Ausdruck gebrachte Nutzung regt entsprechende Investitionen in das Netz an und erleichtern die Vernetzung über Unternehmensgrenzen hinweg sowie die weitere Nutzung durch Unternehmen sowie Konsumentinnen und Konsumenten. Vor diesem Hintergrund werden die Preise der unternehmensexternen Kategorie *Technische Infrastruktur* zugeordnet. Die Indikatoren liegen auf Deutschlandebene vor.

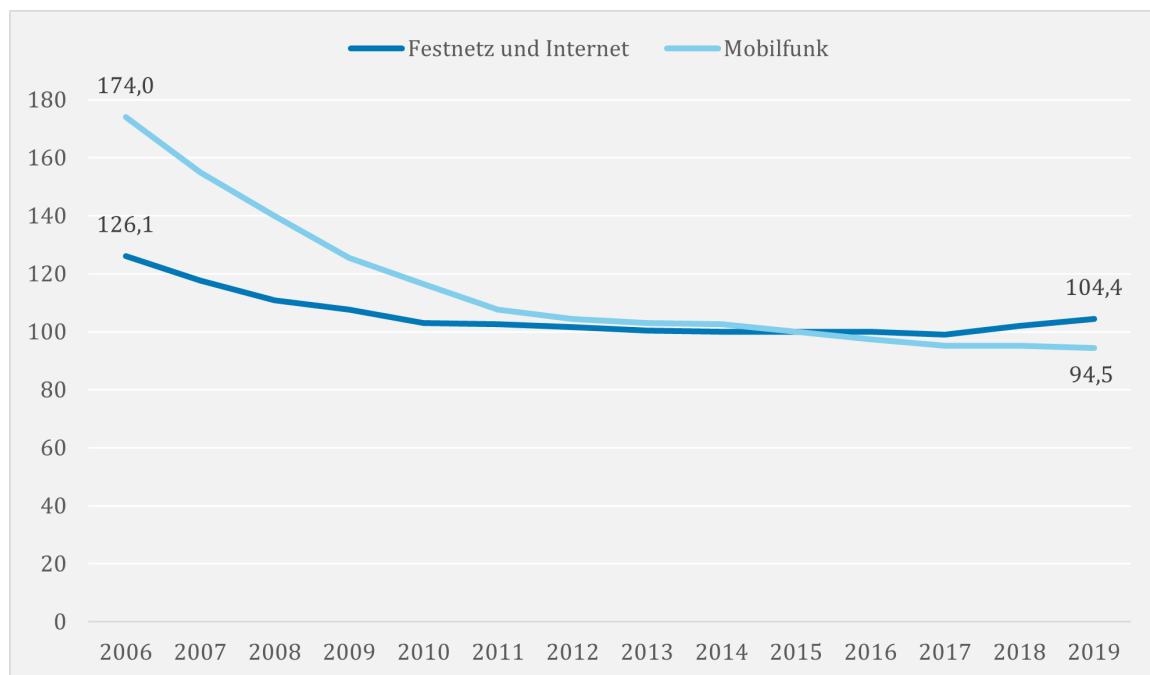
Bei der Aufnahme von Telekommunikationsdienstleistungen in den Index muss beachtet werden, dass sich der Bereich Festnetz und Internet einerseits und der Bereich Mobilfunk andererseits stark unterscheiden. Aus diesem Grund werden die jeweiligen Preise als einzelne Indikatoren in den Digitalisierungsindex aufgenommen. Konkret geht der Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten in Deutschland für 2019 von 35,2 Millionen Festnetzanschlüssen und einem darüber abgewickelten Datenvolumen von 56 Milliarden GB aus (Dialog Consult/VATM, 2020). Im

Mobilfunkbereich wurden 2019 rund 140 Millionen SIM-Karten und 3,4 Milliarden GB in Deutschland verzeichnet (ebenda). Entsprechend gibt es zwar mehr mobile Anschlüsse, jedoch wird das weit überwiegende Datenvolumen über Festnetzanschlüsse abgewickelt.

Darüber hinaus ist die Preisentwicklung im Mobilfunk sowie Festnetz und Internet sehr unterschiedlich (Abbildung 3-7). Zur Messung der Preise werden die Erzeugerpreisindikatoren des Statistischen Bundesamtes (2020b) herangezogen (Festnetz und Internet: DL-TK-01; Mobilfunk: DL-TK-02). Diese Preise gehen auf die Angaben von 25 Unternehmen zurück, die rund 95 Prozent des Umsatzes in diesem Bereich abdecken (Statistisches Bundesamt, 2018a, 9). Die Erzeugerpreise enthalten jeweils die Nettopreise ohne Umsatzsteuer. Diese Variante wurde gewählt, damit Änderungen bei der Umsatzsteuer die Entwicklung nicht verzerren. Die Erzeugerpreise werden seitens des Statistischen Bundesamtes im Vergleich zum Jahr 2015 dargestellt und entsprechend wurden die Preise dieses Jahres seitens des Statistischen Bundesamtes auf 100 normiert. Im Vergleich zu den Preisen von 2015 betrug der Mobilfunkpreis 2006 174 Prozent und 2019 94,5 Prozent. Dadurch kommen stark fallende Preise im Mobilfunkbereich zum Ausdruck. Die Effekte dieses Rückgangs des Preisniveaus dürften auch zu der gestiegenen Nutzung durch Konsumentinnen und Konsumenten sowie Unternehmen beigetragen haben (Dialog Consult/VATM, 2020; vgl. Abschnitt 3.2.3.6). Für den Digitalisierungsindex 2020 wird der Preis für Mobilfunkdienstleistungen im Vergleich zum Jahr 2019 dargestellt. Dementsprechend wurde der Wert für den Digitalisierungsindex in diesem Jahr auf 100 normiert. Die Entwicklung im Digitalisierungsindex in den kommenden Jahren bildet somit die Veränderungen im Vergleich zu diesem ersten Erhebungsjahr ab.

Abbildung 3-7: Erzeugerpreisindex in Deutschland für Festnetz und Internet sowie Mobilfunk

2015=100



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes, 2020b

Im Jahr 2006 betrug das Preisniveau im Festnetzbereich circa 126 Prozent des Werts von 2015. Um den Wert von 2015 lagen die Preise bis 2017 relativ konstant. In den vergangenen Jahren ist der Preisindex auf 104,4 gestiegen. Dieser Wert von 104,4 bildet den Startwert für den Digitalisierungsindex und wird auf 100 normiert. Ein etwaiger Wert im nächsten Jahr von mehr als 100 würde entsprechend verdeutlichen, dass sich der Preisanstieg im Festnetz weiter fortgesetzt hat.

Das stark steigende Datenvolumen setzt die Infrastruktur entsprechend unter Druck. Insbesondere der Anstieg der Investitionen in Anlagen konnte mit dem Wachstum des Datenvolumens in den vergangenen Jahren nicht Schritt halten (Büchel/Rusche, 2020). Steigende Kosten für Telekommunikationsdienstleistungen können somit die Kosten durch notwendige Investitionen widerspiegeln. Da die Infrastruktur für die Vernetzung und damit für die Digitalisierung grundlegend ist, kommt dem Ausbau und dem Erhalt eine hohe Bedeutung zu. Die Kosten dafür schlagen sich auch in den Preisen für Telekommunikationsdienstleistungen nieder. Um hier den Anstieg zu begrenzen, um dadurch die Nutzung nicht auszubremsen, kann der Staat unterstützende Maßnahmen ergreifen (Bundesnetzagentur, 2020a).

3.2.2 Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen

Die digitale Transformation findet nicht im luftleeren Raum statt, sondern die rechtlichen und administrativen Regelungen bilden einen Rahmen, in dem die Entwicklung stattfinden kann. Dadurch werden beispielsweise die Möglichkeiten des Einsatzes digitaler Anwendungen vorgezeichnet oder zum Teil begrenzt. Aufgrund dieser Bedeutung für die digitale Transformation bildet eine eigene Kategorie im Digitalisierungsindex 2020 die administrativ-rechtlichen Rahmenbedingungen auf Deutschlandebene ab. Diese Kategorie wird durch die drei Indikatoren Anpassung rechtlicher Rahmen (Abschnitt 3.2.2.1), Öffentliche Onlinedienste (Abschnitt 3.2.2.2) sowie Öffentliche Onlineformulare (Abschnitt 3.2.2.3) gebildet. Die Indikatorwerte der Kategorie *Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen sind in Tabelle 3-8 zusammengefasst.

Tabelle 3-8: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen	Anpassung Rechtlicher Rahmen	Öffentliche Onlinedienste	Öffentliche Onlineformulare
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Wert der Anpassungsgeschwindigkeit)	(DESI-Score)	(DESI-Score)
Deutschland			
	100 (5,0)	100 (92,1)	100 (41,1)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Ausschließliche Darstellung von Differenzierungsebenen, für die Werte vorliegen.

Quelle: Eigene Berechnung

3.2.2.1 Anpassung rechtlicher Rahmen

Der rechtliche Rahmen in Deutschland bestimmt einerseits die Entwicklungsmöglichkeiten der Digitalisierung direkt, indem beispielsweise Anwendungen streng reguliert oder sogar verboten werden. Andererseits kann sich der rechtliche Rahmen auch auf die Geschwindigkeit der digitalen Entwicklung auswirken. Falls rechtliche Unklarheiten bestehen, ob die Anwendung einer Technologie erlaubt ist oder welche von eventuell mehreren konkurrierenden Regelungen anzuwenden sind, dann kann die Entwicklung gebremst werden (Demary et al., 2016, 46-48). Im Umkehrschluss kann ein rechtlicher Rahmen, der Rechtssicherheit schafft und zeitnah an neue Entwicklungen angepasst wird, die Implementierung von Innovationen insgesamt sogar beschleunigen.

Vor diesem Hintergrund wird der Aspekt der Anpassung des rechtlichen Rahmens ebenfalls im Digitalisierungsindex über einen Indikator abgebildet. Dieser Indikator fällt in die unternehmensexterne Kategorie *Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen*, da der rechtliche Rahmen nicht nur die Anwendung im Unternehmen betrifft, sondern auch die Verbreitung in der Gesellschaft als Ganzes beeinflusst. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene vor.

Zur Abbildung der Anpassungsfähigkeit des rechtlichen Rahmens wird der Indikator „legal framework’s adaptability to digital business models“ aus „The Global Competitiveness Report“ des World Economic Forum (WEF; 2019, 616) verwendet. Für diesen Indikator werden Führungskräfte aus der Wirtschaft nach ihrer Einschätzung über die Anpassungsfähigkeit des rechtlichen Rahmens auf digitale Geschäftsmodelle befragt. Die Befragten können ihre Einschätzung auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht schnell) bis 7 (sehr schnell) angeben. In den Global Competitiveness Report 2019 geht ein gewichteter Durchschnitt aus den Angaben des Erhebungsjahres 2018 und 2019 ein. In Deutschland wurden 2018 und 2019 jeweils 79 Experten und Expertinnen befragt. Die Angaben des Jahres 2019 erhalten ein Gewicht von 55 Prozent und die von 2018 entsprechend ein Gewicht von 45 Prozent (WEF, 2019, 637). Für Deutschland gibt das WEF für 2019 einen Wert von 5,04 an. Im Vergleich zu den einbezogenen 141 Staaten ist das der neunte Platz. Die größte Anpassungsfähigkeit wird den USA zugeschrieben (ebenda, 239). Folglich schätzen die Führungskräfte aus der Wirtschaft die Anpassungsfähigkeit des Rahmens durchaus positiv ein. Die Differenz zum Maximalwert von sieben offenbart jedoch Verbesserungspotenzial. Mögliches Verbesserungspotenzial besteht beispielsweise in der Nutzung von Reallaboren oder der Einführung von Vorausschaumethoden (Roser/Steinberg, 2020), um Anpassungsbedarf rechtzeitig erkennen zu können.

Für den Digitalisierungsindex 2020 wird der Wert von 5,04 des World Economic Forum für Deutschland auf 100 normiert. Die Entwicklung in den folgenden Untersuchungen offenbart demnach, ob die befragten Expertinnen und Experten eine Verbesserung beobachten oder nicht. Da es sich bei dem Wert des WEF jedoch um einen gewichteten Durchschnitt handelt, ist nicht mit stark schwankenden Werten in den Folgejahren zu rechnen. Dass der rechtliche Rahmen auch auf neue Geschäftsmodelle anwendbar ist und gegebenenfalls angepasst werden kann, wird an den Verfahren des Bundeskartellamts gegen Facebook und Amazon (Bundeskartellamt, 2020) sowie der Anpassung des Wettbewerbsrechts über die 10. Novelle des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (Rusche/Scheufen, 2020) deutlich.

3.2.2.2 Öffentliche Onlinedienste

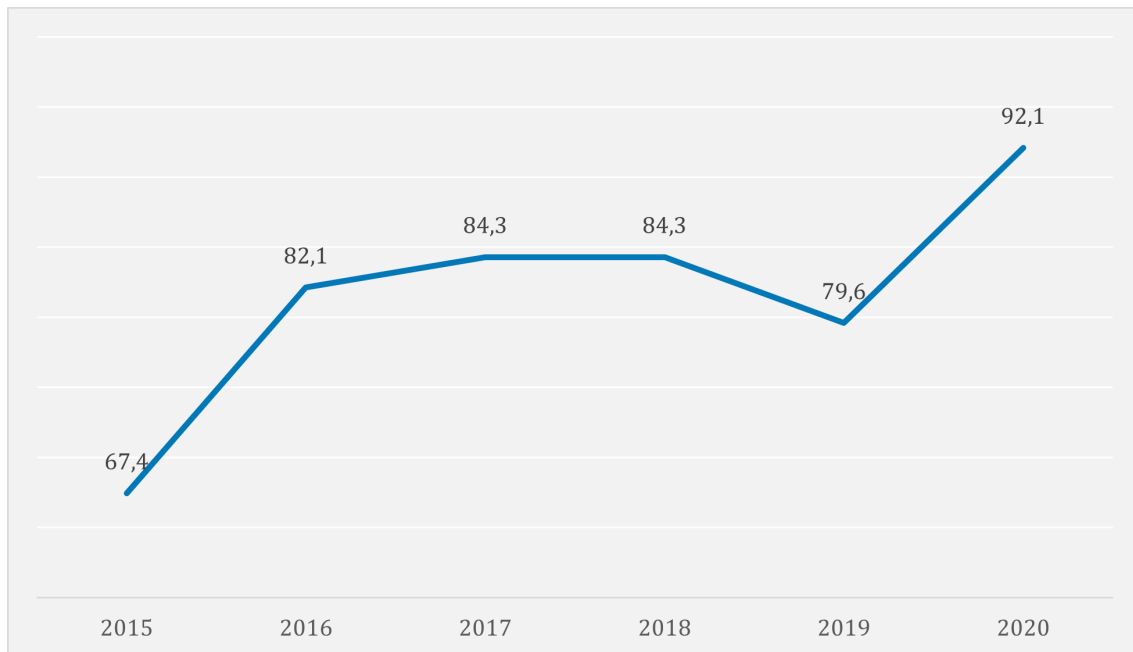
Eine Voraussetzung für Wirtschaftswachstum und Wohlstand ist die öffentliche Verwaltung (Schmid, 2019). Die Nutzung der Potenziale der Digitalisierung kann die positiven Effekte einer effizienten Verwaltung weiter verstärken. So können mit einer geeigneten Implementierung von digitalen Prozessen die Bereitstellung öffentlicher Dienstleistungen verbessert, Prozesse innerhalb der Verwaltung optimiert und insgesamt die Effizienz in der Verwaltung gesteigert werden (Agbozo, 2019). Ein wichtiger Aspekt der digitalen Verwaltung ist auch die Verfügbarkeit von öffentlichen Dienstleistungen sowie entsprechenden Informationen über das Internet. Dies gilt insbesondere für den Aufbau eines Binnenmarktes innerhalb der Europäischen Union. Durch die Verfügbarkeit geeigneter Informationen und Dienstleistungen für Unternehmen aus anderen EU-Ländern wird deren Tätigkeit innerhalb Deutschlands erleichtert und umgekehrt können von entsprechenden Informationen und Dienstleistungen in anderen Staaten des Binnenmarkts deutsche Unternehmen profitieren. Aufgrund der Bedeutung für Wachstum, Wohlstand sowie das Zustandekommen von wirtschaftlichen Kooperationen über Ländergrenzen hinweg, wurde die Verfügbarkeit öffentlicher Dienstleistungen für Unternehmen über das Internet als Indikator in den unternehmensexternen Bereich *Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen* des Digitalisierungsindex aufgenommen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene vor.

Zur Messung der online verfügbaren Informationen sowie Dienstleistungen für Unternehmen wird der Indikator „Digital public services for businesses (5a4)“ des Digital Economy and Society Index (DESI) der Europäischen Kommission (2020a) verwendet. In den Indikator gehen alle öffentlichen Dienstleistungen ein, die aus Unternehmenssicht für die Gründung sowie für gewöhnliche Geschäftsaktivitäten notwendig sind. Sind viele der einbezogenen Dienstleistungen über ein Portal verfügbar und können komplett online abgewickelt werden, ist der Score tendenziell hoch. Werden jedoch lediglich Informationen bereitgestellt, ist der Score eher gering. Der Index stellt somit auf die absolute digitale Verfügbarkeit identifizierter öffentlicher Dienstleistung im internationalen Vergleich ab (Europäische Kommission, 2016) und der Indikatorwert lässt sich überschlagsweise als Anteil der identifizierten Dienstleistungen interpretieren, die aus Sicht in- und ausländischer Unternehmen gewöhnlich in Anspruch genommen werden müssen und direkt digital abgewickelt werden können (Europäische Kommission, 2020a). Der Indikator ist somit auf dem Intervall von 0 bis 100 definiert, wobei 100 den Bestwert darstellt. Die digitale Bereitstellung von Informationen sowie die digitale Abwicklung öffentlicher Dienste ist besonders für die Integration in den EU-Binnenmarkt und damit die Vernetzung über Landesgrenzen hinweg von Bedeutung. Je höher die Verfügbarkeit von Informationen ist und je mehr Dienstleistungen online abgeschlossen werden können, desto mehr profitieren gerade ausländische Unternehmen, da diese mit tendenziell höheren Transaktionskosten für die öffentliche Dienstleistung beispielsweise in Deutschland konfrontiert sind (z.B. Sprachbarriere oder keine Niederlassung/Ansprechpartner in Deutschland).

Die Ergebnisse des Indikators für Deutschland seit 2015 sind in Abbildung 3-8 dargestellt. Im Jahr 2015 wurde mit rund 67 der niedrigste Wert verzeichnet. Somit standen in diesem Jahr lediglich zwei Drittel der aus Unternehmenssicht gewöhnlich in Anspruch zu nehmenden öffentlichen Dienstleistungen digital zur Verfügung. In den folgenden Jahren stieg der Indikatorwert auf über 80 Punkte, bevor er 2019 auf unter 80 gesunken ist. Dieser Verschlechterung folgte eine rapide Verbesserung auf rund 92 Punkte im Jahr 2020. Für den Digitalisierungsindex 2020 wurde dieser Wert auf 100 normiert. Die Veränderungen des Indikators in den Folgejahren werden entsprechend zu diesem Basisjahr dargestellt und werden offenbaren, ob die positive Entwicklung seit 2019 weiter geht.

Abbildung 3-8: Score Deutschlands im Digital Economy and Society Index (DESI) Indikator „Digital verfügbare öffentliche Dienstleistungen für Unternehmen“

2015 – 2020; Score von 0-100; Indikator gibt überschlagsmäßig den Anteil notwendiger öffentlicher Dienstleistungen aus Unternehmenssicht an, die digital zur Verfügung stehen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der Europäischen Kommission, 2020a

3.2.2.3 Öffentliche Onlineformulare

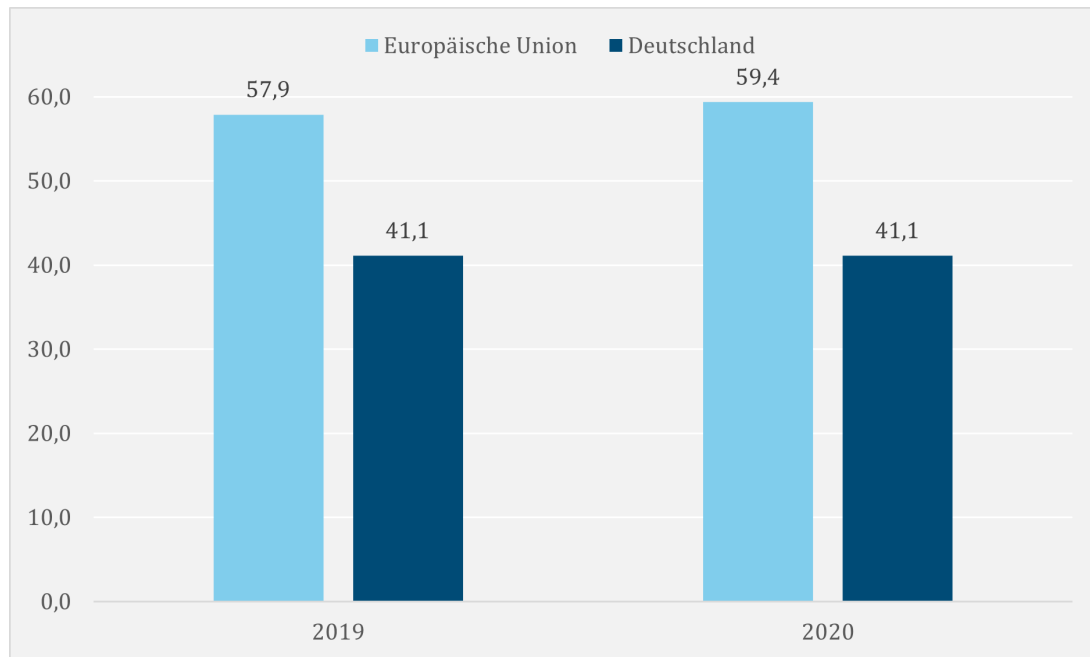
In einer Studie für den Nationalen Normenkontrollrat in Deutschland stellen Fromm et al. (2015, 5) die Thesen auf, dass der Bürger mit der öffentlichen Verwaltung nichts zu tun haben will und auch nichts zu tun haben sollte. Hintergrund ist einerseits, dass die Verwaltung als notwendiges Übel angesehen wird und eine geeignete Anwendung von Digitalisierung die Behörden andererseits über automatisierte Verfahren entlasten kann. Die Optimierung der Verwaltung mittels digitaler Angebote hat somit das Potenzial, Bürgerinnen und Bürger sowie Behörden gleichermaßen zu entlasten. Dies lässt sich auch auf Unternehmen übertragen: Durch die Standardisierung sowie Reduzierung des Aufwands von Anträgen, Genehmigungen usw. auf ein Mindestmaß können Verwaltung sowie Unternehmen entlastet werden. Ein Faktor, um diese Entlastung herbeizuführen, ist die Nutzung bereits übermittelter Informationen seitens der Verwaltung in Formularen. Dadurch wird Unternehmen, Bürgerinnen und Bürgern Aufwand erspart und Prozesse werden beschleunigt. Entsprechend wird ein Indikator zu vorausgefüllten Formularen in die unternehmensexterne Kategorie *Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen* des Digitalisierungsindex aufgenommen. Neben der angesprochenen Reduktion von Transaktionskosten wird über die Verwendung bereits übersandter Informationen tendenziell auch die Bereitschaft der Verwaltung abgebildet, digitale Technologien bei weiteren Verwaltungsprozessen einzusetzen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene vor.

Zur Messung der Verwendung von vorausgefüllten Formularen wird der Indikator „Pre-filled Forms (5a2)“ des Digital Economy and Society Index (DESI) der Europäischen Kommission (2020b) verwendet. In den Indikator geht die Menge der Informationen ein, die basierend auf bereits an die Verwaltung übermittelten Informationen in einem Formular vorausgefüllt sind. Analog zum Indikator Öffentliche Onlinedienste (Abschnitt 3.2.2.2) wurden für diesen Indikator typische Ereignisse von Bürgerinnen und Bürgern sowie Unternehmen identifiziert, wie zum Beispiel die Anmeldung eines

Geschäfts, die An- oder Ummeldung eines Fahrzeugs oder die Ummeldung nach einem Umzug. In dem entsprechend dem Ereignis auszufüllenden Formular wurde gemessen, wie groß der Anteil bereits übersandter bzw. aus früheren Kontakten mit der Behörde oder der Verwendung eines Identitätsschlüssels vorliegenden Informationen ist (Europäische Kommission, 2020b).

Abbildung 3-9: Score Deutschlands im Digital Economy and Society Index (DESI) Indikator „Vorausgefüllte Formulare im Vergleich zum EU-Durchschnitt“

2019 und 2020; Score von 0-100; Indikator gibt die Menge an vorausgefüllten Informationen in Formularen wieder.



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der Europäischen Kommission, 2020b

Der Indikator ist auf dem Intervall von 0 bis 100 definiert, wobei 100 den Bestwert darstellt. Je mehr bereits vorhandene Informationen vorausgefüllt in einem Formular vorliegen, desto größer ist der Wert für den Indikator. In Abbildung 3-9 ist der Score Deutschlands im Vergleich zum EU-Durchschnitt für die letzten beiden Erhebungsjahre dargestellt. Der Score Deutschlands ist in 2019 und 2020 konstant bei rund 41 geblieben. Im Durchschnitt der EU-Staaten ist der Wert von 2019 auf 2020 von rund 58 auf mehr als 59 gestiegen. Im Vergleich zur gesamten Europäischen Union hat Deutschland entsprechend noch Nachholbedarf, welcher in den kommenden Jahren adressiert werden kann. Um zu evaluieren, ob dies auch tatsächlich geschieht, wird der Wert von Deutschland für 2020 auf 100 normiert und als Indikator in den Digitalisierungsindex aufgenommen. Im Vergleich zu diesem ersten Erhebungsjahr wird entsprechend die Entwicklung des Indikators in den Folgejahren abgebildet.

3.2.3 Gesellschaft

Tabelle 3-9: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Gesellschaft in den verfügbaren Differenzierungsebenen
Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Gesellschaft	Mobile Internetnutzung	Nutzung Soziale Medien	Nutzung E-Commerce	Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug	Zeitungartikel mit Digitalisierungsbezug	Datenvolumen kabelgebunden	Datenvolumen mobil
Einheit des Indikatorwerts	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
Einheit der Basisdaten	(Prozent)	(Prozent)	(Prozent)	(Punkte für Tonalität)	(Prozent)	(Milliarden Gigabyte)	(Milliarden Gigabyte)
	100 (74,0)	100 (53,0)	100 (79,0)	100 (54,2)	100 (2,5)	100 (52,0)	100 (2,8)
Deutschland							
Bundeslandgruppen							
Süd (BW, BY)	100,1 (74,5)	98,5 (51,7)	102,1 (81,1)				
West (HE, NW, RP, SL)	101,5 (75,5)	105,9 (55,6)	100,7 (80,0)				
Nord (HB, HH, NI, SH)	105,7 (78,6)	100,4 (52,7)	101,7 (80,8)				
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	92,4 (68,7)	91,1 (47,8)	94,1 (74,7)				

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Für die grauen Zellen liegen keine Daten vor.
Quelle: Eigene Berechnung

Die gesellschaftliche Akzeptanz sowie die Nachfrage in der Gesellschaft nach digitalen Technologien und entsprechenden Anwendungen sind wichtige Grundvoraussetzungen für deren Implementierung. Eine hohe Akzeptanz und eine hohe Nachfrage können als entscheidende Treiber der digitalen Transformation wirken. Vor diesem Hintergrund werden die Nachfrage und die Akzeptanz in den Digitalisierungsindex 2020 integriert. Die Nachfrage wird über die fünf Indikatoren Mobile Internetnutzung (Abschnitt 3.2.3.1), Nutzung Soziale Medien (Abschnitt 3.2.3.2), Nutzung E-Commerce (Abschnitt 3.2.3.3), Datenvolumen mobil sowie Datenvolumen kabelgebunden (beide Abschnitt 3.2.3.6) abgedeckt. Die Akzeptanz wird über die Einstellung zu digitalen Technologien in Twitter-Meldungen (Abschnitt 3.2.3.4) und die relative Anzahl von Zeitungsartikeln mit Digitalisierungsbezug (Abschnitt 3.2.3.5) abgebildet. Tabelle 3-9 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Gesellschaft* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

3.2.3.1 Mobile Internetnutzung

Die Entwicklung der Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland wird durch die Nutzung des Internets maßgeblich beeinflusst: Je mehr Konsumentinnen und Konsumenten das Internet nutzen, desto interessanter ist die Nutzung des Internets sowie entsprechender digitaler Dienstleistungen auch für die Wirtschaft, beispielsweise für die Kommunikation oder den Vertrieb. Je mehr Unternehmen über das Internet erreichbar sind, desto höher ist auch die Nutzung durch Konsumentinnen und Konsumenten, da die Auswahl und tendenziell der Preis für Waren sowie Dienstleistungen durch mehr Wettbewerb interessanter wird.

Aus diesem Grund wird die Internetnutzung als Indikator in den Digitalisierungsindex aufgenommen. Die Nutzung des Internets kann sowohl über das Festnetz als auch mobil erfolgen. Aufgrund der höheren Dynamik im Bereich der mobilen Internetnutzung (Initiative D21, 2020, 12), die Rückschlüsse auf kurzfristige Trends sowie aufgrund der größeren regionalen Unterschiede (ebenda, 16 ff.) auch auf lokale Entwicklungen ermöglicht, wird lediglich die mobile Internetnutzung als Indikator herangezogen. Dieser Indikator geht in die unternehmensexterne Kategorie *Gesellschaft* ein. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene und nach Bundeslandgruppen vor.

Zur Ermittlung der mobilen Internetnutzung in Deutschland sowie den einzelnen Bundesländern wird auf die Befragung der Initiative D21, die ein jährliches Lagebild zum Stand der Digitalisierung der Gesellschaft in Deutschland herausgibt, zurückgegriffen. Für den aktuellen Report D21 Digitalisierungsindex 19/20 wurden in der Strukturbefragung von August 2018 bis Juli 2019 20.322 Personen ab 14 Jahren in Deutschland befragt (Initiative D21, 2020, 6). Die Ergebnisse für Deutschland und die einzelnen Bundesländer sowie die Veränderung zum vorhergehenden D21-Report sind in Tabelle 3-10 dargestellt. In Deutschland nutzten von den befragten Personen 74 Prozent das mobile Internet. Im Vergleich zur Befragung ein Jahr zuvor ist dieser Wert um 6 Prozentpunkte gestiegen.

Unter den Bundesländern konnte Hamburg mit 81 Prozent den höchsten Nutzungsanteil verzeichnen. Knapp dahinter kommen Niedersachsen (80 Prozent) und Bremen (79 Prozent). Am wenigsten wurde das mobile Internet in Thüringen (63 Prozent), Sachsen-Anhalt (66 Prozent) und Sachsen (67 Prozent) genutzt. Im Vergleich zur vorhergehenden Befragung wird deutlich, dass der Nutzungsanteil in allen Bundesländern bis auf Berlin zugenommen hat. In Berlin blieb die Nutzung konstant. Die größte Steigerung verzeichnete Rheinland-Pfalz mit einer Zunahme um 11 Prozentpunkte. Niedersachsen und Hessen verbuchten mit jeweils 9 Prozentpunkten ebenfalls eine dynamische Entwicklung.

Tabelle 3-10: Mobile Internetnutzung in den Bundesländern und Veränderung zum Vorjahr

Mobile Internetnutzung in Prozent der Befragten im Jahr 2019 und Veränderung in Prozentpunkten im Vergleich zum Jahr 2018; 20.322 Befragte (ab 14 Jahren)

Bundesland	Mobile Internetnutzung 2019	Veränderung zu 2018
Hamburg	81	+ 8
Niedersachsen	80	+ 9
Bremen	79	+ 6
Rheinland-Pfalz	77	+11
Nordrhein-Westfalen	76	+ 4
Berlin	75	0
Baden-Württemberg	75	+ 7
Hessen	74	+ 9
Bayern	74	+ 5
Schleswig-Holstein	73	+ 4
Mecklenburg-Vorpommern	70	+ 2
Brandenburg	69	+ 8
Saarland	69	+ 7
Sachsen	67	+ 6
Sachsen-Anhalt	66	+ 3
Thüringen	63	+ 1
Deutschland	74	+ 6

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der Initiative D21, 2020

Die mobile Internetnutzung geht als Indikator sowohl auf gesamtdeutscher Ebene als auch auf Ebene der Bundeslandgruppen in den Digitalisierungsindex 2020 ein. Für den Deutschlandwert wird der Wert von 74 Prozent für Gesamtdeutschland bezogen auf das Jahr 2019 im D21-Report 19/20 (Initiative D21, 2020) auf 100 normiert. Die Veränderungen bei der mobilen Internetnutzung in den folgenden Jahren werden entsprechend zu diesem Wert in Beziehung gesetzt.

Die Bundesland-Angaben der Initiative D21 werden mit dem Bevölkerungsanteil ab 14 Jahren (Statistisches Bundesamt, 2020c) gewichtet und anschließend zu den vier betrachteten Bundeslandgruppen aggregiert (Tabelle 3-9). Verglichen mit dem Deutschlandwert von 74 Prozent, dem auch der Durchschnitt der Bundeslandgruppen entspricht, schneiden die Bundeslandgruppen West (75,5 Prozent) und Nord (78,6 Prozent) überdurchschnittlich ab. Mit 74,5 Prozent liegt die Bundeslandgruppe in etwa auf dem Niveau von Gesamtdeutschland. Mit lediglich rund 69 Prozent schneidet die Bundeslandgruppe Ost schlechter ab als der Durchschnitt der Bundeslandgruppen. Dies ist auf die niedrigen Werte der abgedeckten Bundesländer zurückzuführen (Tabelle 3-10). Die Abweichungen vom Durchschnitt sind somit nicht auf einzelne Bundesländer zurückzuführen, sondern bilden regionale Gegebenheiten ab. Die hohe Nutzung in den nördlichen Bundesländern wird durch die leistungsfähige Infrastruktur begünstigt (vgl. Abschnitt 3.2.1). Der niedrige Wert in den östlichen Bundesländern dürfte unter anderem durch das hohe Durchschnittsalter in diesen Bundesländern (Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, 2016) begünstigt sein, da die mobile Internetnutzung mit dem Alter abnimmt (Initiative D21, 2020, 14).

3.2.3.2 Nutzung Soziale Medien

Die Offenheit der Konsumentinnen und Konsumenten gegenüber digitalen Anwendungen hat direkte Auswirkungen auf die Verbreitung dieser Anwendungen und damit auch auf das Vordringen der Digitalisierung in der Wirtschaft und der Gesellschaft insgesamt. Dies wird exemplarisch an den Sozialen Medien deutlich. Die Nutzung Sozialer Medien durch Konsumentinnen und Konsumenten führt zu einer verstärkten digitalen Vernetzung in der Gesellschaft. Die direkte Erreichbarkeit und damit Kommunikationsfähigkeit haben auch Unternehmen (Europäische Kommission, 2015) und offizielle Stellen (Macmillan, 2016) dazu veranlasst, auf Soziale Medien zu setzen, um so unmittelbar mit den Bürgerinnen und Bürgern zu kommunizieren. Je mehr Konsumentinnen und Konsumenten in Sozialen Medien vertreten sind und je mehr Informationen über diese zur Verfügung stehen, desto größer ist auch die Attraktivität dieser Angebote für weitere private, öffentliche sowie gewerbliche Nutzerinnen und Nutzer. Gleichzeitig ist die Bereitschaft zur Nutzung von Sozialen Medien auch ein Indikator für die Bereitschaft zur Nutzung anderer digitaler Anwendungen in der Gesellschaft. Grund ist, dass während der Nutzung grundlegende Kompetenzen im Umgang mit digitalen Anwendungen erlernt werden, die auch auf andere Bereiche angewendet werden können. Konsumentinnen und Konsumenten werden somit nicht nur sensibilisiert, sondern schenken den digitalen Anwendungen auch vermehrt Vertrauen. Das kann insbesondere dann relevant sein, wenn digitale Anwendungen wie beispielsweise Internetbanking vormals kategorisch abgelehnt wurden. Die Einbeziehung der Nutzung von Sozialen Medien in Deutschland als Indikator bildet somit die Akzeptanz und den Stand der verstärkten digitalen Vernetzung in der Gesellschaft ab. Der Nutzungsanteil offenbart zudem, ob noch weiteres Wachstum in diesem Bereich zu erwarten ist und ob somit die Vernetzung noch weiter zunehmen kann und gegebenenfalls wird. Zwar spielt die Kommunikation über Soziale Medien auch für Unternehmen eine wichtige Rolle (Eurostat, 2020e), da Soziale Medien jedoch überwiegend von Privatpersonen genutzt werden dürften und der Nutzungsindikator insbesondere auch etwas über die gesellschaftliche Akzeptanz digitaler Anwendungen aussagt, geht der Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Gesellschaft* ein. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene und nach Bundeslandgruppen vor.

Zur Ermittlung des Stands der Verbreitung von Sozialen Medien in der Gesellschaft werden Daten von Eurostat (2020b) herangezogen. Über Eurostat werden europaweit Haushalte, in denen mindestens ein Mitglied aus der Altersgruppe von 16 bis 74 Jahren kommt, nach der Nutzung von verschiedenen Anwendungen aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie befragt (Eurostat, 2020c). Konkret wurde gefragt, ob Nutzerprofile angelegt, Nachrichten versendet oder andere Beiträge auf Plattformen wie Twitter oder Facebook hochgeladen wurden. Die Befragung enthält Ergebnisse, welcher Anteil an den Individuen aus Deutschland sowie den einzelnen Bundesländern Soziale Medien nutzt (Tabelle 3-11).

Gemäß den Angaben von Eurostat nutzten 2015 57 Prozent der befragten Individuen aus Deutschland Soziale Medien. In den Befragungen in den folgenden Jahren ist ein Abfall der Verbreitung auf zunächst 50 Prozent ersichtlich. In den folgenden Jahren stieg der Nutzungsanteil stufenweise auf zuletzt 53 Prozent. Somit nutzt bereits konstant mehr als die Hälfte der Deutschen Soziale Medien. Dieser Nutzungsanteil unterscheidet sich zwischen den einzelnen Bundesländern relativ stark. So betrug die Differenz zwischen dem Bundesland mit der größten Verbreitung und dem mit der niedrigsten Verbreitung in den Jahren 2015 und 2016 jeweils 16 Prozentpunkte. 2017 und 2018 waren es sogar 22 Prozentpunkte. In der Befragung aus dem Jahr 2019 konnte mit 14 Prozentpunkten die niedrigste Differenz verzeichnet werden. Die Nutzung in den Bundesländern hat sich somit 2019 tendenziell angenähert.

Tabelle 3-11: Nutzung Sozialer Medien in Deutschland insgesamt sowie den einzelnen Bundesländern

2015-2019; Angaben in Prozent

	2015	2016	2017	2018	2019
Baden-Württemberg	57	48	49	51	49
Bayern	58	53	49	50	54
Berlin	59	52	51	50	51
Brandenburg	54	42	38	40	43
Bremen	61	46	43	56	47
Hamburg	58	53	59	52	45
Hessen	58	49	52	55	56
Mecklenburg-Vorpommern	57	50	48	44	48
Niedersachsen	62	53	55	56	56
Nordrhein-Westfalen	58	51	52	57	55
Rheinland-Pfalz	59	58	60	60	57
Saarland	57	53	58	62	57
Sachsen	48	45	46	46	47
Sachsen-Anhalt	51	44	41	48	51
Schleswig-Holstein	56	53	51	48	50
Thüringen	46	42	42	50	46
Deutschland	57	50	51	53	53

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Eurostat, 2020b

Für den Digitalisierungsindex auf Deutschlandebene wird der Deutschlandwert für 2019 auf 100 gesetzt. Die Veränderung in den folgenden Jahren gibt somit die Veränderung im Vergleich zur Nutzung im Jahr 2019 wieder.

Für die Darstellung auf Ebene der Bundeslandgruppen des Digitalisierungsindex werden die Nutzungsanteile in den jeweiligen Bundesländern mit der Bevölkerung im Alter von 16 bis 74 Jahren gemäß Daten des Statistischen Bundesamts (2020c) gewichtet und anschließend aggregiert (Tabelle 3-9). Auch in Tabelle 3-9 wird der relativ deutliche Unterschied in der Nutzung Sozialer Medien zwischen den Bundeslandgruppen und damit den jeweils enthaltenen Bundesländern offenbar. Während die Bundeslandgruppe West mit einem Wert von rund 56 Prozent deutlich oberhalb des Deutschlandwertes von 53 Prozent liegt, erreicht die Bundeslandgruppe Ost rund 48 Prozent. Die Bundeslandgruppen Süd und Nord liegen leicht unter beziehungsweise über dem Deutschlandwert. Analog zur mobilen Internetnutzung (Abschnitt 3.2.3.1) kann das hohe Durchschnittsalter in den östlichen Bundesländern eine Erklärung sein.

3.2.3.3 Nutzung E-Commerce

Der Onlinehandel ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen und stellt mittlerweile einen bedeutenden Faktor im gesamten Einzelhandel und damit für die deutsche Volkswirtschaft dar (Engels/Rusche, 2019). Durch die Corona-Pandemie dürfte die Rolle des E-Commerce nochmals gestiegen sein (Demary, 2020). Am Beispiel des Onlinehandels zeigt sich exemplarisch der durch digitale Anwendungen ausgelöste Strukturwandel, da analoge Absatzkanäle an Bedeutung verlieren und neue Akteure – wie beispielsweise international tätige Plattformen (z.B. Amazon, eBay oder Etsy) – in den Markt eintreten (Engels/Rusche, 2019). Nicht nur aus diesem Grund ist die Nutzung des E-Commerce ein wichtiger Faktor für die Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort

Deutschland: Der Indikator liefert zusätzlich Einblicke in die Nachfrageseite nach digitalen Geschäftsmodellen und deren Produkten sowie die Erfolge, welche durch die Nutzung digitaler Absatzkanäle möglich sind. Zudem muss für einen erfolgreichen Bestellvorgang auch ein entsprechendes Angebot an Waren und Dienstleistungen verfügbar sein. Somit wird indirekt auch die Angebotsseite abgebildet. Der Indikator bildet diese Informationen in der unternehmensexternen Kategorie *Gesellschaft* für den Digitalisierungsindex 2020 ab.

Der Indikator benutzt als Grundlage den von Eurostat (2020d) veröffentlichten Anteil an befragten Personen im Alter zwischen 16 und 74 Jahren, die innerhalb der 12 Monate vor der Befragung online mindestens einmal eingekauft haben. Die Werte sind nicht nur für EU-Staaten und somit Deutschland verfügbar, sondern auch für die einzelnen Bundesländer. Die Umfrage ist repräsentativ für die erwähnten Altersgruppen und wird jährlich erhoben. Die Werte für den Index 2020 stammen aus der Befragung für 2019. Da Werte für Bundesländer angegeben werden und nicht für die in dieser Studie maßgeblichen Bundeslandgruppen, werden die Eurostat Daten mit Hilfe von Daten des Statistischen Bundesamts (2020c) über den Bevölkerungsstand der Altersgruppen zwischen 16 und 74 Jahren am 31.12.2018 entsprechend gewichtet aggregiert.

Laut Eurostat (2020d) haben 79 Prozent der Personen in Deutschland im Alter zwischen 16 und 74 Jahren im Jahr 2019 mindestens einmal online eingekauft. Bei einer tiefergehenden Analyse der Bundeslandgruppen zeigt sich, dass es zwischen den Bundeslandgruppen Süd, West und Nord kaum Unterschiede gibt (Tabelle 3-9). In allen drei Bundeslandgruppen liegt der Nutzungsanteil zwischen 80 und 81 Prozent. Lediglich in der Bundeslandgruppe Ost ist mit circa 75 Prozent die Nutzung des E-Commerce vergleichsweise gering. Eine Erklärung dafür kann im hohen Durchschnittsalter der Personen in den beinhalteten Bundesländern liegen (vgl. Abschnitt 3.2.3.1).

Die geringen Unterschiede in der Nutzung des E-Commerce zwischen den Bundeslandgruppen und die starke Verbreitung des Einkaufens über das Internet offenbaren im Wesentlichen zwei Faktoren. Zum einen werden digitale Einkaufsmöglichkeiten von einer großen Mehrheit der Bevölkerung in Deutschland bereits genutzt. Im Vergleich der EU-Staaten erfreut sich der Onlinehandel in Deutschland sogar einer besonders hohen Beliebtheit, weil in kaum einem anderen EU-Staat so häufig online eingekauft wird (Engels/Rusche, 2019). Die Gesellschaft in Deutschland steht dem Absatz über digitale Kanäle und entsprechender Technologien somit sehr offen gegenüber. Gründe dafür können beispielsweise der geringere Preis, die größere Auswahl oder die Unabhängigkeit von Öffnungszeiten sein (Bitkom, 2017). Zum anderen wird an der gleich hohen Verbreitung offenbar, dass der Onlinehandel gerade auch in ländlichen Regionen eine wichtige Rolle spielt.

3.2.3.4 Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug

Für die öffentliche Diskussion sind Soziale Medien ein wichtiger Resonanzraum. Neben traditionellen Print- und Onlinemedien sind Soziale Medien wie Twitter oder Facebook Plattformen, auf denen Digitalisierungsthemen intensiv diskutiert werden. Im Jahr 2017 gaben 57 Prozent der Deutschen an, Soziale Medien passiv zu nutzen, um Nachrichten zu verfolgen. Darüber hinaus gaben 67 Prozent an, durch Soziale Medien auf neue Themen aufmerksam zu werden (Bitkom, 2018). Durch die Coronapandemie sollten sich diese Zahlen noch verstärkt haben. So zeigt eine aktuelle Befragung von Internetnutzern durch Bitkom Research (2020), dass drei Viertel der Internetnutzer seit Corona deutlich häufiger auf Soziale Medien zurückgreifen. Generell sind Soziale Medien als digitale Kommunikationsräume keine geschlossenen Systeme. Politische Entscheidungsträger nehmen hier oft direkt an Diskussionen teil, stoßen diese an, oder bekommen promptes Feedback. Die Akzeptanz und der Fortschritt von Digitalisierungsprozessen kann also maßgeblich davon beeinflusst werden, wie über Digitalisierung in Sozialen Medien diskutiert wird. Um diesen Zusammenhang im Digitalisierungsindex

2020 abzubilden, wird ein Indikator in der unternehmensexternen Kategorie *Gesellschaft* verwendet. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene vor.

Für den Indikator werden alle deutschsprachigen Tweets des Jahres 2019 automatisiert nach Digitalisierungstichwörtern durchsucht. Diese Stichwörter umfassen die Begriffe „Digitalisierung“, „digitaler Wandel“ und „digitale Transformation“. Die Begriffe werden um reguläre Ausdrücke⁸ ergänzt, um alle relevanten Flexionsformen zu erfassen. Der resultierende Datensatz enthält rund 260.000 Tweets für das gesamte Jahr 2019.

Zur Berechnung des Indikators wird die Tonalität (Sentiment) der jeweiligen Tweets berechnet. Dadurch soll erfasst werden, wie positiv, negativ oder neutral über das Thema Digitalisierung in Sozialen Medien diskutiert wird. Es wird angenommen, dass eine positive Tonalität gegenüber dem Thema Digitalisierung eine generell positive Einstellung und Akzeptanz gegenüber Digitalisierungsthemen ausdrückt. Für die Berechnung der Tonalitätswerte jedes Tweets wird das Tonalitätswörterbuch „SentiWS“ verwendet, um positive wie negative Wörter zu identifizieren. In diesem Wörterbuch ist deutschen Wörtern eine Tonalität zwischen -1 (sehr negativ) bis +1 (sehr positiv) zugewiesen (Remus et al., 2010). Für jeden Tweet wird die Summe der so ermittelten positiven Werte und negativen Werte gebildet. Als Indikatorwert wird das arithmetische Mittel aller Tonalitätswerte der Tweets für das gesamte Jahr 2019 gebildet. Um die Vergleichbarkeit dieses Indikators, der Werte von -1 bis +1 annehmen kann, mit den anderen Indikatorwerten zu ermöglichen, werden die Werte der Tonalität mithilfe einer Min-Max -Normalisierung in den Wertebereich von 0 bis 100 transformiert, bei der -1 (min) 0 und +1 (max) 100 zukommt.

Der für das Jahr 2019 berechnete Indikatorwert aller deutschsprachigen Tweets zu Digitalisierungsthemen beträgt rund 54 (Tabelle 3-9). Dieser Indikatorwert basiert auf einem Tonalitätswert von 0,083. Da ein Wert von 50 Neutralität ausdrückt, zeigt sich, dass die Diskussion über Digitalisierung in Sozialen Medien relativ ausgewogen ist, wenn auch mit einer leichten Tendenz zum Positiven. Auch der Vergleich zum Vorjahreswert aus dem Jahr 2018 von knapp unter 54 lässt eine relative Stabilität in der Bewertung von Digitalisierungsthemen auf Twitter erkennen (Tonalitätswert von 0,077 vor und 53,85 nach Transformation). Auf Basis dieser Werte ist anzunehmen, dass die Nutzer Sozialer Medien der fortschreitenden digitalen Transformation nicht ablehnend gegenüberstehen.

3.2.3.5 Zeitungartikel mit Digitalisierungsbezug

Breite Teile der Gesellschaft informieren sich über Printmedien und bilden sich über die dort gelesenen Inhalte ihre Meinung hinsichtlich verschiedener Themen (Nossek et al. 2015; van der Wurff et al., 2018; Kantar, 2019). Wird das Thema Digitalisierung häufig in den Printmedien adressiert, deutet dies daraufhin, dass es in der breiten Bevölkerung vermehrt ankommt. Im Gegensatz zu Twitter-Meldungen (Abschnitt 3.2.3.4) zeigt sich die Tonalität in Zeitungartikeln mit Digitalisierungsartikeln im Zeitverlauf jedoch als sehr neutral. Als Rahmenbedingung ist das Befassen der Gesellschaft mit der Digitalisierung auch für die deutschen Unternehmen relevant, die digitale Produkte und Dienstleistungen für diese Endkonsumenten entwickeln und anbieten. Mithilfe des vorliegenden Indikators kann quantifiziert werden, wie oft Digitalisierungsthemen in den Printmedien dargestellt werden. Aufgrund der gesellschaftlichen Dimension wird der Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Gesellschaft* integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene vor.

Als Datenbasis für die Berechnung des Indikators dienen die Artikel der jeweiligen Onlineausgaben aus Bild, Welt und Handelsblatt – drei der fünf auflagenstärksten Tageszeitungen in Deutschland (Statista, 2020). Im Erhebungsjahr 2020 gehen Daten aus 2019 in den Digitalisierungsindex ein. Für

⁸ Ein einfaches Beispiel wäre etwa „digitale[rnm]?[\-]?wandel“. Damit werden die Begriffe „digitaler Wandel“, „digitalem Wandel“, „digitalen Wandels“ und die jeweiligen Kombinationen mit Bindestrich („digitaler-Wandel“, ...) abgebildet.

den Indikator wurden in einem ersten Schritt alle Zeitungsartikel des Jahres 2019 automatisiert nach Digitalisierungstichwörtern und dem Wortstamm „digital“ durchsucht. Ein Artikel zählt dann als Artikel mit Digitalisierungsbezug, wenn entweder der Wortstamm „digital“ mindestens zweimal in dem Artikel oder eines der Stichwörter „Digitalisierung“, „digitale Transformation“ oder „digitaler Wandel“ vorkommt. Um alle Flexionsformen der Stichwörter zu erfassen, wurden diese um reguläre Ausdrücke⁹ ergänzt. Die Anzahl der Artikel mit Digitalisierungsbezug wird für den Indikatorwert mit der Anzahl aller Artikel in dem entsprechenden Jahr ins Verhältnis gesetzt.

Für das Jahr 2019 konnten insgesamt 3.419 Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug in dem oben genannten Textkorpus identifiziert werden. Im gleichen Zeitraum wurden von den genannten Zeitungen 136.821 Artikeln über alle Themen erkannt. Der berechnete Wert für das Jahr 2019 für den Indikator Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug beträgt damit 0,02499 – etwa 2,5 Prozent (Tabelle 3-9) aller Artikel befassten sich nach dieser Methode mit dem Thema Digitalisierung. Der Vorjahreswert aus dem Jahr 2018 betrug 0,02688, sodass der Anteil im Vorjahresvergleich um etwa sieben Prozent gesunken ist. Dennoch wird deutlich, dass das Thema Digitalisierung in der breiten Öffentlichkeit diskutiert wird.

3.2.3.6 Datenvolumen

Der Kern der Digitalisierung besteht in der Überführung analoger Informationen in maschinenlesbare Daten (Demary et al., 2016). Diese Daten können anschließend zu sehr geringen Kosten kopiert, geteilt und weiterverarbeitet werden. Dadurch kann die Nicht-Rivalität von Daten im Konsum ihr vollständiges Potenzial (Rusche/Scheufen, 2018) entfalten. Beispielsweise kann ein Digitaler Zwilling eines Prozesses der analogen Welt (Fritsch et al., 2018) mit vielen Nutzern geteilt und verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert werden. Aufgrund der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und ihren wünschenswerten ökonomischen Eigenschaften stellen Daten einen wichtigen Inputfaktor und einen bedeutenden Wettbewerbsfaktor dar (Bundesnetzagentur, 2017, 126). Die Generierung und das Teilen von digitalen Daten erfolgen in einer digitalen Wirtschaft in hohem Maße über Unternehmensgrenzen hinweg. Durch diese Vernetzung, auch mit Kundinnen und Kunden, der Forschungslandschaft sowie staatlichen Akteuren, können erhebliche Effizienzpotenziale gehoben, Transaktionskosten gesenkt sowie neue Produkte und Geschäftsmodelle entwickelt werden. Der Grad der Vernetzung, die Nutzung sowie Möglichkeiten neuer digitaler Waren und Dienstleistungen werden maßgeblich durch den Datentransfer zwischen verschiedenen Akteuren in der Gesellschaft abgebildet. Je mehr Daten übermittelt werden, desto größer ist tendenziell der Vernetzungsgrad in der Wirtschaft und damit der Datenaustausch sowie der damit verbundene Informationsaustausch. Des Weiteren dürfte das Datenvolumen stark mit der Nutzung von digitalen Produkten und Dienstleistungen korreliert sein. Je mehr Daten entsprechend abgewickelt werden, desto größer ist die Bedeutung der Digitalisierung somit für die Wirtschaft und die gesamte Gesellschaft.

Aus diesem Grund wird das Datenvolumen in Deutschland in den Digitalisierungsindex miteinbezogen. Da sich jedoch die Bereiche Festnetz und Mobilfunk stark unterscheiden (vgl. Abschnitt 3.2.1.3; Dialog Consult/VATM, 2020), werden das Datenvolumen im Festnetz und das Datenvolumen im Mobilfunk jeweils durch einen Indikator abgebildet. Beide Indikatoren gehen in die unternehmensexterne Kategorie *Gesellschaft* ein, da die Indikatoren Rückschlüsse über den Stand der Digitalisierung in der gesamten Bundesrepublik ermöglichen. Die Indikatoren liegen auf Deutschlandebene vor.

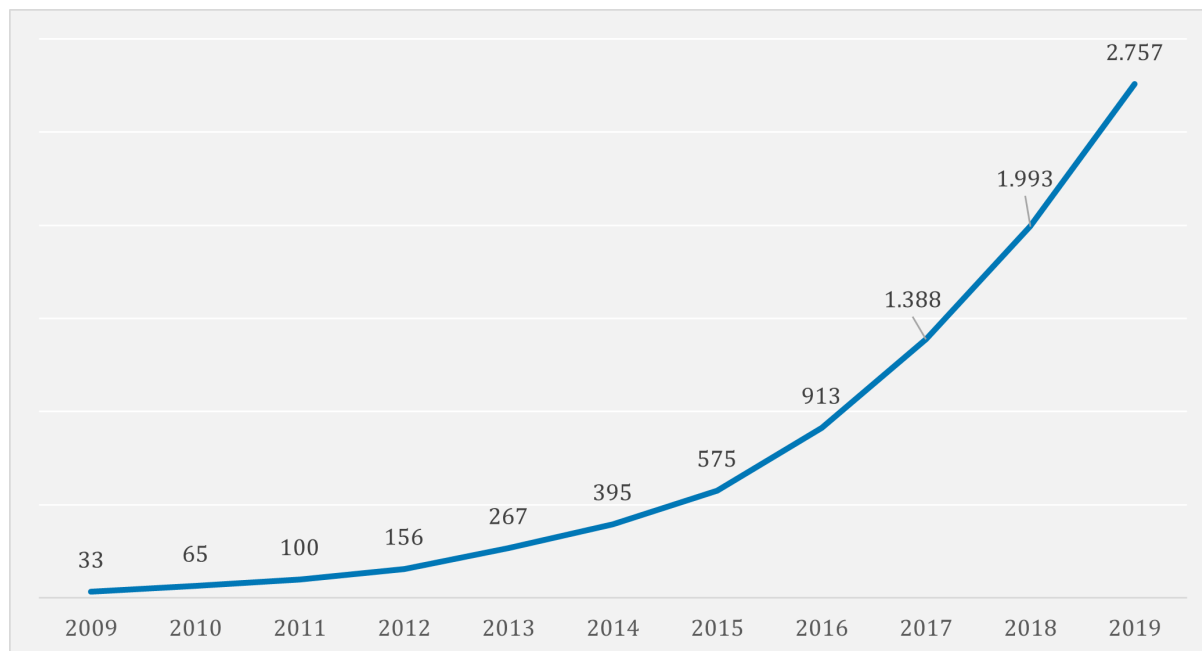
Die Datenvolumen im Mobilfunk- und Festnetzbereich werden von der Bundesnetzagentur im Rahmen ihrer hoheitlichen Aufgaben erhoben und veröffentlicht (Bundesnetzagentur, 2020b). Die Angaben zum Datenvolumen im Mobilfunk werden in Millionen Gigabyte (GB) angegeben (Abbildung

⁹ Ein einfaches Beispiel wäre etwa „digitale[rmn]?[\-]?wandel“. Damit werden die Begriffe „digitaler Wandel“, „digitalem Wandel“, „digitalen Wandels“ und die jeweiligen Kombinationen mit Bindestrich („digitaler-Wandel“, ...) abgebildet.

3-10). In der Abbildung wird deutlich, dass das Volumen im Mobilfunkbereich seit 2009 von einem niedrigen Startwert aus exponentiell wächst. So entsprechen die rund 2,8 Milliarden GB im Jahr 2019 mehr als dem 83-Fachen des Werts von 2009.

Abbildung 3-10: Datenvolumen im Mobilfunk

2009-2019; in Millionen Gigabyte (GB)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der Bundesnetzagentur, 2020c

Im Vergleich zum Festnetz ist ersichtlich, dass immer noch der weitaus überwiegende Teil der Daten über das Festnetz übertragen wird. Abbildung 3-11 gibt die Datenmenge im Festnetz auf Basis der Angaben der Bundesnetzagentur in Milliarden GB wieder. Ein Vergleich der beiden Abbildungen offenbart, dass das Festnetz nahezu für 95 Prozent des ausgetauschten Datenvolumens genutzt wird. Auf den Mobilfunkbereich entfallen lediglich rund 5 Prozent.

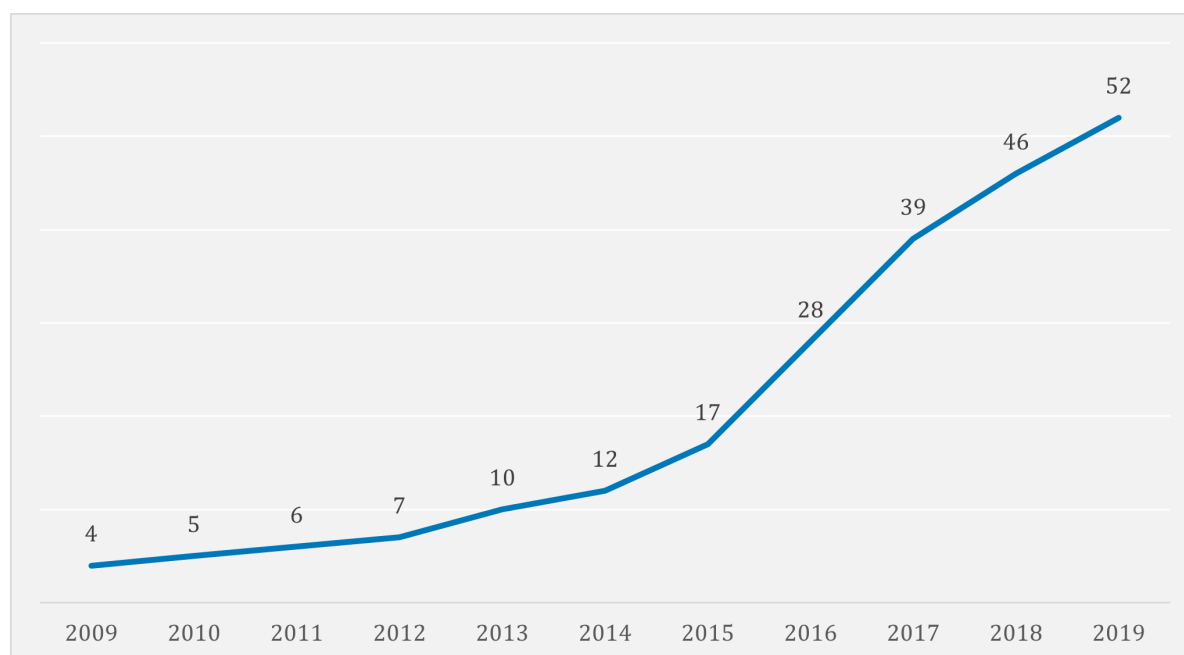
Auch der Festnetzbereich ist seit 2009 massiv von 4 Milliarden GB auf 52 Milliarden GB in 2019 gewachsen. Die Wachstumsrate im Festnetz liegt damit jedoch niedriger als im Mobilfunkbereich und hat sich zudem in den vergangenen Jahren abgeschwächt. Der Festnetzbereich stellt somit noch das Rückgrat des Datentransports dar, die hohen Wachstumsraten im Mobilfunkbereich verdeutlichen jedoch, dass dessen Bedeutung in Zukunft zunehmen wird. Diese Entwicklung wird durch den neuen Mobilfunkstandard 5G und dessen verbesserte Möglichkeiten unterstützt werden. Jedoch hat auch die Festnetzinfrastruktur für ein leistungsfähiges Mobilfunknetz eine erhebliche Bedeutung (Digital-Gipfel/Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2017).

Für den Digitalisierungsindex 2020 wird jeweils der Wert für den Festnetz- und Mobilfunkbereich aus dem Jahr 2019 als Ausgangswert festgesetzt und auf 100 normiert (Tabelle 3-9). Für den Festnetzbereich werden entsprechend die 52 Milliarden GB herangezogen und der Indikator für den Bericht des Jahres 2020 entsprechend auf 100 festgesetzt. Im Mobilfunkbereich wird der Wert von 2.757 Millionen GB des Jahres 2019 in den Bericht 2020 mit einem Indexwert von 100 aufgenommen. In den folgenden Jahren kann anhand dieser Indikatoren die Entwicklung im Vergleich zu die-

sem Basisjahr für den Mobilfunkbereich sowie Festnetzbereich entsprechend dargestellt und abgelesen werden. Dadurch wird herausgestellt, in welchem Bereich die Entwicklung besonders schnell voranschreitet und ob sich die jeweiligen Wachstumsraten verändern. Zudem kann daraus abgeleitet werden, ob die Bedeutung digitaler Produkte und Dienstleistungen sowie die Vernetzung in der Gesellschaft zugenommen haben.

Abbildung 3-11: Datenvolumen im Festnetz

2009-2019; in Milliarden Gigabyte (GB)



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der Bundesnetzagentur, 2020c

3.2.4 Humankapital

Die hohe Bedeutung des Faktors Arbeit für die Unternehmen bei der Bewältigung der digitalen Transformation ist bereits in der Kategorie *Qualifizierung* (Abschnitt 3.1.4) deutlich geworden. Der Fokus in der Kategorie *Qualifizierung* lag vor allem auf der Weiterbildung vorhandener Beschäftigter sowie die Bedeutung von Beschäftigung in Digitalisierungsberufen in Unternehmen. Doch für die Digitalisierung von Unternehmen und Volkswirtschaft ist generell die Verfügbarkeit von Fachkräften auf dem Arbeitsmarkt ein Aspekt, der nicht erschöpfend durch die unternehmensinterne Perspektive in Abschnitt 3.1.4 abgedeckt wurde. Aus diesem Grund wird das verfügbare Humankapital über eine unternehmensexterne Kategorie im Digitalisierungsindex 2020 abgebildet. Diese Kategorie berücksichtigt einerseits die Nachfrage nach Digitalisierungsexpertinnen und Digitalisierungsexperten über den Indikator Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen (Abschnitt 3.2.4.1). Andererseits wird auch das Angebot an Fachkräften untersucht. Dies geschieht über die Indikatoren IT-Absolventen sowie IT-Absolventinnen (Abschnitt 3.2.4.2) und Auszubildende in Digitalisierungsberufen (Abschnitt 3.2.4.3). Tabelle 3-12 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Humankapital* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-12: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Humankapital in den verfügbaren Differenzierungsebenen

Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Humankapital	Fachkräftelücke in Digitalisierungs- berufen	IT-Absolventen	Auszubildende in Digitalisierungs- berufen
Einheit des Indikatorwerts Einheit der Basisdaten	Punkte (Fachkräftelücke pro 100 Beschäftigte)	Punkte (Prozent)	Punkte (Prozent)
Deutschland			
	100 (3,4)	100 (5,6)	100 (15,6)
Bundeslandgruppen			
Süd (BW, BY)	87,5 (4,0)	125,8 (7,0)	116,3 (18,1)
West (HE, NW, RP, SL)	113,9 (3,0)	86,3 (4,79)	97,2 (15,1)
Nord (HB, HH, NI, SH)	109,7 (3,2)	86,9 (4,82)	88,4 (13,8)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)	90,1 (3,9)	90,7 (5,0)	84,9 (13,2)

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Ausschließliche Darstellung von Differenzierungsebenen, für die Werte vorliegen.

Quelle: Eigene Berechnung

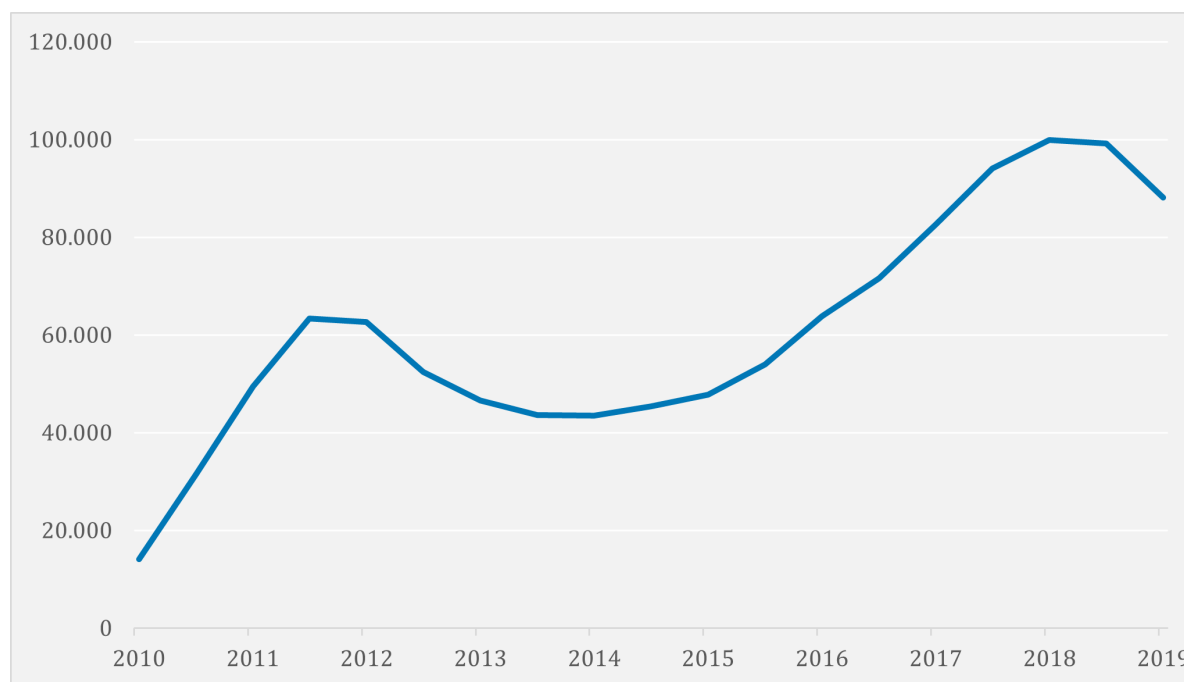
3.2.4.1 Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen

Ein Hemmnis für den Aufbau zusätzlicher Beschäftigung in Digitalisierungsberufen ist der Fachkräftengpass. Beispielsweise wird die digitale Weiterentwicklung des Geschäftsmodells eines Unternehmens dadurch ausgebremst, dass möglicherweise die notwendigen Fachkräfte für diese Weiterentwicklung fehlen. Zur Abdeckung dieses Zusammenhangs im Digitalisierungsindex 2020 wird die Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen als Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Humankapital* eingefügt. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene und nach Bundeslandgruppen vor.

Zur Ermittlung der Digitalisierungsberufe wird das bereits in der Kategorie Qualifizierung (Abschnitt 3.1.4.3) verwendete dreistufige Vorgehen gemäß Burstedde (2020) angewandt. Für diese Digitalisierungsberufe wird dann die Fachkräftelücke nach der Methodik von Burstedde et al. (2020) berechnet (Abbildung 3-12). 2019 fehlten demnach durchschnittlich 88.154 Fachkräfte in Deutschland in Digitalisierungsberufen, für die es offene Stellen gab, aber keine passend qualifizierten Arbeitslosen. 2018 hatte diese Zahl mit 99.968 einen Höchststand erreicht. Inwiefern der Rückgang der Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen konjunkturbedingt oder dauerhaft ist, lässt sich noch nicht sagen.

Abbildung 3-12: Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen

Anzahl offener Stellen in Digitalisierungsberufen ohne passende qualifizierte Arbeitslose, 2010-2019



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von den Daten der IW-Fachkräftedatenbank, 2020

Im Verhältnis zu einem Beschäftigungsaufbau in allen Berufen in Deutschland um 348.100 von 2013 bis 2019 erscheint eine Fachkräftelücke von 88.154 im Jahr 2019 hoch. Der Beschäftigungsaufbau hätte also noch etwa 25 Prozent höher ausfallen können, wenn es ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte in Digitalisierungsberufen geben würde.

Die Verlangsamung der Digitalisierung durch den Fachkräfteengpass fällt regional unterschiedlich aus. Die Fachkräftelücke hat sich von 2013 bis 2019 in Hamburg (-28,5 Prozent), Bremen (-0,2 Prozent) und Berlin (46,0 Prozent) am wenigsten vergrößert. Den größten Anstieg der Fachkräftelücke verzeichneten Brandenburg (362,5 Prozent), Mecklenburg-Vorpommern (221,5 Prozent) und Sachsen (219,5 Prozent). Dies könnte als Hinweis gedeutet werden, dass es Unternehmen in Städten besser gelingt, ihren Bedarf an Digitalisierungskompetenzen zu decken, als Unternehmen in ländlich geprägten Regionen. Bei Maßnahmen zur Fachkräftesicherung in Digitalisierungsberufen ist somit zu beachten, dass diese bestehenden Unterschiede zwischen Stadt und Land nicht weiter vergrößert werden. Da der Fachkräftebedarf in Digitalisierungsberufen auch über internationale Fachkräfte gedeckt werden dürfte, sollte die Attraktivität ländlicher Regionen konkurrenzfähig gestaltet werden.

Um die einzelnen Bundeslandgruppen sinnvoll miteinander vergleichen zu können, werden die jeweiligen Fachkräftelücken der in den Gruppen enthaltenen Bundesländer zunächst aufaddiert. Daraufhin wird die gesamte Fachkräftelücke in Relation zur Gesamtbeschäftigtenzahl in Digitalisierungsberufen der Bundeslandgruppe gesetzt (Abschnitt 3.1.4.3). Andernfalls wäre es möglich, dass eine Bundeslandgruppe unter ausschließlicher Berücksichtigung der absoluten Fachkräftelücke auf den ersten Blick gut abschneidet, jedoch erst die Zunahme der in dieser Bundeslandgruppe vorliegenden niedrigen Gesamtbeschäftigung in Digitalisierungsberufen die prekäre Situation im Gesamtkontext verdeutlicht. Gleichzeitig kann eine Bundeslandgruppe mit einer höheren absoluten Fachkräftelücke im Vergleich hierzu besser abschneiden, wenn auch die Gesamtbeschäftigung in dieser

Gruppe ein Vielfaches derer der ersten Bundeslandgruppe ausmacht. Für das Erhebungsjahr des Digitalisierungsindex 2020 wird sich auf Daten aus 2019 bezogen.

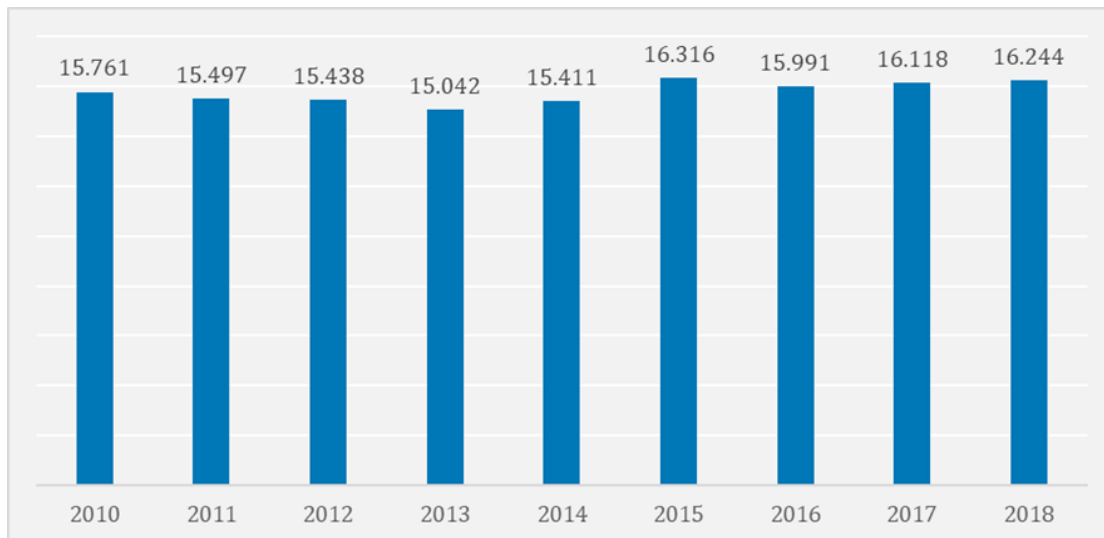
Deutschlandweit beträgt die Fachkräftelücke in Relation zur Beschäftigtenanzahl in Digitalisierungsberufen 0,34 Prozent (Tabelle 3-12). Der Anteil setzt sich aus der bereits erwähnten absoluten Fachkräftelücke von 88.154 Fachkräften und einer Gesamtbeschäftigung in Digitalisierungsberufen von etwa 2,6 Millionen Beschäftigten im Jahr 2019 zusammen. Die Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen geht in den Indikator mit umgekehrter Wirkungsrichtung ein. Demnach schlägt sich ein höherer Wert der Fachkräftelücke in einem niedrigeren Indikatorwert nieder. Dieser Umstand ist sowohl in zukünftigen Erhebungsjahren relevant als auch beim Abschneiden der einzelnen Bundeslandgruppen im Vergleich zum überregionalen Durchschnitt im Erhebungsjahr 2020. Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Bundeslandgruppen zeigen sich deutliche Unterschiede. Am niedrigsten ist die Fachkräftelücke in Relation zur Gesamtbeschäftigung in Digitalisierungsberufen im Westen mit drei Prozent, die sich in einem Indikatorwert von 113,9 niederschlägt. Am zweitbesten schneidet der Norden mit einem Anteil von mehr als drei Prozent und einem Indikatorwert von 109,7 ab, gefolgt vom Osten mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil der Fachkräftelücke von nahezu vier Prozent und demnach einem geringeren Indikatorwert von 90,1. Schlusslicht bildet der Süden mit einem relativen Fachkräfteengpass von genau vier Prozent und einem Indikatorwert von 87,5.

3.2.4.2 IT-Absolventen

Das Bildungssystem spielt eine entscheidende Rolle für die Fähigkeit der Wirtschaft, Digitalisierung anzuwenden und umzusetzen, in dem es die dafür notwendigen Kenntnisse vermittelt und die Fachkräfte der Zukunft ausbildet. Die Verfügbarkeit solcher Fachkräfte ist somit eine entscheidende Rahmenbedingung für die Digitalisierung, die derzeit von Unternehmen jedoch oft als Hemmnis genannt wird – etwa in Bezug auf die Bewirtschaftung von Daten (Röhl et al., 2021). Die Digitalisierung beinhaltet die Notwendigkeit, computergestützte Systeme zu entwickeln oder zumindest mit ihnen zu interagieren. Die dafür benötigten Kompetenzen bildet das Studienfach Informatik am präzisesten, wenn auch nicht ausschließlich, ab (Büchel/Mertens, 2021). Hochqualifizierte Fachkräfte bringt dabei das Hochschulsystem hervor, dessen Ausbildungsleistung anhand der Erstabsolvierenden in Informatik abgebildet wird (Abbildung 3-13). Es werden die Erstabsolventinnen und -absolventen gewählt, um Mehrfachzählungen durch weitere Studienabschlüsse der gleichen Personen zu vermeiden (zum Beispiel ein Masterabschluss im Anschluss an einen Bachelorabschluss). Somit wird die tatsächlich zur Verfügung stehende Anzahl an Absolventinnen sowie Absolventen erfasst. Im Zeitraum von 2010 bis 2018 ist die Anzahl an Erstabsolventinnen und -absolventen insgesamt leicht von 15.761 auf 16.244 gestiegen. Dabei ging die Anzahl an Erstabsolvierenden von 2010 bis 2013 zunächst bis auf rund 15.000 zurück. Danach erfolgte ein starker Anstieg bis auf mehr als 16.300 im Jahr 2015. Nach einem leichten Rückgang im Folgejahr konnte anschließend ein kontinuierlicher Anstieg beobachtet werden.

Abbildung 3-13: Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik in Deutschland

Anzahl Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik, 2010-2018

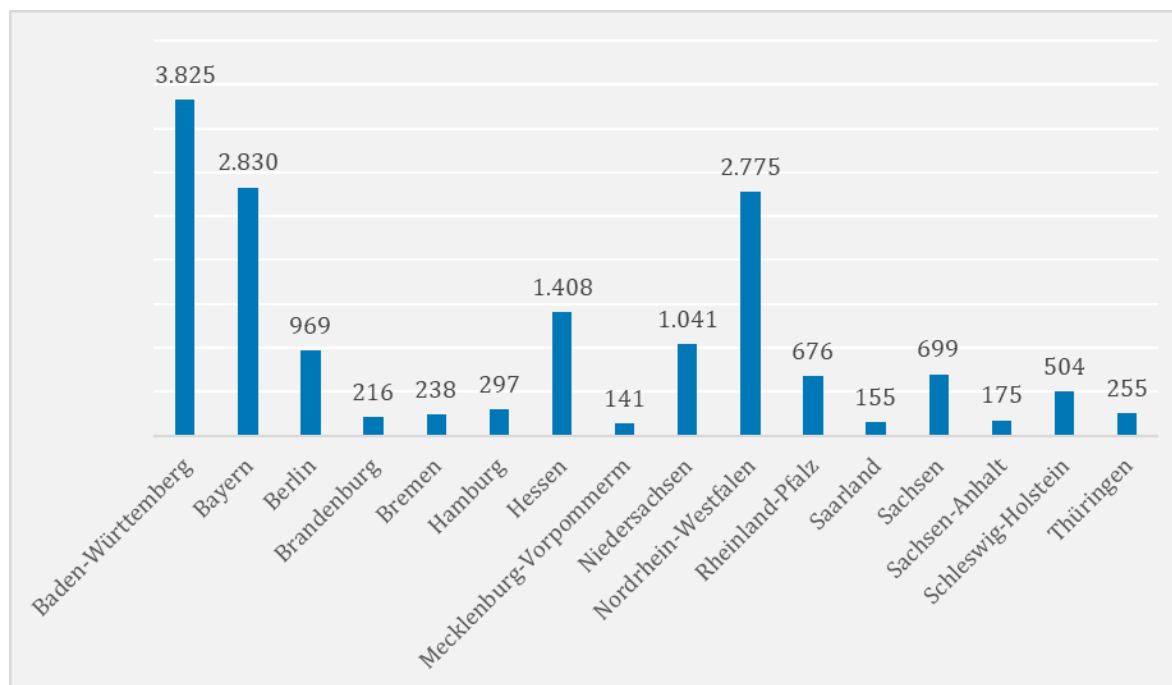


Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamts, 2012-2017, 2018b und 2019.

Die Anzahl der Erstabsolvierenden im Bereich Informatik kann auch als Approximation des durch ein solches Studium vermittelten Know-hows gesehen werden, welches dann in den Unternehmen im Zusammenhang mit Digitalisierungsaktivitäten angewandt werden kann. Vor diesem Hintergrund werden die IT-Absolvierenden als Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Humankapital* eingefügt. Je größer der Anteil der Informatikabsolvierenden ist, umso besser sind die Rahmenbedingungen für die Wirtschaft im Hinblick auf Digitalisierung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Mobilität über Regionsgrenzen hinweg in Deutschland vergleichsweise gering ist, auch wenn Hochschulabsolventinnen und -absolventen bzw. Studierende häufiger die Region wechseln als Personen mit anderem Bildungshintergrund (Geis-Thöne, 2020). Praktisch bedeutet dies, dass die Anzahl von Erstabsolventinnen und -absolventen in Informatik beim Blick auf die Regionen für deren Arbeitsmarktangebot oft entscheidend ist (Abbildung 3-14). Baden-Württemberg und Bayern weisen mit 3.825 beziehungsweise 2.830 die höchste Anzahl an Erstabsolvierenden im Jahr 2018 auf. Entsprechend steht in den südlichen Bundesländern eine vergleichsweise hohe Anzahl an Informatikabsolventinnen und -absolventen zur Verfügung. Das bevölkerungsreichste Bundesland Nordrhein-Westfalen verzeichnete 2018 2.775 Erstabsolvierende und liegt somit nur knapp hinter Bayern. Hessen (1.408) und Niedersachsen (1.041) verzeichneten ebenfalls mehr als 1.000 Erstabsolvierende. Die anderen Bundesländer liegen zum Teil deutlich unter diesem Wert.

Abbildung 3-14: Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik nach Bundesländern

Anzahl Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik, 2018



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamts, 2020d

Der Indikator des Digitalisierungsindex verwendet eine Sonderauswertung des Statistischen Bundesamts (2020d), die es erlaubt, die Erstabsolventinnen und -absolventen im Fach Informatik ins Verhältnis zu den Erstabsolventinnen und -absolventen aller Fachbereiche zu setzen. Die Angaben liegen für Deutschland und die Bundesländer vor. Um die Werte für die Bundeslandgruppen zu ermitteln, werden die Angaben für die Bundesländer jeweils entsprechend aufsummiert und anschließend die Anteile gebildet. Die Werte für den Index 2020 stammen aus dem Jahr 2018.

Der Anteil der Erstabsolventinnen und -absolventen im Fach Informatik an allen, die ein Erststudium absolviert haben, lag deutschlandweit im Jahr 2018 bei unter sechs Prozent (Tabelle 3-12). Dabei sind zwar Unterschiede zwischen den vier Bundeslandgruppen vorhanden, diese sind jedoch nicht erheblich. Die Bundeslandgruppe West weist mit knapp fünf Prozent den niedrigsten Wert auf, der sich jedoch kaum von dem der Bundeslandgruppen Nord und Ost unterscheidet. Einzig die Bundeslandgruppe Süd weicht mit fast sieben Prozent an Informatikerstabsolventinnen und -absolventen etwas deutlicher nach oben ab.

Sowohl die absolute Anzahl an Absolventinnen und Absolventen in Informatik als auch deren Anteil an allen Studierenden wird im Wesentlichen durch drei Faktoren determiniert. Erstens hängt dies mit dem Angebot entsprechender Studiengänge und dessen regionaler Verteilung zusammen. Dies kann zumindest in Teilen die leichten Unterschiede zwischen den Bundeslandgruppen erklären. Zweitens ist die Nachfrage nach Informatikstudienplätzen entscheidend. Nur wenn viele Schulabgängerinnen und -abgänger mit Hochschulzugangsberechtigung ein solches Studium anstreben, können die Hochschulen entsprechend hohe Zahlen an Absolventinnen und Absolventen hervorbringen. Drittens muss ein möglichst großer Teil der Studienanfängerinnen und -anfänger das Studium in Informatik auch beenden. Insgesamt sind die Abbrecherquoten in den sogenannten MINT-Studiengängen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) vergleichsweise hoch und in den letzten Jahren deutlich gestiegen (Anger et al., 2019, 109f.).

Gleichzeitig ist der Bedarf an diesen Fachkräften hoch: Trotz der Corona-Pandemie und den damit verbundenen Arbeitsmarkteffekten lagen im Oktober 2020 deutschlandweit mehr offene Stellen vor als potenziell arbeitslose IT-Fachkräfte verfügbar waren (ebenda, 5). Es gelingt derzeit also nicht einmal, den aktuellen Bedarf zu decken. Gleichzeitig wird dieser mit fortschreitender Digitalisierung der Unternehmen weiter zunehmen. Auch vor diesem Hintergrund ist die Bedeutung eines hohen Anteils an Informatikabsolventinnen und -absolventen für die zukünftige Digitalisierung der deutschen Wirtschaft besonders hoch.

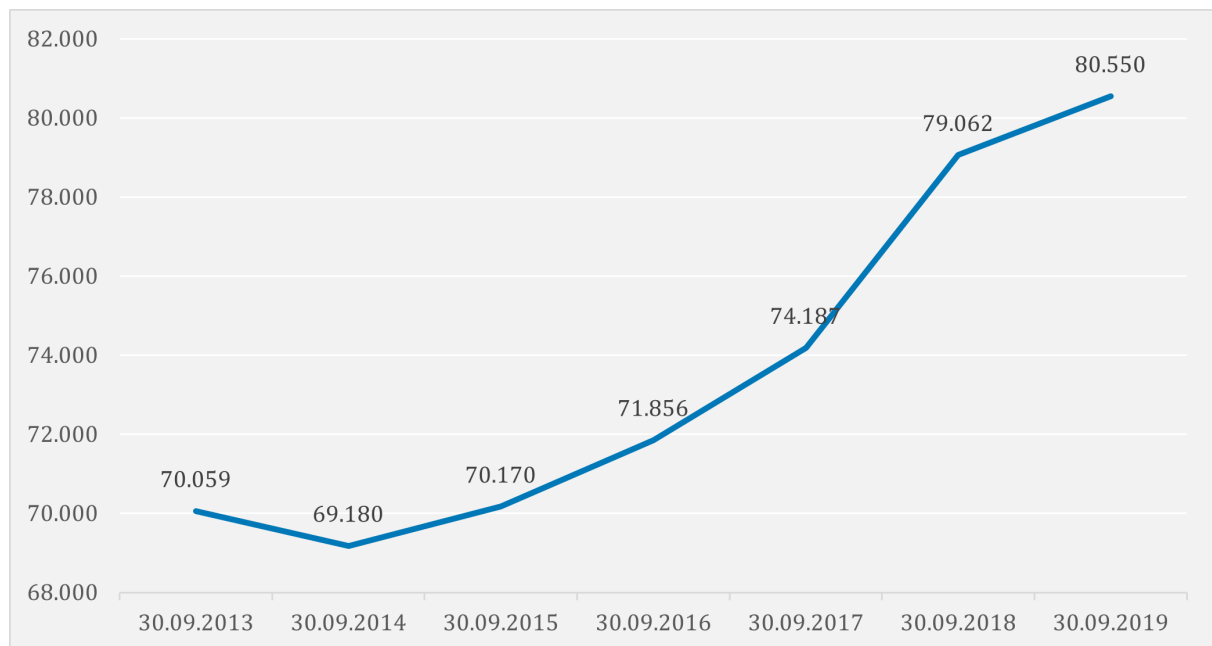
3.2.4.3 Auszubildende in Digitalisierungsberufen

Die Berufsausbildung kann ebenfalls einen erheblichen Beitrag bei der Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft leisten. Bei der Identifikation der Digitalisierungsberufe (Burstedde, 2020, 19; vgl. Abschnitt 3.1.4.3) wurde deutlich, dass von den identifizierten 93 Digitalisierungsberufen auch 19 dem Niveau Fachkraft zugeordnet werden konnten. Für dieses Niveau ist normalerweise eine Berufsausbildung ausreichend. Vor diesem Hintergrund wird die Anzahl an Auszubildenden in Digitalisierungsberufen als Indikator in die unternehmensexterne Kategorie *Humankapital* aufgenommen. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene und nach Bundeslandgruppen vor.

Zur Ermittlung der Auszubildenden wird die IW-Fachkräftedatenbank (Burstedde et al., 2020; vgl. Abschnitt 3.1.4.3) herangezogen, welche die neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge für die angebotenen Ausbildungsberufe enthält. Als Stichtag für den Digitalisierungsindex 2020 werden die Zahlen vom 30.09.2019 verwendet. Die Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen ist von 2013 bis 2019 von 70.059 auf 80.550 gestiegen (Abbildung 3-15). Dieser deutliche Anstieg von 15 Prozent steht einem Rückgang von rund einem Prozent in allen Berufen gegenüber.

Abbildung 3-15: Auszubildende in Digitalisierungsberufen

Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen 2013-2019, jeweils zum Stichtag 30.09.



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von BIBB-Daten, 2020

Die deutsche Wirtschaft hat also auf den erhöhten Bedarf an Fachkräften in Digitalisierungsberufen mit einer deutlichen Ausweitung des Ausbildungsangebotes reagiert. Dabei verläuft auch diese Entwicklung regional unterschiedlich. Am stärksten konnten die Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen in Hamburg im Zeitraum von 2013 bis 2019 zulegen (26,6 Prozent), am wenigsten in Hessen (8,2 Prozent). In keinem Bundesland kam es zu einem Rückgang.

Für den Indikator wird die Anzahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen zur Anzahl der Neuausbildungsverträge in allen Berufen desselben Jahres in Relation gesetzt, um insbesondere verschiedene Bundeslandgruppen sinnvoll miteinander vergleichen zu können. Für das Erhebungsjahr des Digitalisierungsindex 2020 werden die Daten von 2019 herangezogen. Deutschlandweit beträgt der Anteil an neu abgeschlossenen Ausbildungsverträgen in Digitalisierungsberufen im Jahr 2019 rund 16 Prozent (Tabelle 3-12). Im Vergleich dazu verzeichnet nur der Süden Deutschlands unter den einzelnen Bundeslandgruppen einen überdurchschnittlichen Anteil von mehr als 18 Prozent. Die Bundeslandgruppe West befindet sich mit rund 15 Prozent nah am überregionalen Durchschnitt, wohingegen die Bundeslandgruppen Nord mit circa 14 Prozent und Ost mit ungefähr 13 Prozent nach unten abweichen. Somit besitzen Berufsausbildungen in Digitalisierungsberufen im Norden und Osten derzeit noch einen geringeren Stellenwert als im Süden und Westen.

Dabei scheint die Bewerbernachfrage am Ausbildungsmarkt häufig nicht der limitierende Faktor für die Digitalisierung zu sein. Burstedde et al. (2018) diagnostizierten 2017 noch einen hohen Anteil unversorgter Ausbildungsbewerber in IT-Berufen im Nord-Osten der Bundesrepublik. Von 2017 bis 2019 konnten insbesondere Hamburg (12,9 Prozent) und Thüringen (12,6 Prozent) ihr Ausbildungsangebot in Digitalisierungsberufen steigern, während es in Mecklenburg-Vorpommern nahezu stagnierte (2,0 Prozent). Zukünftige Erhebungen werden zeigen, inwieweit sich dies auf den Anteil der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen niederschlägt. Wichtig ist, dass vorhandene Bewerberpotenziale genutzt werden. In der Vergangenheit ist dies in unterschiedlichem Maße geschehen. Dabei könnte es insbesondere in ländlichen Regionen hilfreich sein, Mobilitätshemmnisse der Ausbildungsbewerber abzubauen und insbesondere kleine Unternehmen dabei zu unterstützen, Ausbildungsplätze in technisch anspruchsvollen Digitalisierungsberufen anzubieten.

3.2.5 Innovationslandschaft

Innovationen im Bereich der Digitalisierung entstehen nicht ausschließlich in den Unternehmen, sondern auch die unternehmensexterne Innovationslandschaft trägt maßgeblich zur digitalen Transformation bei. Zur Abbildung der Effekte der Innovationslandschaft auf die Digitalisierung der Wirtschaft, werden Indikatoren verwendet, die sowohl die Inputs, als auch die Outputs von FuE im Bereich der Digitalisierung abbilden. Dadurch soll eine möglichst vollständige Abbildung der vorhandenen Effekte ermöglicht werden. Die Inputs der FuE werden gebildet durch die FuE-Ausgaben von Bund und Ländern (Abschnitt 3.2.5.6) sowie dem FuE-Personal an wissenschaftlichen Einrichtungen (Abschnitt 3.2.5.5). FuE-/Innovationskooperationen (Abschnitt 3.2.5.1) können ebenfalls als Input gesehen werden, da sie maßgeblich zur Entwicklung neuer Produkte und Anwendungen beitragen sollen. Die Effekte der Anstrengungen im Bereich FuE werden im Digitalisierungsindex durch die Entstehung digitaler Startups (Abschnitt 3.2.5.2), digitalisierungsaffiner DPMA-Patente von natürlichen Personen und Hochschulen (beide zusammen in Abschnitt 3.2.5.3) sowie wissenschaftlicher Publikationen mit Digitalisierungsbezug (Abschnitt 3.2.5.4) abgebildet. Tabelle 3-13 fasst die Indikatorwerte der Kategorie *Innovationslandschaft* für den Digitalisierungsindex 2020 sowie die Werte aus den Basisdaten auf den verfügbaren Differenzierungsebenen zusammen.

Tabelle 3-13: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Innovationslandschaft in den verfügbaren Differenzierungsebenen
 Gewichteter Durchschnitt des Indikatorwerts für 2020 = 100. Indikatorwerte (in Punkten) sind fett dargestellt; Werte aus Basisdaten in Klammern.

Kategorie: Innovationslandschaft	FuE-/ Innovationskooperationen	Digitale Startups	Digitalisierungsaффine Patente natürliche Personen	Digitalisierungsaффine Patente Hochschulen	Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	FuE-Personal wissenschaftliche Einrichtungen	FuE-Ausgaben Bund und Länder
	Punkte (Prozent)	Punkte (Unternehmensgründungen pro 10.000 Beschäftigte)	Punkte (Patentanmeldungen pro 10.000 Einwohner)	Punkte (Patentanmeldungen pro 10.000 FuE-Beschäftigte)	Punkte (Wissenschaftliche Publikationen pro 10.000 FuE-Beschäftigte)	Punkte (in FuE beschäftigte Personen pro 10.000 Beschäftigte)	Punkte (Prozent)
Einheit des Indikatorwerts	100 (11,7)	100 (0,6)	100 (0,05)	100 (8,1)	100 (5,4)	100 (32,8)	100 (0,9)
Einheit der Basisdaten							
Deutschland							
Grundstoffe, Chemie und Pharma	207,0 (25,7)	8,1 (0,07)					
Elektrotechnik und Maschinenbau	293,8 (36,5)	4,2 (0,04)					
Fahrzeugbau	190,5 (23,6)	3,1 (0,03)					
Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	75,5 (9,4)	12,3 (0,11)					
Sonstiges Produzierendes Gewerbe	103,6 (12,8)	8,4 (0,07)					
Informations- und Kommunikationstechnologie	209,4 (26,0)	927,7 (8,25)					
Handel	51,8 (6,4)	102,2 (0,91)					
Verkehr und Logistik	34,5 (4,3)	5,9 (0,05)					
Tourismus	78,9 (9,8)	17,7 (0,16)					
Unternehmensnahe Dienstleister	84,8 (10,5)	171,1 (1,52)					
Branchen							

Kategorie: Innovationslandschaft	FuE-/ Innovationskooperationen	Digitale Startups	Digitalisierungsaffine Patente natürliche Personen	Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen	Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	FuE-Personal wissenschaftliche Einrichtungen	FuE-Ausgaben Bund und Länder
Unternehmensgrößenklassen							
1 – 49 Beschäftigte	80,5 (9,4)						
50 – 249 Beschäftigte	163,5 (19,1)						
250 und mehr Beschäftigte	361,3 (42,3)						
Bundeslandgruppen							
Süd (BW, BY)		98,2 (0,60)	171,7 (0,08)	67,9 (5,5)	122,5 (6,6)	92,8 (30,5)	87,0 (0,7)
West (HE, NW, RP, SL)		93,5 (0,58)	77,6 (0,04)	78,6 (6,4)	111,2 (6,0)	73,9 (24,3)	87,1 (0,7)
Nord (HB, HH, NI, SH)		90,0 (0,55)	63,4 (0,03)	115,6 (9,4)	54,1 (2,9)	100,9 (33,1)	101,4 (0,9)
Ost (BE, BB, MV, SN, ST, TH)		123,6 (0,76)	64,7 (0,03)	168,0 (13,6)	88,6 (4,8)	159,1 (52,2)	156,7 (1,3)
Regionstypen							
Agglomeration		158,0 (0,97)	109,0 (0,05)				
Kernstädte		34,7 (0,21)	91,6 (0,04)				
Hochverdichtete ländliche Räume		88,8 (0,55)	125,5 (0,06)				
Verdichtete ländliche Räume		55,7 (0,34)	80,7 (0,039)				
Geringverdichtete ländliche Räume		47,3 (0,29)	73,6 (0,036)				

Der gewichtete Durchschnitt der Differenzierungsebenen weicht teilweise vom Deutschlandwert ab (für Details siehe Büchel et al., 2020a). Für die grauen Zellen liegen keine Daten vor.
Quelle: Eigene Berechnung

3.2.5.1 FuE-/Innovationskooperationen

Kooperationen im Rahmen von FuE- und anderen Innovationsaktivitäten eröffnen den Unternehmen Zugang zu komplementären Ressourcen (Wissen, Technologie, Methoden, Laborausstattung, Forschungsmaterialien) und erlauben eine Teilung des Innovationsrisikos zwischen mehreren Parteien. Hinzu kommt, dass durch die Zusammenarbeit neue Impulse für Innovationsprojekte entstehen können und die Vermarktung von Innovationen erleichtert wird, wenn auf die Vermarktungskanäle und Kundenkontakte der Partner zurückgegriffen werden kann. Kooperationen sind bei der Entwicklung und Einführung neuer digitaler Lösungen besonders wichtig, da hier oftmals unterschiedliche Technologien und Sichtweisen kombiniert werden müssen. Gerade kleine Unternehmen verfügen in der Regel nicht über Kompetenzen, die das gesamte technologische Spektrum im Bereich der Digitalisierung abdecken. Vor dem Hintergrund dieser Bedeutung, werden FuE- sowie Innovationskooperationen über einen Indikator in der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* in den Digitalisierungsindex 2020 integriert. Der Indikator liegt auf Deutschlandebene, nach Branchen und Unternehmensgrößenklassen vor.

Der Indikator gibt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb eines Dreijahreszeitraums von 2016 bis 2018 im Rahmen von FuE- oder anderen Innovationsvorhaben mit Dritten aktiv zusammengearbeitet haben, an allen befragten Unternehmen an. Die dem Indikator zugrundeliegenden Daten werden über eine repräsentative Befragung bei Unternehmen, der Deutschen Innovationserhebung, erhoben. Die Deutsche Innovationserhebung ist der deutsche Beitrag zu den Community Innovation Surveys (CIS) der Europäischen Kommission, die die Grundlage für die europäische Innovationsstatistik darstellen. Konzeptionelle Grundlage für die Definition von FuE, Innovation und Kooperationen ist das Oslo Manual von OECD und Eurostat (2018).

FuE-/Innovationskooperationen sind definiert als die Teilnahme an gemeinsamen Aktivitäten mit anderen Unternehmen oder Einrichtungen im Rahmen von FuE- oder anderen Innovationsvorhaben. Nicht alle Partner müssen wirtschaftlich von der Kooperation profitieren. Eine reine Auftragsvergabe, bei der keine aktive Zusammenarbeit stattfindet, stellt keine Kooperation dar. Kooperationspartner können andere Unternehmen (Kunden, Lieferanten, Wettbewerber, Berater, FuE-Dienstleister), Wissenschaftseinrichtungen (Hochschulen, Forschungsinstitute) oder Vereine, Verbände und andere zivilgesellschaftliche Organisationen sein. Kooperationen mit anderen Unternehmen der eigenen Unternehmensgruppe zählen ebenfalls dazu.

Die Deutsche Innovationserhebung wird vom ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und dem Institut für angewandte Sozialwissenschaften durchgeführt. Werte zu dem Indikator liegen für Deutschland differenziert nach einzelnen Branchen und Unternehmensgrößenklassen vor (ZEW/Fraunhofer ISI/infas, 2020). Vergleichsdaten für andere europäische Länder werden ab Ende 2020 vorliegen. Werte für Bundesländer liegen nicht vor.

Zu beachten ist, dass die Höhe des Indikatorwerts wesentlich bestimmt wird durch den Anteil der Unternehmen, die FuE- und andere Innovationsaktivitäten durchführen. Denn nur Unternehmen, die solche Aktivitäten aufweisen, können auch Kooperationen im Rahmen von FuE- und anderen Innovationsaktivitäten unterhalten.

Deutschlandweit führen durchschnittlich fast 12 Prozent der Unternehmen FuE-/Innovationskooperationen durch (Tabelle 3-13). Eine Betrachtung der einzelnen Unternehmensgrößenklassen zeigt, dass hierbei vermehrt mittelgroße und große Unternehmen Kooperationen eingehen: In der Größenklasse 1 bis 49 Beschäftigte liegt der Anteil bei etwas mehr als neun Prozent, bei Unternehmen der Größe 50 bis 249 Beschäftigte sind es rund 19 Prozent und bei Unternehmen mit 250 oder mehr Be-

schäftigten mehr als 42 Prozent. Unter den einzelnen Branchen gehen Unternehmen aus den gemeinsam betrachteten Branchen Elektrotechnik und Maschinenbau mit 36,5 Prozent der Unternehmen am häufigsten FuE-/Innovationskooperationen ein, gefolgt von der IKT-Branche mit 26 Prozent, Grundstoffe, Chemie und Pharma mit knapp unter 26 Prozent sowie dem Fahrzeugbau mit fast 24 Prozent. Die wenigsten Kooperationen sind bei Unternehmen aus dem Handel (6,4 Prozent) und Verkehr und Logistik (4,3 Prozent) zu beobachten.

Der Anteil der Unternehmen mit Innovationskooperationen ist in den forschungsintensiven Industriebranchen (Elektrotechnik und Maschinenbau, Grundstoffe, Chemie und Pharma sowie Fahrzeugbau) und der IKT-Branche am höchsten. Dies liegt zum einen daran, dass dort ein sehr hoher Anteil der Unternehmen FuE- und andere Innovationsaktivitäten durchführt und somit sich auch die Frage stellt, ob im Rahmen dieser Aktivitäten mit Dritten kooperiert wird (vgl. Abschnitt 3.1.5). Die hohe FuE- und Innovationsbeteiligung in diesen Branchen zeigt an, dass der Wettbewerb stark über innovative Angebote und neue Technologien stattfindet. Die Digitalisierung ist dabei ein zentraler Treiber des Innovationswettbewerbs - von Industrie-4.0-Lösungen im Maschinenbau bis zum autonomen Fahren in der Automobilindustrie. Zum anderen resultiert der hohe Indikatorwert in diesen Branchen aus dem hohen Innovationsrisiko und den komplexen technologischen Anforderungen. Beide machen es attraktiv, gemeinsam mit Dritten nach innovativen Lösungen zu suchen. Durch Kooperationen können Kräfte und Kompetenzen gebündelt werden, sodass FuE-Vorhaben umfangreicher und anspruchsvoller konzipiert und Innovationen rascher in den Markt gebracht werden können.

Die niedrigeren Werte für die Dienstleistungsbranchen liegen primär an der insgesamt niedrigeren FuE- und Innovationsbeteiligung der Unternehmen in diesen Branchen – zumindest derer, die sie nicht im Rahmen von extern ausgelagerter FuE für Unternehmen der Industriebranchen durchführen (vgl. Abschnitt 3.1.5). Allerdings sind auch die Anreize für Kooperationen geringer. Zum einen ist es bei Dienstleistungsinnovationen tendenziell schwieriger, Eigentumsrechte an den Ergebnissen der FuE- und Innovationstätigkeit den einzelnen Partnern zuzuordnen und rechtlich abzusichern (wie dies oft über Patente im Industriebereich geschieht). Stattdessen greifen Dienstleistungsunternehmen auf alternative Zugangswege zu externem Know-how zurück, beispielsweise die Vergabe von Aufträgen an Dritte (Programmierung, Design, andere Beratungsleistungen).

Der Anteil der kooperierenden Unternehmen ist unter großen Unternehmen erheblich höher als unter kleinen. Dies liegt daran, dass große Unternehmen eine wesentlich höhere Zahl an unterschiedlichen FuE-/Innovationsvorhaben verfolgen, sodass auch die Wahrscheinlichkeit, dass in zumindest einem dieser Vorhaben mit Dritten kooperiert wird, viel höher ist als in kleinen Unternehmen, die meist nur eines oder sehr wenige FuE-/Innovationsvorhaben verfolgen. Für kleine Unternehmen kommt hinzu, dass sie oft nicht über die internen (organisatorischen und personellen) Ressourcen verfügen, um sich aktiv in eine Kooperation einzubringen. Außerdem geht mit Kooperationen immer auch eine potenzielle Gefahr des Wissensabflusses einher. Innovative kleine Unternehmen versuchen daher häufig, eine Balance zwischen Offenheit gegenüber Dritten und dem Schutz des eigenen intellektuellen Eigentums zu halten. Gerade jenen kleinen Unternehmen, die über besonders hohe technologische Kompetenzen in ganz bestimmten Anwendungsfeldern oder Marktnischen verfügen, vermeiden Kooperationen.

3.2.5.2 Digitale Start-ups

Unternehmensgründungen, die neue digitale Angebote in den Markt bringen, sind ein wesentlicher Faktor für die technologische Entwicklung im Bereich der Digitalisierung und die rasche Verbreitung neuer digitaler Anwendungen. Unternehmensgründungen entdecken und erschließen häufig Marktnischen und Anwendungsmöglichkeiten, die etablierte Unternehmen entweder nicht sehen oder als für zu wenig aussichtsreich einstufen. Die Effekte durch digitale Start-ups auf die Digitalisierung der gesamten Volkswirtschaft werden über einen eigenen Indikator in der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* gemessen.

Die dem Indikator zugrundeliegenden Daten stammen aus einer Sonderauswertung des Mannheimer Unternehmenspanels (MUP) (ZEW/Creditreform, 2020). Das MUP ist eine Paneldatenbank, die alle wirtschaftsaktiven Unternehmen in Deutschland seit dem Jahr 2000 und alle Unternehmensgründungen in Deutschland mit einer relevanten wirtschaftlichen Aktivität seit dem Jahr 1990 umfasst. Das MUP wird vom ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) in Kooperation mit Creditreform erstellt und gepflegt. Der Indikator gibt die Anzahl der Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen je 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte zum Datenstand 2019 an. Digitale Geschäftsmodelle umfassen u.a. Apps, Big Data-basierte Anwendungen und Lösungen, Angebote zu Cybersecurity, Cloud-Dienste und -Lösungen, maschinelles Lernen, neue E-Commerce-Lösungen, Entwicklung neuer IT-Technologien, Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz, digitale Plattformen und Smart Services.

Digitale Start-ups wurden über eine Textfeldanalyse der Geschäftstätigkeitsbeschreibung der Unternehmen identifiziert. Dabei wurde nach Stichworten und Stichwortkombinationen (positives wie negatives Ko-Auftreten von Begriffen) gesucht, die innovative digitale Angebote anzeigen. Die Anzahl der digitalen Start-ups wird für das aktuelle Jahr hochgerechnet, um eine Erfassungslage bei der Aufnahme von neu gegründeten Unternehmen in die Datenbank abzubilden. Denn einige Neugründungen werden erst nach einigen Monaten der Marktaktivität von Creditreform erfasst und eingepflegt. Die Hochrechnungsfaktoren werden auf Basis der für frühere Gründungsjahrgänge beobachtbaren zeitlichen Verzögerung zwischen Gründungszeitpunkt und Zeitpunkt der Erfassung in der Creditreform-Datenbank ermittelt.

Neben der Betrachtung auf Deutschlandebene erlaubt die Sonderauswertung des MUP ebenfalls eine Erfassung der Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen für einzelne Branchen, Bundeslandgruppen und Regionstypen. Eine Betrachtung verschiedener Unternehmensgrößenklassen ist hierbei nicht zielführend, da Start-ups aller Voraussicht nach jeweils der Größenklasse kleiner Unternehmen zugeordnet werden.

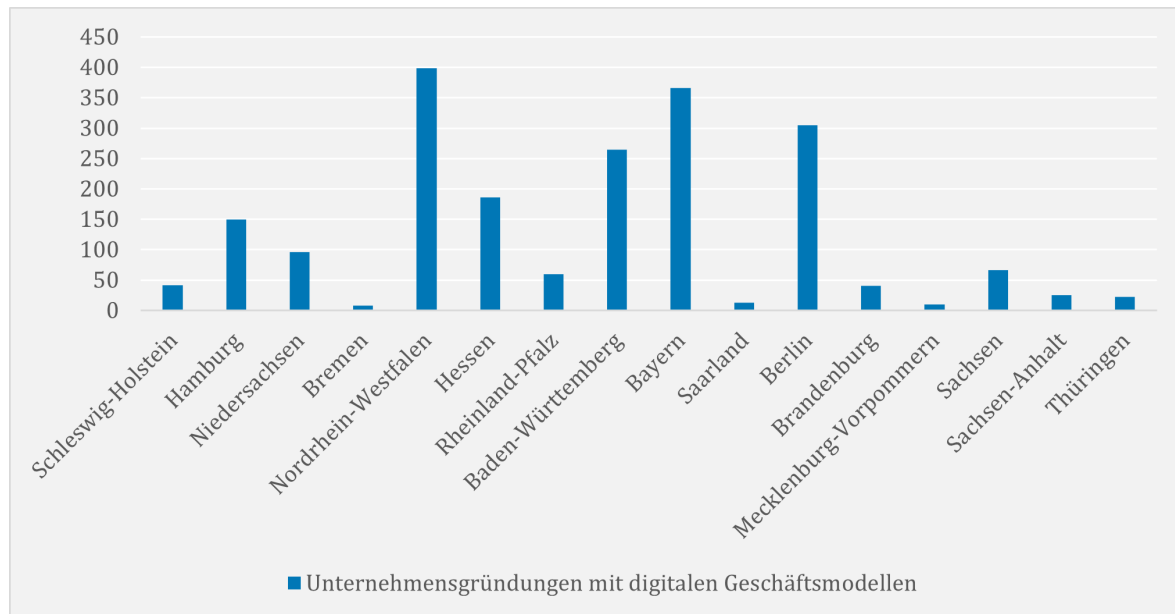
Die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten wird der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit auf Ebene der Kreise und Bundesländer (BA, 2020b) sowie der einzelnen Branchen (BA, 2020c) entnommen. Schlussendlich bildet sich der Indikator, indem zunächst die Unternehmensgründungen für die einzelne relevante Gruppe wie beispielsweise eine Branche aufsummiert werden und ins Verhältnis zur Summe der Beschäftigten der Branche gesetzt werden.

Deutschlandweit kamen im Jahr 2019 auf 10.000 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte durchschnittlich 0,61 Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen (Tabelle 3-13). Eine Betrachtung der einzelnen Bundeslandgruppen zeigt, dass hier vor allem Ostdeutschland eine Vorreiterrolle einnimmt: im Osten beträgt der Anteil 0,76, gefolgt von 0,60 im Süden, 0,58 im Westen sowie 0,55 im Norden. Die Führungsrolle der Bundeslandgruppe Ost liegt vor allem an der hohen Start-updichte in Berlin mit allein 305 Gründungen mit digitalen Geschäftsmodellen und einem Anteil von etwa zwei Gründungen pro 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (Abbildung 3-16).

Auch in der Bundeslandgruppe Nord sticht der Stadtstaat Hamburg mit einem hohen Wert heraus (150 Gründungen und ein Anteil von etwa 1,51 Unternehmensgründungen pro 10.000 Beschäftigte).

Abbildung 3-16: Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen nach Bundesländern

Anzahl der Unternehmensgründungen, 2019



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ZEW/Creditreform, 2020

Insbesondere Berlin hat sich in den vergangenen zehn Jahren zu einem auch international wahrgenommenen Zentrum für Start-ups im Bereich der IT-Industrie entwickelt. Dort hat sich ein sehr dynamisches Ökosystem für digitale Start-ups herausgebildet, das im Sinn einer sich selbst verstärkenden Entwicklung immer mehr neue IT-Gründungen anzieht. Dabei sind auch die Finanzierungsbedingungen durch IT-spezifische Wagniskapital- und Business-Angel-Angebote günstig. Hamburg steht hinter dieser Entwicklung zurück, weist aber ebenfalls eine hohe Anzahl von digitalen Start-ups auf. In den Bundeslandgruppen West und Süd dominieren die jeweiligen Metropolen das gesamte Gründungsgeschehen nicht so stark wie das in Ost- und Norddeutschland der Fall ist. Auch sind andere Metropolen im Bereich der Gründungstätigkeit nicht so stark auf den IT-Sektor ausgerichtet. So weisen München, Frankfurt und Köln auch starke Gründungsschwerpunkte im Bereich der Beratungs- und anderen unternehmensnahen Dienstleistungen auf, der Stuttgarter Raum ist bei Ingenieur-dienstleistungen relativ stark vertreten. Die höchste Start-up-Intensität liegt folglich in Agglomerationsräumen vor (0,97 Gründungen pro 10.000 Beschäftigte). Die Start-up-Dichte verläuft jedoch nicht parallel zur Bevölkerungsdichte, denn der am zweithöchsten verdichtete Bevölkerungsraum Kernstädte weist mit 0,21 den niedrigsten Anteil der Start-up-Intensität aus. Hochverdichtete ländliche Räume kommen auf 0,55, verdichtete ländliche Räume auf 0,34 und geringverdichtete ländliche Räume auf 0,29.

Digitale Start-ups treten mit deutlichem Abstand am häufigsten in der IKT-Branche (8,25), gefolgt von Unternehmensnahen Dienstleistern (1,52) und Handel (0,91) auf. Die übrigen Branchen bewegen sich allesamt unterhalb des gesamtdeutschen Durchschnitts, wobei Elektrotechnik und Maschinenbau mit 0,04 und der Fahrzeugbau mit 0,03 die Schlusslichter bilden.

Die Dominanz der IKT-Branche liegt in der Natur der Sache, da Unternehmen, die digitale Dienstleistungen (Programmierung, Hosting, Datenanalyse, Webportale, digitale Kommunikation und Datenübertragung) anbieten, dieser Branche zugewiesen werden. Digitale Start-ups finden sich außerdem noch in den unternehmensnahen Dienstleistungen recht häufig. Dort verbinden die Unternehmen branchenspezifische Angebote wie Unternehmensberatung, Werbung, Ingenieurdienste, Verlagsangebote, Design oder Steuer- und Rechtsberatung mit digitalen Werkzeugen. Die dritte Branche mit einer nennenswerten Zahl an digitalen Start-ups ist der Handel. Hier dominieren Geschäftsmodelle, die auf digitale Vertriebsformen setzen, z.B. Handelsplattformen. In den Industriebranchen finden sich nur vereinzelt digitale Start-ups. Dort sind es die großen, etablierten Unternehmen, die den digitalen Wandel vorantreiben. Für Unternehmensgründungen ist das Umfeld hierbei schwierig, da für den Markteintritt sehr hohe Investitionen nötig sind, digitale Kompetenz mit Produktionskompetenz verbunden werden muss und die Märkte von großen Playern mit großen Entwicklungs- und Marketingbudgets bespielt werden.

3.2.5.3 Digitalisierungsaffine Patente natürlicher Personen sowie Hochschulen

Impulse für die digitale Transformation der Wirtschaft entstehen nicht nur innerhalb der Unternehmen, sondern sie werden auch durch Hochschulen und natürliche Personen angeregt. Zur Einbeziehung dieses Sachverhalts in den Digitalisierungsindex 2020 werden in die unternehmensexterne Kategorie *Innovationslandschaft* zwei Indikatoren aufgenommen, die die digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen durch natürliche Personen sowie durch private und staatliche Hochschulen abbilden. Durch den Fokus auf DPMA-Patente kann insbesondere auch der Output unter anderem staatlicher Investitionen in FuE näherungsweise beschrieben werden. Die beiden Indikatoren liegen auf Deutschlandebene und nach Bundeslandgruppen vor. Zusätzlich sind Patente natürlicher Personen nach Regionstypen differenziert.

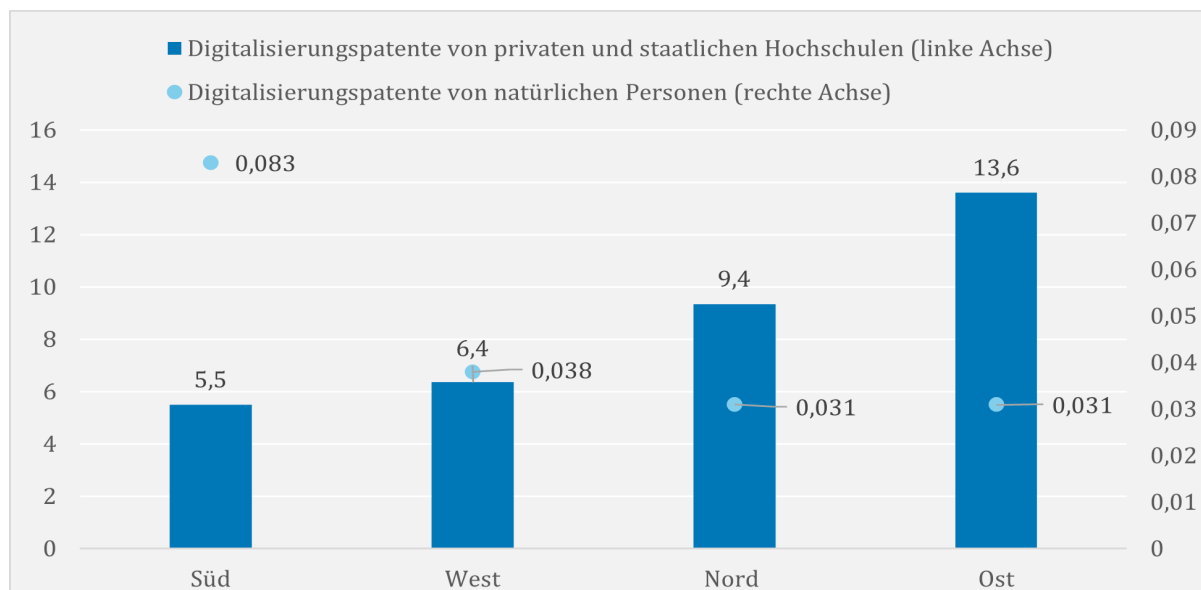
Die digitalisierungsaffinen Patente wurden über das im Anhang A.1 beschriebene Verfahren identifiziert und dem jeweiligen Anmelder bzw. der jeweiligen Anmelderin zugeschrieben (vgl. Abschnitt 3.1.5.3). Am aktuellen Datenrand finden im Erhebungsjahr 2020 Patentdaten aus dem Jahr 2017 Eingang in den Digitalisierungsindex. Die absolute Anzahl an Patenten privater oder staatlicher Hochschulen ohne Gewinnerzielungsabsicht in den Bundeslandgruppen wurde anschließend mit der Anzahl an FuE-Mitarbeitenden in privaten oder staatlichen Hochschulen gemäß BMBF (2020e) ins Verhältnis gesetzt (Abbildung 3-17). Die Anzahl an digitalisierungsaffinen Patenten natürlicher Personen wurde mit der Anzahl an Personen ab 16 Jahren gemäß Statistischem Bundesamt (2020c) ins Verhältnis gesetzt. Dabei werden Personen unter 16 Jahren nicht mit einbezogen, da von einer vernachlässigbar kleinen Patentaktivität in dieser Altersgruppe ausgegangen werden kann.

Deutschlandweit liegt die Anzahl an Patentanmeldungen von privaten und staatlichen Hochschulen pro 10.000 FuE-Mitarbeiter im Jahr 2017 bei rund acht. Die Anzahl an Patentanmeldungen von natürlichen Personen pro 10.000 Einwohner ab 16 Jahren beträgt im selben Jahr 0,05 (Tabelle 3-13). In Tabelle 3-13 wird deutlich, dass sich die Patente natürlicher Personen und von Hochschulen unterschiedlich auf die Bundeslandgruppen verteilen. Bei den Patenten der Hochschulen konnten mit fast 14 Patentanmeldungen je 10.000 FuE-Mitarbeitern an privaten sowie staatlichen Hochschulen in der Bundeslandgruppe Ost die meisten verzeichnet werden. Mit etwas mehr als neun liegt die Bundeslandgruppe Nord auf dem zweiten Platz. Ein Grund hierfür kann analog zu den digitalen Start-ups (vgl. Abschnitt 3.2.5.2) in der hohen Bedeutung von Berlin sowie Hamburg und den dort ansässigen Forschungseinrichtungen und Start-ups liegen. Den geringsten Wert wies die Bundeslandgruppe Süd mit 5,5 aus.

Bei den Patenten natürlicher Personen ist die Verteilung genau entgegengesetzt. Mit rund 0,08 digitalisierungsaffinen Patenten je 10.000 Einwohner ab 16 Jahren weist der Süden den mit Abstand höchsten Wert aus. Die Bundeslandgruppen Ost und Nord weisen mit 0,03 den niedrigsten Wert auf. Die Bundeslandgruppe West hat mit 0,04 nur einen unwesentlich höheren Wert. Die unterschiedliche Verteilung verdeutlicht, dass die Aufteilung in zwei getrennte Indikatoren die Einbeziehung von zwei unterschiedlichen Effekten der Innovationslandschaft auf die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft ermöglicht.

Abbildung 3-17: Anmeldungen digitalisierungsaffiner DPMA-Patente durch natürliche Personen (rechte Achse) sowie staatlicher und privater Hochschulen (linke Achse) nach Bundeslandgruppen

2017; Patente der Hochschulen pro 10.000 FuE-Mitarbeiter in privaten und staatlichen Hochschulen; Patente natürlicher Personen pro 10.000 Einwohner



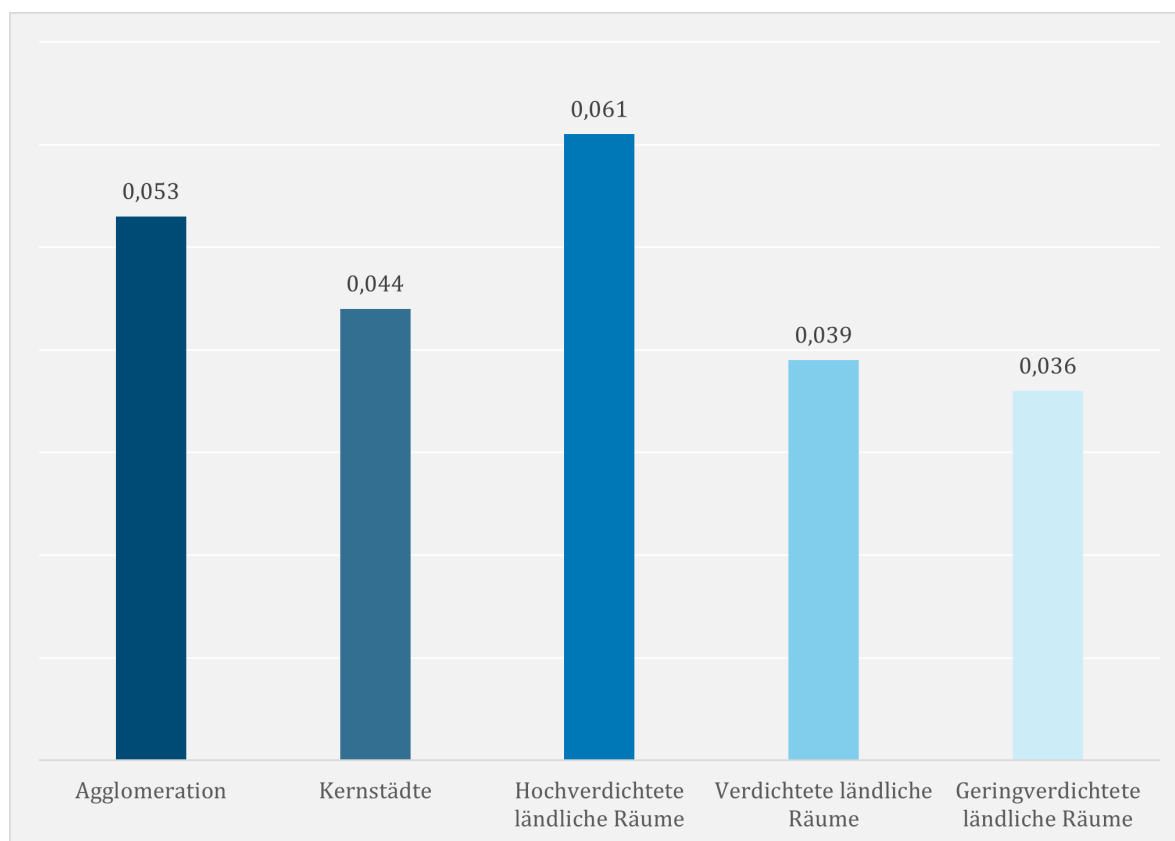
Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Kohlisch/Koppel, 2021 forthcoming, des Statistischen Bundesamtes, 2020c und BMBF, 2020e

Die Unterteilung in zwei Indikatoren erlaubt zudem die Analyse der digitalisierungsaffinen Patente natürlicher Personen nach Agglomerationsräumen (Abbildung 3-18). Bei einer Fusion mit den Patenten der Hochschulen, die eher in größeren Städten zu finden sein dürften, würde dieser Effekt überlagert werden.

Je 10.000 Einwohner ab 16 Jahren konnten mit rund 0,06 digitalisierungsaffinen Patenten relativ gesehen die meisten Patente in hochverdichteten ländlichen Räumen verzeichnet werden. Agglomerationsräume kommen mit 0,05 knapp dahinter. Doch auch in geringverdichteten Räumen sind ebenfalls zahlreiche Erfinderinnen und Erfinder digitalisierungsaffiner Patente beheimatet.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass juristische Personen mit Gewinnerzielungsabsicht und damit Unternehmen (Abbildung 3-4; vgl. Abschnitt 3.1.5.3) für die weitaus überwiegende Anzahl der digitalisierungsaffinen Patente verantwortlich zeichnen. Dennoch stammen auch zahlreiche Patente aus Hochschulen oder von natürlichen Personen. Diese Patente außerhalb von Unternehmen sind zudem im Vergleich zu den Unternehmenspatenten relativ gleichmäßig in allen Agglomerationsräumen sowie Bundeslandgruppen anzutreffen.

Abbildung 3-18: Anmeldungen digitalisierungsaffiner DPMA-Patente natürlicher Personen nach Agglomerationsräumen
 Patentanmeldungen pro 10.000 Einwohner



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von Kohlisch/Koppel, 2021 forthcoming und des Statistischen Bundesamtes, 2020c

3.2.5.4 Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug

Digitale Innovationen und damit Verbesserungen beziehungsweise Neuentwicklungen, die die Wirtschaft in Deutschland mit Blick auf die Digitalisierung weiterentwickeln, basieren häufig auf Verfahren, die zuvor als grundlegende Forschungsergebnisse mit Digitalisierungsbezug erarbeitet wurden. Der hier vorgestellte Indikator stellt eine Messgröße für die Aktivität in der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* in Deutschland dar.

Die Forschungsaktivität wird für den Indikator anhand der wissenschaftlichen Publikationen mit Digitalisierungsbezug aus dem Jahr 2019 mithilfe der Wissenschaftsdatenbank Microsoft Academic gemessen. Die englischsprachigen Publikationen in der Datenbank sind einer oder mehreren thematischen Kategorie zugeordnet. Die Publikationen mit Digitalisierungsbezug sind die, die einer der beiden Kategorien „digital transformation“ oder „digital economy“ zugeordnet sind. Eine entsprechende Publikation wird dann als Publikation mit Digitalisierungsbezug in der deutschen Forschung gezählt, wenn mindestens eine Autorin oder ein Autor aus einer Institution stammt, die in Deutschland verortet ist. Sind mehrere Institutionen aus verschiedenen Bundeslandgruppen beteiligt, erfolgt die Zuordnung anteilig. Die geografische Zuordnung der Institutionen lässt insbesondere auch Erkenntnisse darüber zu, in welchen Regionen Deutschlands die Forschungsintensität besonders hoch ist. Deshalb wird die Anzahl von wissenschaftlichen Publikationen mit Digitalisierungsbezug auch für verschiedene Bundeslandgruppen erhoben. Um jedoch verschiedene Bundeslandgruppen unverzerrt miteinander vergleichen zu können, wird die jeweilige Anzahl an Publikationen pro Bundeslandgruppe in

Relation zur Anzahl des FuE-Personals in privaten und staatlichen Hochschulen sowie in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen jeweils im Vollzeitäquivalent zum Datenstand 2017 gesetzt (BMBF, 2020e, BMBF, 2020d). Dies deckt die gesamte Fülle an wissenschaftlichem Personal ab, die in der unternehmensexternen Innovationslandschaft Erschafferin bzw. Erschaffer der wissenschaftlichen Publikationen sein können. Gleichzeitig stellt der zeitliche Unterschied zwischen dem Veröffentlichungsdatum der Digitalisierungspublikationen (2019) und dem Beschäftigungsstand des FuE-Personals (2017) keineswegs eine verzerrende Wirkung dar. Vielmehr ist die Zusammenführung beider Größen in dieser zeitlichen Dimension passender, da forschungsintensive Publikationen meist auf eine mehrjährige Arbeit zurückgreifen, die weitgehend nicht im Jahr der Veröffentlichung, sondern in den Jahren zuvor geschehen sein dürfte.

Im Jahr 2019 wurden in Deutschland insgesamt 135 wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug publiziert. Pro 10.000 FuE-Beschäftigte in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen sind es rund 5 Digitalisierungspublikationen (Tabelle 3-13). Unter den einzelnen Bundeslandgruppen ist der Wert in der Bundeslandgruppe Süd mit etwa 7 Publikationen pro 10.000 in FuE beschäftigten Personen am höchsten. Dabei sind die Digitalisierungspublikationen in etwa homogen auf die beiden Bundesländer Bayern (28,2 Publikationen) und Baden-Württemberg (21,7 Publikationen) verteilt.¹⁰ Absolut betrachtet stammen somit mehr als ein Drittel der deutschen Digitalisierungspublikationen aus der südlichen Bundeslandgruppe. Die Bundeslandgruppe West besitzt mit einem Anteil von 6 Publikationen pro 10.000 FuE-Beschäftigte die zweithöchste Publikationsintensität. Dabei stammt der Großteil der 44 dort veröffentlichten Publikationen mit Digitalisierungsbezug aus Nordrhein-Westfalen (29,5 Publikationen). Die Gesamtzahl an FuE-Beschäftigten ist jedoch zwischen den Bundeslandgruppen West mit 73.071 und Süd mit 75.122 in etwa gleichwertig, wonach das bessere Abschneiden der Bundeslandgruppe Süd in der Publikationsintensität eindeutig aus der höheren Anzahl an veröffentlichten Publikationen resultiert. Das Abschneiden der Bundeslandgruppen Ost (4,8 Publikationen pro 10.000 FuE-Beschäftigte) und Nord (2,9) ist dagegen im gesamtdeutschen Vergleich unterdurchschnittlich. Dabei ist die Gesamtzahl des FuE-Personals im Vergleich zu Süd und West zwar geringer, jedoch fällt die Publikationsanzahl in Relation dazu noch geringer aus: Im Osten sind es etwa 30 Digitalisierungspublikationen, die etwa zur Hälfte aus Berlin stammen und im Norden 11,5, von denen allein acht aus Niedersachsen kommen.

3.2.5.5 FuE-Personal wissenschaftliche Einrichtungen

Die unternehmensexterne Innovationslandschaft in Deutschland wird ebenso von wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen geprägt. Hierzu zählen der Staatssektor sowie private Institutionen ohne Erwerbszweck. Sie tragen dabei einen wesentlichen Teil zu den Forschungs- und Innovationsaktivitäten des externen Unternehmensumfelds bei, auf deren Erkenntnisse nicht zuletzt Unternehmen zurückgreifen können, um mit deren Hilfe die Digitalisierung voranzutreiben. Somit wird im Digitalisierungsindex in der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* ein Indikator zur Abbildung dieses Effekts verwendet. Dabei sind wissenschaftliche Einrichtungen aller Fachrichtungen relevant, denn die Digitalisierung ist nicht auf eine Fachrichtung beschränkt. Sie ist vielmehr ein Megatrend (Demary et al., 2016), der alle Fachbereiche und Branchen beeinflusst und verändern kann. Deshalb können FuE-Aktivitäten in jedem Fachbereich in engem inhaltlichen Zusammenhang mit der Digitalisierung stehen sowie gleichzeitig eine enorme Bedeutung für die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft innehaben.

Im Jahr 2017 betrug der Anteil der internen FuE-Aufwendungen der wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen am Bruttoinlandsprodukt etwa 0,4 Prozent. Damit bewegen sie sich

¹⁰ Publikationen können dabei mehreren Autorinnen und Autoren zugeordnet werden, die regional unterschiedlich angesiedelten Institutionen angehören. Entsprechend wird die Anzahl der Publikationen auf die jeweiligen Autorinnen und Autoren und somit auf die regionalen Institutionen aufgeteilt. Aufgrund von Rundungen sind Nachkommastellen im Text nicht dargestellt.

in vergleichbarer Höhe zum Anteil der internen FuE-Ausgaben der Hochschulen (0,5 Prozent) und machen etwa ein Fünftel des Anteils der internen FuE-Aufwendungen der gesamten Wirtschaft (2,1 Prozent) aus (Statistisches Bundesamt, 2020e, 10). In den Digitalisierungsindex fließen die Forschungs- und Innovationsaktivitäten der drei Komponenten Hochschulen und natürliche Personen (Abschnitt 3.2.5.3) sowie wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb von Hochschulen ein. Dabei sind die drei Indikatoren jeweils trennscharf zueinander erhoben, sodass es zu keinen inhaltlichen Überlappungen kommt. Dies erlaubt insbesondere eine detaillierte Analyse nach Bundeslandgruppen, wonach einzelne Stärken und Schwächen in einer der drei FuE-Dimensionen im unternehmensexternen Umfeld für verschiedene Regionen ermittelt werden können.

In den Indikator FuE-Personal an wissenschaftlichen Einrichtungen gehen vom BMBF (2020d) veröffentlichte Daten zum FuE-Personal im Vollzeitäquivalent in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen ein. Dabei werden Angaben zum FuE-Personal auch auf Ebene der einzelnen Bundesländer gemacht. Eine Regionalisierung nach Bundeslandgruppen ist möglich, denn das FuE-Personal der wissenschaftlichen Einrichtungen wird gegliedert nach Einsatzort am Hauptsitz und an den Nebenstellen erfasst (Statistisches Bundesamt, 2020e, 8). Der aktuelle Datenstand auf Ebene der Bundeslandgruppen stammt aus dem Jahr 2017. Um einen unverzerrten Vergleich unter den einzelnen Bundeslandgruppen zu ermöglichen, wird das FuE-Personal in Relation zur Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten ohne Auszubildende in allen Berufen zum Stichtag 30. Juni 2017 gesetzt (BA, 2018b). Für eine einzelne Bundeslandgruppe wird zunächst das FuE-Personal der zugrundeliegenden Bundesländer aufsummiert und im zweiten Schritt zur aufsummierten Anzahl an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Relation gesetzt. Aufgrund sehr kleiner Zahlen wird die Relation in FuE-Personal pro 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte ausgewiesen.

Deutschlandweit kommen auf 10.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte durchschnittlich 32,8 in FuE beschäftigte Personen in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen (Tabelle 3-13). Bei genauerer Betrachtung der einzelnen Bundeslandgruppen zeigt sich, dass die Bundeslandgruppe Ost mit rund 52 einen überdurchschnittlich hohen Anteil von FuE-Beschäftigten in wissenschaftlichen Einrichtungen aufweist, gefolgt von der Bundeslandgruppe Nord mit 33, der Bundeslandgruppe Süd mit 30,5 und der Bundeslandgruppe West mit rund 24.

Die Bundeslandgruppe Ost weist nicht nur die höchste Intensität an FuE-Beschäftigten auf, sie zeichnet auch absolut betrachtet mit 31.347 den Höchstwert beim FuE-Personal in wissenschaftlichen Einrichtungen. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass dort zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Vergleich der Bundeslandgruppen sowohl am meisten außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (185) als auch am zweitmeisten Bundes- und Landeseinrichtungen mit FuE-Ausgaben (78) ansässig waren (BMBF, 2018). Davon entfällt mit 101 Forschungseinrichtungen und 50 Bundes- und Landeseinrichtungen ein Großteil allein auf die Bundesländer Berlin und Sachsen. Im Vergleich zum Osten ist in der Bundeslandgruppe Süd absolut gesehen nur unwesentlich weniger FuE-Personal in wissenschaftlichen Einrichtungen beschäftigt (30.556). Dies spiegelt auch die Anzahl der außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit 139 und Bundes- und Landeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben mit 77 wider (BMBF, 2018). Jedoch sind im Süden mit etwa 10 Millionen Beschäftigten im Vergleich zum Osten mit rund 6 Millionen auch generell mehr Personen in allen Berufen beschäftigt, wonach die Forschungsintensität des Südens als geringer zu bewerten ist. Der Westen weist mit 26.675 absolut weniger FuE-Beschäftigte auf, allerdings sind mit etwa 11 Millionen Beschäftigten generell am meisten Personen dort beschäftigt. Das absolut betrachtet geringste FuE-Personal in wissenschaftlichen Einrichtungen zeigt sich in der Bundeslandgruppe Nord mit 17.011. Die im Vergleich zum Süden und Westen höhere Intensität der FuE-Beschäftigten resultiert jedoch aus der Tatsache, dass im Norden nur etwa 5 Millionen Personen in allen Berufen beschäftigt sind.

3.2.5.6 FuE-Ausgaben Bund und Länder

Bund und Länder können auf die unternehmensexterne Forschungsintensität mithilfe von Förderungen Einfluss nehmen. Dabei werden die Forschungsaktivitäten entweder vom Bund, von den Ländern oder in gemeinsamen Vorhaben von Bund und Ländern gefördert. Zu den gemeinsamen Einrichtungen zählen vor allem die vier großen Forschungsorganisationen – Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft und Max-Planck-Gesellschaft – sowie die acht Akademien der Wissenschaften der Länder, die Deutsche Akademie für Technikwissenschaften (acatech) und die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (BMBF, 2020a, 60-61). Universitäten und Fachhochschulen sowie landeseigene forschungs-, technologie- und innovationsorientierte Fördermaßnahmen unter Berücksichtigung räumlicher Strukturen und Besonderheiten fallen in die Landeszuständigkeit. Neben der institutionellen Förderung wie beispielweise der Grundfinanzierung der vier genannten Forschungsorganisationen ist der Bund auch für größere Förderprogramme im Sinne von Projektförderungen zuständig.

Analog zur Messung der Digitalisierung in einer breiten Facette in verschiedenen Branchen können Forschungsaktivitäten in unterschiedlichsten Projekten die Digitalisierung der Wirtschaft voranbringen. Dabei ist es insbesondere unerheblich, ob die Forschungsförderung durch den Bund oder die Länder erfolgt. Ein zu enger inhaltlicher Fokus auf Forschung in einem bestimmten Bereich wie zum Beispiel Software und Datenbanken ist ebenfalls nicht zielführend. Dies widerspricht der Annahme, dass Digitalisierung jedweden Bereich beeinflussen und verändern kann und wird. Zusätzlich würden zukünftig Forschungsbereiche nicht mit einbezogen werden, in denen die Digitalisierung aus heutigem Vorstellungsradius noch eine untergeordnete Rolle einnimmt, zukünftig aber bedeutend werden kann. Vor diesem Hintergrund werden die FuE-Ausgaben des Bundes in die unternehmensexterne Kategorie *Innovationslandschaft* des Digitalisierungsindex 2020 aufgenommen.

Die FuE-Aufwendungen des Bundes und der Länder entstammen dem Datenportal des BMBF (2020b, 2020c) und werden in Millionen Euro gemessen. Am aktuellen Datenrand werden FuE-Aufwendungen des Bundes bis zum Jahr 2019 und der Länder bis zum Jahr 2017 ausgewiesen. Damit beide Förderquellen innerhalb eines gleichen Jahres gemeinsam betrachtet werden können und um ebenfalls Konsistenz zu den übrigen im Digitalisierungsindex verwendeten Indikatoren mit Bezug zu FuE-Aktivitäten (jeweils mit Datenstand 2017) aufzuweisen, wird die Summe der FuE-Aufwendungen des Bundes und der Länder auf allen Differenzierungsebenen aus dem Jahr 2017 herangezogen. Werden die FuE-Aufwendungen der Länder per Definition auf Ebene der einzelnen Bundesländer ausgewiesen, gibt die Datenbasis des Bundes ebenfalls Aufschluss darüber, wie die FuE-Ausgaben regional auf die einzelnen Bundesländer aufgeteilt werden. Maßgebend ist hierbei der Sitz der Stelle, die die FuE-Aktivitäten ausführt und an die somit die Forschungsgelder fließen (BMBF, 2020b). Anschließend werden die gemeinsamen FuE-Ausgaben des Bundes und der Länder pro Bundesland auf die Ebene der Bundeslandgruppen aufsummiert. Um für die unterschiedlich stark ausgeprägten Wirtschaftsaktivitäten unter den einzelnen Bundeslandgruppen zu kontrollieren, werden die FuE-Ausgaben pro Bundeslandgruppe in Relation zum nominalen Bruttoinlandsprodukt der Bundeslandgruppe zum Zeitpunkt 2017 gesetzt (Statistisches Bundesamt, 2020f). Der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt in Prozent erlaubt somit einen unverzerrten Vergleich zwischen den einzelnen Bundeslandgruppen.

In Deutschland liegt der Anteil der FuE-Aufwendungen des Bundes und der Länder am Bruttoinlandsprodukt bei rund einem Prozent¹¹ (Tabelle 3-13). Eine genauere Betrachtung der einzelnen Bundeslandgruppen zeigt, dass der Anteil der Bundeslandgruppe Ost mit über einem Prozent vergleichsweise weit über dem gesamtdeutschen Durchschnitt liegt. Die Bundeslandgruppe Nord liegt mit knapp unter einem Prozent nah am gesamtdeutschen Durchschnitt. Die Bundeslandgruppen Süd und West (jeweils 0,75 Prozent) schneiden eher unterdurchschnittlich ab.

¹¹ 0,86 Prozent; Datenstand 2017

Bezogen auf die tatsächliche Wirtschaftsleistung der Region fließen proportional am meisten Fördergelder von Bund und Ländern im Osten in dort ansässige Forschungseinrichtungen. Dabei sind die FuE-Ausgaben absolut betrachtet im Osten mit etwa 6,7 Milliarden Euro im Vergleich zu den übrigen Bundeslandgruppen nicht am höchsten, denn im Westen betragen sie 8,4 Milliarden Euro und im Süden 8,2 Milliarden Euro. Jedoch fällt auch die Wirtschaftsleistung gemessen am Bruttoinlandsprodukt im Westen mit 1,13 Billionen Euro und im Süden mit 1,10 Billionen Euro im Vergleich zum Osten mit einer halben Billion Euro entsprechend höher aus (Datenstand 2017). Ist das Bruttoinlandsprodukt in West- und Süddeutschland mehr als doppelt so hoch wie im Osten, liegen die FuE-Ausgaben im Osten in Relation dazu nur geringfügig unterhalb derer im Westen und Süden Deutschlands. Das überdurchschnittliche Abschneiden des Ostens wird vor allem verdeutlicht, wenn Norddeutschland im Verhältnis dazu betrachtet wird: Die FuE-Ausgaben im Norden sind mit 4,58 Milliarden Euro absolut gesehen geringer als im Osten, jedoch liegt das Bruttoinlandsprodukt im Norden mit etwa 0,53 Billionen Euro knapp oberhalb jenem im Osten.

Ein Erklärungsansatz für die überdurchschnittlich hohen staatlichen FuE-Aktivitäten im Osten ist der zugrundeliegende Branchenmix in Ostdeutschland. Denn dieser zeigt insbesondere eine Lücke am industriellen Strukturgewicht der Branchen der hochwertigen Technik auf (SV Wissenschaftsstatistik, 2016, 4). Diese Branchen umfassen beispielsweise den Fahrzeugbau oder Elektrotechnik und Maschinenbau, die als besonders forschungsstarke Branchen innerhalb des Wirtschaftssektors gelten (vgl. Abschnitt 3.1.5). Demnach wird versucht, mithilfe eines überdurchschnittlich hohen Anteils an FuE-Aufwendungen und FuE-Personal in Hochschulen und staatlichen Forschungsinstituten die schwache industrielle Forschung im Osten und in den Stadtstaaten zu kompensieren und auszugleichen (SV Wissenschaftsstatistik, 2016, 2).

Demnach ist im Osten analog zum FuE-Personal in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Abschnitt 3.2.5.5) die höchste Anzahl an außeruniversitärer Forschungseinrichtungen (185) und die zweithöchste Anzahl an Bundes- und Landeseinrichtungen mit FuE-Ausgaben (78) ansässig (BMBF, 2018). Staatliche Forschungsgelder fließen meist an wissenschaftliche Einrichtungen, an denen auch viel FuE-Personal ansässig ist oder durch die Forschungsgelder finanziert wird. Zwischen beiden Indikatoren besteht somit ein gewisser inhaltlicher Zusammenhang, dessen Haupttreiber die zugrundeliegende Forschungsleistung an außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist. Um diesen gemeinsamen Effekt nur einmal im Digitalisierungsindex zu berücksichtigen, werden die beiden Indikatoren daher entsprechend untergewichtet (Büchel et al., 2020a). Dennoch ist es sinnvoll, dass beide Indikatoren Eingang in den Digitalisierungsindex erlangen. Denn zukünftig ist es möglich, dass die Höhe der staatlichen FuE-Ausgaben losgelöst von der Anzahl an Forschungseinrichtungen erfolgt und sich stattdessen zunehmend an einer anderen Messgröße orientiert. Ein Indiz, dass neben der Anzahl an Forschungseinrichtungen noch weitere indikatorspezifische Ursachen vorliegen, zeigt beispielsweise eine genauere Beleuchtung des Westens: Das Abschneiden im Hinblick auf das FuE-Personal ist weit stärker unterdurchschnittlich als im Hinblick auf die staatlichen FuE-Ausgaben. Somit besteht wahrscheinlich noch ein weiterer Grund, der höhere staatliche FuE-Ausgaben im Westen bedingt.

4 Ergebnisse des Index

Der Digitalisierungsindex 2020 hat sich im ersten Jahr der Erhebung zum Ziel gesetzt, den Status quo der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland zu beschreiben. Da es sich somit um das erste Jahr der Untersuchung handelt, ist ein Vergleich zum Vorjahr nicht möglich; auf Ebene einzelner Indikatoren ist er bestenfalls unvollständig. Die Werte auf Deutschlandebene wurden vor diesem Hintergrund auf 100 festgelegt und die Erhebungen in den Folgejahren können entsprechend zu diesem Wert in Bezug gesetzt werden, um den Fortgang der Digitalisierung auf dieser Ebene nachzuzeichnen.

Tabelle 4-1: Verfügbarkeit der verwendeten Indikatoren auf den Differenzierungsebenen des Digitalisierungsindex 2020

Subindex	Kategorie	Indikator	Differenzierung nach			
			Unternehmensgrößenklassen	Branchen	Bundeslandgruppen	Regionstypen
unternehmensintern	Prozesse	Digitaler Reifegrad Prozesse	✓	✓	✓	✓
		Digitale Vernetzung	✓	✓	✓	✓
	Produkte	Rein digitale Produkte	✓	✓	✓	✓
		Produkte mit digitalen Komponenten	✓	✓	✓	✓
	Geschäftsmodelle	Digitale Beschaffungskanäle	✓	✓	✓	✓
		Digitale Absatzkanäle	✓	✓	✓	✓
		Digitale Geschäftsmodelle	✓	✓	✓	✓
	Qualifizierung	Weiterbildung IT-Fachkräfte	✓	✓	x	x
		Weiterbildung IT-Anwendende	✓	✓	x	x
		Beschäftigung in Digitalisierungsberufen	✓	✓	✓	x
	Forschungs- und Innovationsaktivitäten	FuE-Ausgaben Unternehmen	✓	✓	✓	x
		FuE-Personal Unternehmen	✓	✓	✓	✓
		Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen	✓	✓	✓	✓
	unternehmensextern	Technische Infrastruktur	Breitbandverfügbarkeit Haushalte	x	x	✓
Breitbandverfügbarkeit Gewerbe			x	x	✓	✓
Festnetz- und Internetpreis			x	x	x	x
Mobilfunkpreis			x	x	x	x
Administrativrechtliche Rahmenbedingungen		Anpassung Rechtlicher Rahmen	x	x	x	x
		Öffentliche Onlinedienste	x	x	x	x
		Öffentliche Onlineformulare	x	x	x	x
Gesellschaft		Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug	x	x	x	x
		Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug	x	x	x	x
		Mobile Internetnutzung	x	x	✓	x
		Datenvolumen mobil	x	x	x	x
		Datenvolumen kabelgebunden	x	x	x	x
		Nutzung Soziale Medien	x	x	✓	x
Humankapital		Nutzung E-Commerce	x	x	✓	x
		Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen	x	x	✓	x
		IT-Absolventen	x	x	✓	x
		Auszubildende in Digitalisierungsberufen	x	x	✓	x
Innovationslandschaft		Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	x	x	✓	x
		FuE-/Innovations-Kooperationen	✓	✓	x	x
		Digitale Start-ups	x	✓	✓	✓
		FuE-Ausgaben Bund und Länder	x	x	✓	x
	Digitalisierungsaffine Patente Natürliche Personen	x	x	✓	✓	
	FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen	x	x	✓	x	
Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen	x	x	✓	x		

Quelle: Eigene Darstellung; vgl. Büchel et al., 2020a

Dennoch können auch im ersten Jahr Aussagen über die Digitalisierung getroffen werden, indem die Werte nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen sowie Regionstypen jeweils miteinander verglichen werden können. Dies erlaubt es, Vorreiterbranchen, Vorreiterregionen, aber auch Nachholbedarfe zielgenau zu identifizieren. Da nicht alle 37 verwendeten Indikatoren auf allen Differenzierungsebenen vorliegen, werden jeweils nur die für die jeweilige Differenzierungsebene verfügbaren Indikatoren herangezogen. Tabelle 4-1 fasst die verwendeten Indikatoren auf den Differenzierungsebenen zusammen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Differenzierungsebenen zusammengefasst. Abschnitt 4.1 fokussiert auf die Digitalisierung nach Branchen, Abschnitt 4.2 auf Unternehmensgrößenklassen, Abschnitt 4.3 auf Bundeslandgruppen und Abschnitt 4.4 auf Regionstypen.

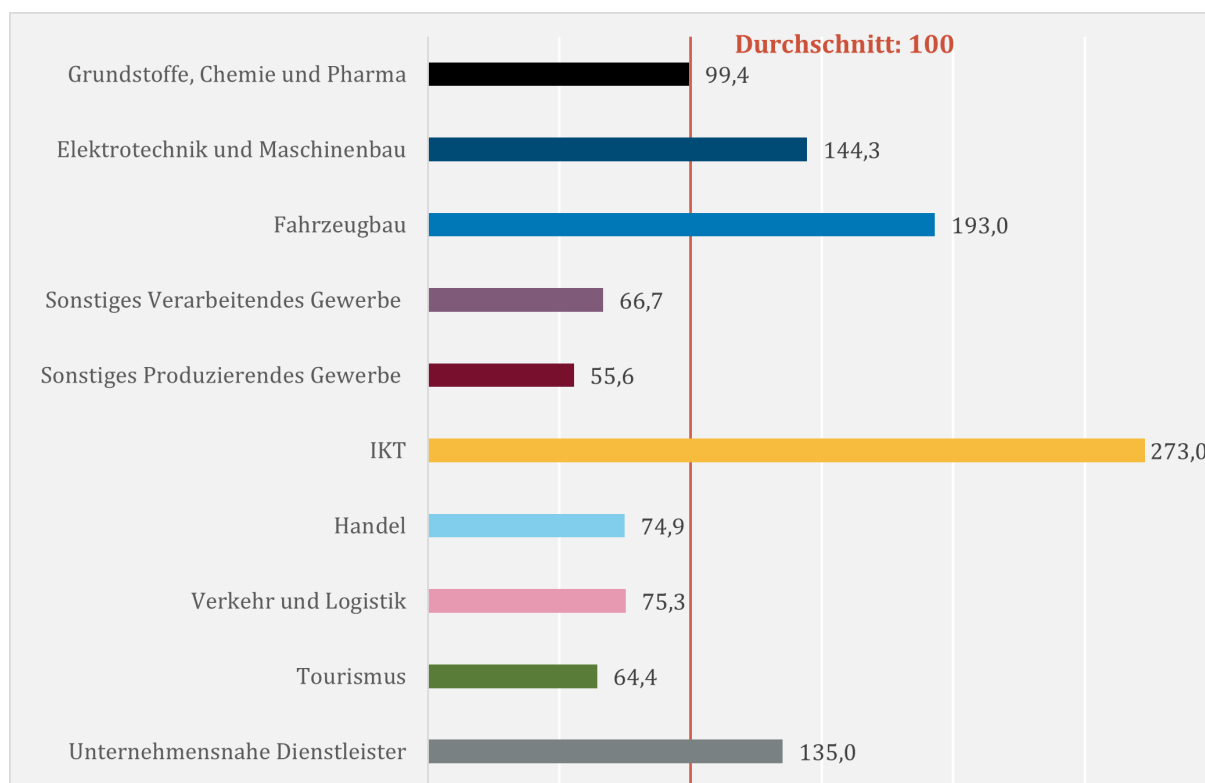
4.1 Digitalisierung nach Branchen

Die Betrachtung der Indikatoren in Abschnitt 3 hat offenbart, dass es deutliche Unterschiede zwischen den Branchen gibt. Entsprechend dürfte sich zwischen den Wirtschaftszweigen auch der Grad der Digitalisierung unterscheiden. Aus diesem Grund differenziert der Digitalisierungsindex 2020 auch zwischen verschiedenen Branchen beziehungsweise Branchengruppen, um die Unterschiede bei der Digitalisierung offenzulegen und deren Ursachen näher zu beleuchten. Dazu wurden zehn Branchen ausgewählt (Abschnitt 2.3).

Zur Ermittlung des Stands der Digitalisierung nach Branchen am Standort Deutschland werden diejenigen Indikatoren herangezogen, die auch Daten für verschiedene Branchen beinhalten. Entsprechend stehen alle 13 unternehmensinternen Indikatoren sowie die zwei Indikatoren FuE-/Innovations-Kooperationen sowie Digitale Start-ups aus der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* (Tabelle 4-1) zur Verfügung. Auf Basis dieser Indikatoren wird für die zehn ausgewählten Branchen – entsprechend der Gewichtung der Kategorien (Abschnitt 2) – zusammen ein Durchschnitt ermittelt und auf 100 festgelegt (Büchel et al., 2020). Anschließend können die Werte der zehn Branchen für einen Vergleich zu diesem Durchschnitt dargestellt werden (Abbildung 4-1). Dabei sticht die IKT-Branche mit 273 Indexpunkten deutlich hervor. Dieser Wirtschaftsabschnitt weist demnach einen fast dreimal so hohen Wert bei der Digitalisierung auf, wie der Durchschnitt aller zehn Branchen. Der Fahrzeugbau schließt mit einem Wert von 193 ebenfalls deutlich überdurchschnittlich ab. Danach folgen die Bereiche Elektrotechnik und Maschinenbau (144 Indexpunkte) und Unternehmensnahe Dienstleister (135). Grundstoffe, Chemie, Pharma liegt mit 99 Indexpunkten sehr nah am Durchschnitt. Deutlich unterdurchschnittlich schneiden die Branchen Verkehr und Logistik (75 Indexpunkte), Handel (75), Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe (67), Tourismus (64) sowie Sonstiges Produzierendes Gewerbe (56) ab.

Abbildung 4-1: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Branchen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Branchen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

Das Zustandekommen des Digitalisierungswerts je nach Branche wird bei der Betrachtung der einzelnen Kategorien deutlicher (Abbildung 4-2). Für die Branchen stehen die fünf unternehmensinternen Kategorien *Prozesse, Produkte, Geschäftsmodelle, Qualifizierung, Forschungs- und Innovationsaktivitäten* sowie die unternehmensexterne Kategorie *Innovationslandschaft* zur Verfügung, die in diesem Fall aus den zwei oben genannten Indikatoren besteht. Der Durchschnitt je Kategorie wurde ebenfalls auf 100 normiert. Entsprechend zeigen die Balken in Abbildung 4-2 an, wie die jeweilige Branche in den sechs Kategorien jeweils im Vergleich zum Durchschnitt der zehn betrachteten Branchen abschneidet.

IKT-Branche

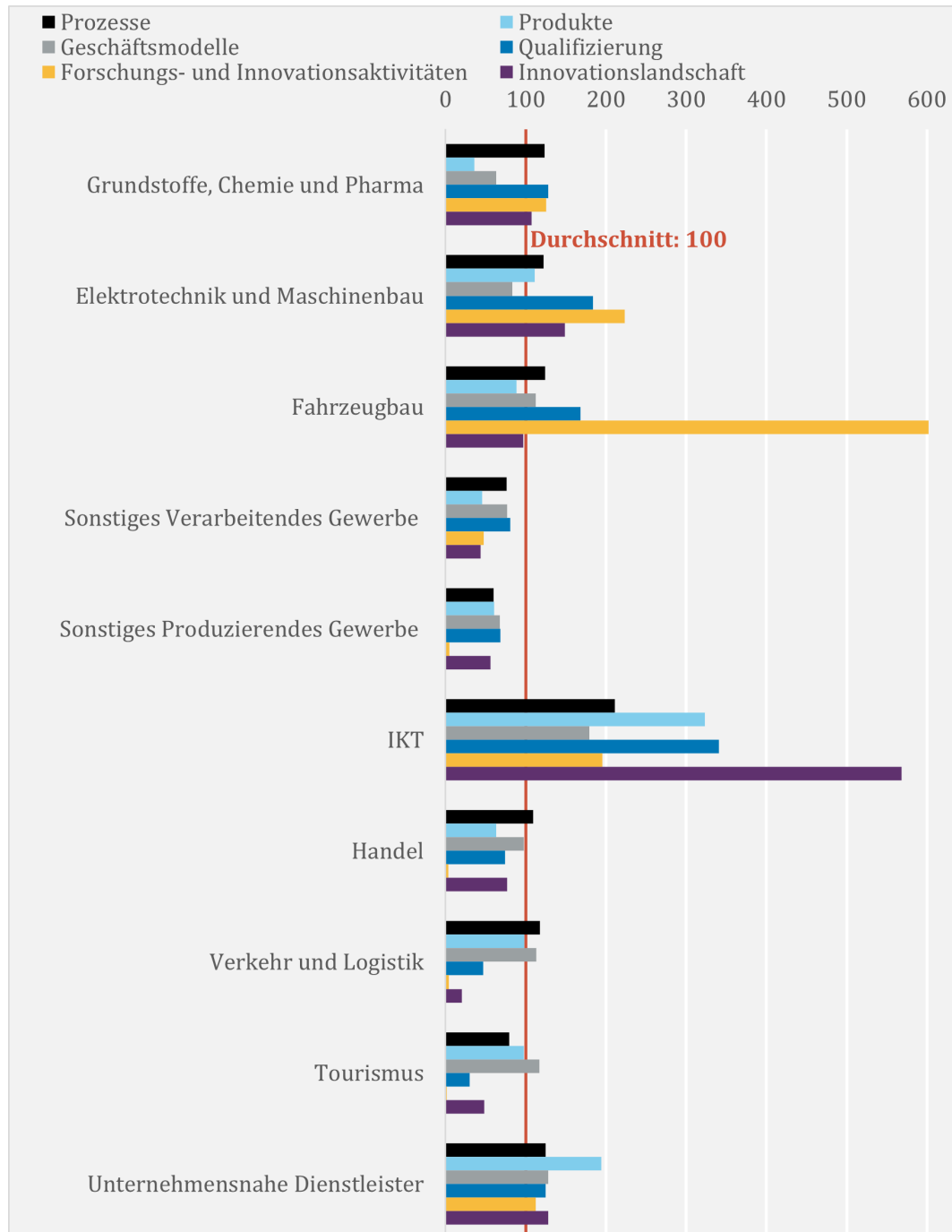
Anhand des Vergleichs wird deutlich, dass die IKT-Branche die Vorreiterrolle einnimmt und außer in der Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* in allen Kategorien die höchsten Werte aufweist. Am ausgeprägtesten ist der Vorsprung bei der *Innovationslandschaft*. Dies ist auf die hohe Anzahl an digitalen Start-ups zurückzuführen. In der Kategorie *Qualifizierung* punktet die Branche sowohl durch ihre führende Rolle bei Weiterbildungen als auch durch die umfangreiche Beschäftigung in Digitalisierungsberufen. Der hohe Wert bei den *Produkten* ist auf die hohe Bedeutung rein digitaler Produkte zurückzuführen. Bei den *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* wurde die hohe Beschäftigung von FuE-Personal deutlich. Der Rückstand zum Fahrzeugbau in dieser Kategorie ist auf die vergleichsweise geringe Anzahl an digitalisierungsaffinen Patenten bei den Unternehmen zurückzuführen.

Fahrzeugbau

Das außergewöhnlich gute Abschneiden des Fahrzeugbaus in der Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* basiert entsprechend auf der hohen Beschäftigung von FuE-Personal sowie der hohen Anzahl an digitalisierungsaffinen Patenten. Auf diese Aktivitäten ist auch das gute Abschneiden im Branchenvergleich zurückzuführen. In dieser Branche bietet zudem ein großer Anteil an Unternehmen Weiterbildungen für ihre IT-Fachkräfte an, wodurch diese Branche hohe Werte im Bereich *Qualifizierung* aufweist. Unterdurchschnittlich ist das Abschneiden bei der Teildigitalisierung der *Produkte*.

Abbildung 4-2: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Branchen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Branchen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

Elektrotechnik und Maschinenbau

Die Stärken der Branchengruppe Elektrotechnik und Maschinenbau liegen analog zum Fahrzeugbau ebenfalls bei der *Qualifizierung* sowie den *Forschungs- und Innovationsaktivitäten*. Das ist auf die Weiterbildung von IT-Anwendenden und die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen sowie hohe Werte bei FuE-Personal und Patenten zurückzuführen. Unterdurchschnittlich ist das Abschneiden bei den *Geschäftsmodellen*. Dies ist auf die vergleichsweise geringe Nutzung digitaler Absatzkanäle zurückzuführen.

Unternehmensnahe Dienstleister

Die Unternehmensnahen Dienstleister schneiden im Branchenvergleich in allen Kategorien überdurchschnittlich ab. Mit Ausnahme der *Produkte* liegen die Werte jedoch nur leicht oberhalb des Durchschnitts. Das Angebot an rein digitalen Produkten sowie von Produkten mit Digitalisierungskomponente ist somit eine Stärke dieser Branche. Die Beschäftigung in Digitalisierungsberufen sowie von FuE-Personal sind ebenfalls überdurchschnittlich ausgeprägt.

Grundstoffe, Chemie, Pharma

Grundstoffe, Chemie, Pharma weisen unter anderem aufgrund ihrer spezifischen Geschäftsaktivitäten niedrige Werte bei der Digitalisierung beziehungsweise Teildigitalisierung von *Produkten* auf. Die Werte bei den *Geschäftsmodellen* sind ebenfalls niedrig, jedoch besteht hier Potenzial im Ausbau der Nutzung digitaler Absatz- und Beschaffungskanäle. Bei den *Prozessen* hingegen werden bestehende Potenziale der Digitalisierung durchaus genutzt. Beachtlich sind ebenfalls die Beschäftigung von FuE-Personal und die FuE-/Innovationskooperationen.

Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe

Traditionell spielen FuE-Investitionen sowie deren Output, welcher hier durch digitalisierungsaffine Patente abgebildet wird, keine außergewöhnliche Rolle für den Tourismus, den Handel sowie Verkehr und Logistik. Entsprechend sind die niedrigen Indexwerte dieser Branchen zum Teil auf entsprechend niedrige Werte in den genannten Bereichen zurückzuführen. Das Sonstige Produzierende Gewerbe und das Sonstige Verarbeitende Gewerbe weisen jedoch insgesamt bei allen Indikatoren einen unterdurchschnittlichen Wert auf, während die anderen acht Branchengruppen zumindest in einzelnen Indikatoren oberhalb des Durchschnitts liegen. Dabei muss erwähnt werden, dass das Sonstige Verarbeitende Gewerbe eine hohe Beschäftigung von FuE-Personal aufweist und sich diese Branchengruppe entsprechend von den zuvor genannten abhebt. Die Digitalisierung bei den *Prozessen* und *Geschäftsmodellen* und die Anstrengungen im Bereich *Qualifizierung* sind ebenfalls ausgeprägt.

Sonstiges Produzierendes Gewerbe

Das Sonstige Produzierende Gewerbe schneidet durch geringe Ausgaben im Bereich FuE und die geringe Anzahl digitalisierungsaffiner Patente in der Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* mit niedrigen Werten ab. Dies trägt zu den niedrigen Werten im Gesamtindex bei und verdeckt zum Teil, dass bei der Digitalisierung von *Prozessen*, *Produkten*, *Geschäftsmodellen* und der *Qualifizierung* des Personals Anstrengungen zu verzeichnen sind. Zudem geht diese Branchengruppe auch zahlreiche Kooperationen mit externen Partnern ein.

Handel

Die Stärke des Handels beim Digitalisierungsindex 2020 liegt im Bereich der Digitalisierung der *Prozesse*, da sie in dieser Kategorie überdurchschnittlich abschneidet. Dies ist vor allem auf die überdurchschnittliche digitale Vernetzung zurückzuführen. Der Handel nutzt zudem digitale Absatz- so-

wie Beschaffungskanäle und auch digitale Geschäftsmodelle kommen bereits zum Einsatz. Der Handel stellt sich somit bereits der digitalen Transformation. Die Anstrengungen werden jedoch durch die niedrigen Werte bei den *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* zum Teil überlagert.

Verkehr und Logistik

Auch der Bereich Verkehr und Logistik stellt sich bereits der digitalen Transformation. Doch niedrige Werte in der Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* und vergleichsweise wenige Kooperationen sowie digitale Start-ups überlagern beim Blick auf den Gesamtindex, dass die Branche Verkehr und Logistik überdurchschnittlich bei allen Indikatoren der Kategorien *Prozesse* und *Geschäftsmodelle* abschneidet. Im Bereich der *Produkte* bestehen branchenbedingt vermutlich Grenzen der Digitalisierung, doch auch hier kommen digitale Produkte und teildigitalisierte Produkte zum Einsatz.

Tourismus

Die Stärke des Tourismus besteht in der Nutzung digitaler *Geschäftsmodelle*. Dies gilt für die Nutzung von Geschäftsmodellen an sich, aber auch für den Einsatz digitaler Absatz- und Beschaffungskanäle. Im Tourismus wird zudem auf Kooperationen gesetzt, wodurch das unterdurchschnittliche Abschneiden in der Kategorie *Innovationslandschaft* gemildert wird. Die Anstrengungen im Hinblick auf die digitale Transformation spiegeln sich auch bei dem Reifegrad der Prozesse und der Bedeutung rein digitaler Produkte wider. Nachholbedarf besteht gegebenenfalls bei der *Qualifizierung* der Beschäftigten.

4.2 Digitalisierung nach Unternehmensgrößenklassen

Anhand der Verteilung der befragten Unternehmen über die Größenklassen bei der Befragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels zur Erstellung des Digitalisierungsindex 2020 (Tabelle A-1 in Anhang A.2) wird deutlich, dass bei den betrachteten Branchen deutliche Unterschiede in der Größenstruktur der Unternehmen existieren. Beispielsweise zählen mehr als 29 Prozent der Unternehmen im Fahrzeugbau zu den großen Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten, während es im Bereich Tourismus weniger als vier Prozent sind. Diese Verteilung ist kein künstliches Artefakt der Befragung, sondern sie ist repräsentativ für die deutsche Wirtschaftsstruktur mit Blick auf die Unternehmensgrößen der Branchen, da sie sich auch in den Angaben des Statistischen Bundesamts (2020a; 2020g) widerspiegeln. Vor diesem Hintergrund fokussiert der Digitalisierungsindex auch auf drei Unternehmensgrößenklassen, um spezifische Unterschiede zwischen Unternehmensgrößenklassen herauszuarbeiten. Zudem wird durch die Analyse nach Unternehmensgrößenklassen untersucht, ob allgemein Zusammenhänge zwischen dem Fortschritt der Digitalisierung und der Unternehmensgröße bestehen. Konkret wird zwischen **großen, mittleren und kleinen Unternehmen** unterschieden (Abschnitt 2.3).

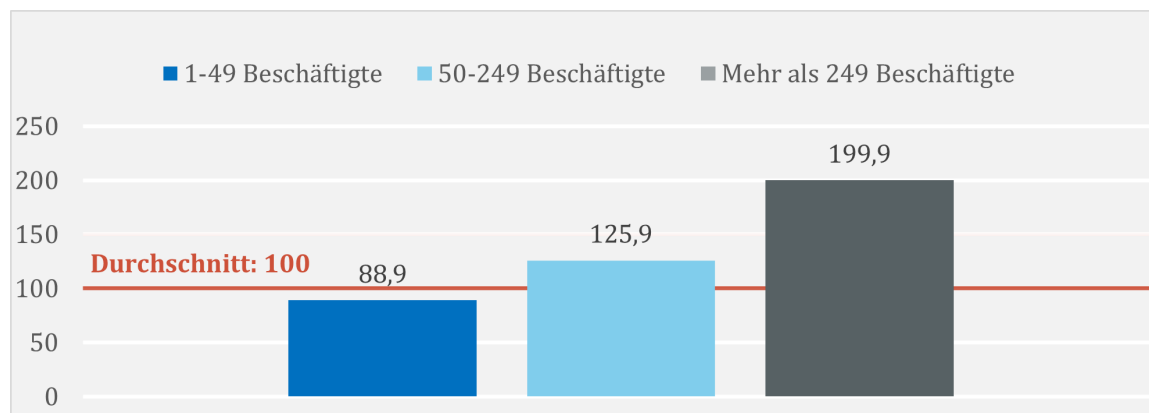
Zur Berechnung des Index nach Unternehmensgrößenklassen werden die 13 unternehmensinternen Indikatoren sowie der Indikator FuE-/Innovationskooperationen aus der unternehmensexternen Kategorie *Innovationslandschaft* herangezogen (Tabelle 4-1). Diese Indikatoren unterscheiden nach Beschäftigtengrößenklassen und beinhalten somit Informationen zum Stand der Digitalisierung nach der Anzahl an Beschäftigten.

Anhand dieser Indikatoren und den Kategorien, die sie abbilden, wird ein Durchschnitt für alle Unternehmensgrößenklassen ermittelt und auf 100 festgelegt (Büchel et al., 2020). Die einzelnen Unternehmensgrößenklassen werden anschließend zu diesem Durchschnitt in Bezug gesetzt (Abbildung 4-3). Dabei erreichen die großen Unternehmen einen Wert von 200 Indexpunkten. Dementsprechend schneiden diese Unternehmen im Durchschnitt doppelt so gut in den betrachteten Indikatoren ab

wie ein durchschnittliches Unternehmen. Daraus kann abgeleitet werden, dass auch die Digitalisierung in diesen Unternehmen entsprechend weit fortgeschritten ist. Die mittleren Unternehmen kommen auf einen Wert von 126 Indexpunkten. Sie schneiden somit ebenfalls überdurchschnittlich ab. Die kleinen Unternehmen kommen auf einen Wert von 89 Indexpunkten und schneiden als einzige Unternehmensgrößenklasse unterdurchschnittlich ab. Da die größte Anzahl aller Unternehmen zu den kleinen Unternehmen zählt (Statistisches Bundesamt, 2020a), wird der Durchschnitt von ihnen maßgeblich beeinflusst und ihr Wert liegt entsprechend nah an diesem Durchschnitt.

Abbildung 4-3: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Unternehmensgrößenklassen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Größenklassen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

Nähere Informationen über die Hintergründe und das Zustandekommen der Indexwerte können durch eine Analyse der einzelnen Kategorien gewonnen werden (Abbildung 4-4).

Großunternehmen

Die Dominanz der Großunternehmen resultiert aus dem überdurchschnittlichen Abschneiden in allen Kategorien bis auf die Kategorie *Produkte*. Zudem erzielen die großen Unternehmen in den Kategorien *Prozesse*, *Geschäftsmodelle*, *Qualifizierung*, *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* sowie *Innovationslandschaft* im Vergleich aller Unternehmensgrößenklassen die besten Ergebnisse. Der Wert in der Kategorie *Innovationslandschaft*, welcher in diesem Fall durch den Indikator FuE-/Innovationskooperationen gebildet wird, ist dabei besonders hoch. Dies resultiert unter anderem daraus, dass die großen Unternehmen zahlreiche Forschungsvorhaben gleichzeitig durchführen und dadurch die Wahrscheinlichkeit hoch ist, dass (auch) Vorhaben mit einem externen Partner durchgeführt werden. Die starke Präsenz von großen Unternehmen in forschungsstarken Branchen wie beispielsweise dem Fahrzeugbau, wo tendenziell viele FuE- und andere Innovationsaktivitäten stattfinden, dürfte ebenfalls zu diesem hohen Wert beitragen. Daraus ergibt sich ebenfalls der hohe Wert in der Kategorie *Forschungs- und Innovationsaktivitäten*. Anhand der Indikatoren wird dies an der hohen Anzahl digitalisierungsaffiner Patente sowie der überdurchschnittlichen Beschäftigung von FuE-Personal deutlich, in denen der Fahrzeugbau besonders gut abschneidet.

Auch in der Kategorie *Qualifizierung* erreichen große Unternehmen besonders gute Ergebnisse. In Abschnitt 3.1.4 wurde deutlich, dass dies insbesondere auf den Weiterbildungen beruht. Als Ursache wurde angeführt, dass große Unternehmen vermehrt eigene IT-Fachkräfte beschäftigen und diese entsprechend weiterbilden. Doch auch die *Prozesse* in großen Unternehmen sind stark digitalisiert. Dazu dürfte beitragen, dass aufgrund der Größe sowie oftmals mehrerer lokal getrennter Einheiten

der Einsatz digitaler Anwendungen zur Kommunikation und Vernetzung lohnend ist und die Unternehmen entsprechend investieren. Zudem dürften aufgrund der Größe auch die Anzahl der *Prozesse* und damit das Potenzial durch Digitalisierung bei diesen hoch sein. Mögliches Verbesserungspotenzial liegt in der Digitalisierung beziehungsweise Teildigitalisierung von *Produkten* sowie in der Ausnutzung digitaler *Geschäftsmodelle*.

Mittlere Unternehmen

Deutlich überdurchschnittlich sind der Einsatz von Digitalisierung bei den *Prozessen*, die FuE-/Innovationskooperationen (Kategorie *Innovationslandschaft*) sowie die Ergebnisse der Kategorie *Qualifizierung*. In den Kategorien *Produkte* und *Geschäftsmodelle* schneiden mittlere Unternehmen durchschnittlich ab. Deutlich unterdurchschnittlich ist ihr Ergebnis bei *Forschungs- und Innovationsaktivitäten*. Im direkten Vergleich zu den großen Unternehmen sind die mittleren Unternehmen nur bei den digitalen Produkten beziehungsweise teildigitalisierten Produkten besser.

Analog zu den großen Unternehmen dürfte die Anzahl an Kooperationen mit der Gesamtzahl der Forschungsvorhaben zunehmen, welche wiederum mit der Unternehmensgröße steigt. Entsprechend ist davon auszugehen, dass mittlere Unternehmen mehr Forschungsvorhaben als kleine Unternehmen durchführen, wodurch auch die Anzahl an Kooperationen tendenziell höher sein dürfte. Zudem sind gerade für mittlere Unternehmen Kooperationen bei FuE interessant, da so Kräfte gebündelt und das Risiko eines Fehlschlags geteilt wird. Demgegenüber haben mittlere Unternehmen jedoch Nachholbedarf bei eigenen *Forschungs- und Innovationsaktivitäten*. Diese bilden sich in vergleichsweise geringen Werten bei der Beschäftigung von eigenem FuE-Personal sowie bei der Anzahl der digitalisierungsaffinen Patente ab.

Analog zu den großen Unternehmen dürfte das gute Abschneiden mittlerer Unternehmen bei *Qualifizierung* sowie *Prozessen* darauf beruhen, dass sie mehr Fachkräfte selbst beschäftigen und entsprechend weiterbilden. Zudem sollten aufgrund der Größe des Unternehmens und der damit verbundenen Anzahl an *Prozessen* entsprechende Digitalisierungsinvestitionen lohnend erscheinen. Kooperationen, *Qualifizierung* sowie die Digitalisierung der *Prozesse* dürften auch zur Digitalisierung in den Bereichen *Produkte* und *Geschäftsmodelle* beigetragen haben.

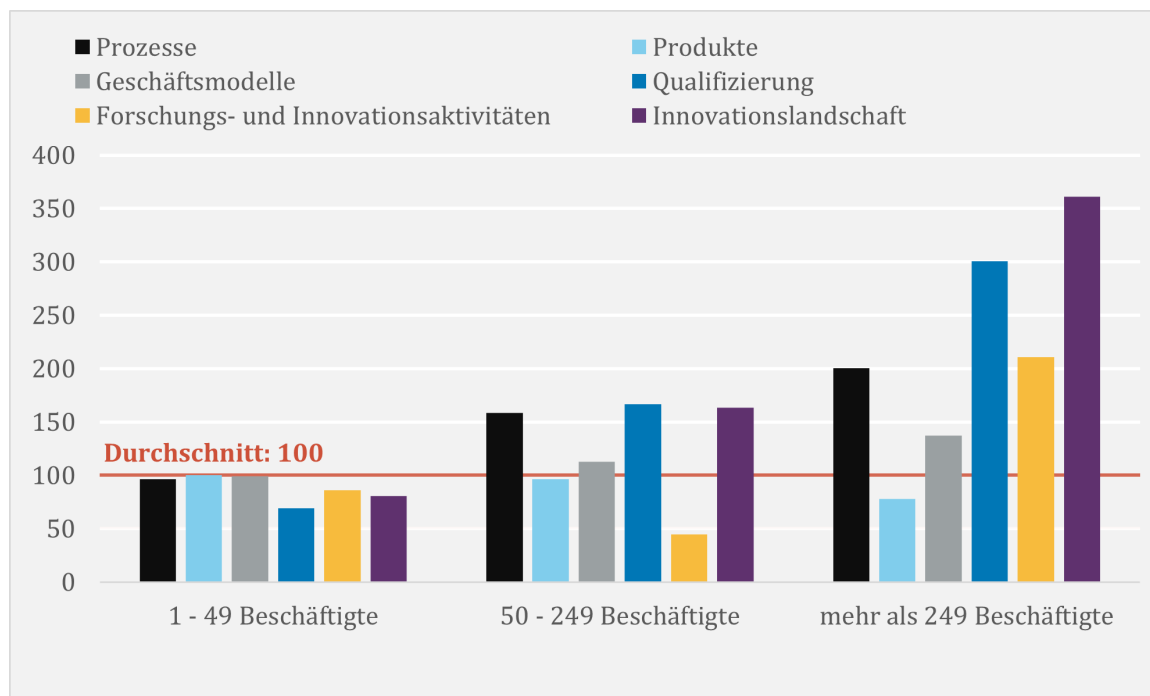
Kleinunternehmen

Kleine Unternehmen schneiden in den Kategorien *Produkte*, *Prozesse* und *Geschäftsmodelle* durchschnittlich ab. Bei *Qualifizierung*, *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* sowie der *Innovationslandschaft* liegen die Werte unter dem Durchschnitt aller Unternehmen.

Da die überwiegende Anzahl aller Unternehmen in Deutschland (Statistisches Bundesamt, 2020a) sowie in der Befragung (Tabelle A-1 in Anhang A.2) zu den kleinen Unternehmen zählen, ist das Abschneiden nah am Durchschnitt nicht verwunderlich, da sie diesen maßgeblich beeinflussen. Das unterdurchschnittliche Abschneiden im Bereich *Qualifizierung* dürfte im Sinne der Argumentation bei den mittleren und großen Unternehmen darauf zurückzuführen sein, dass die kleinen Unternehmen IT-Fachkräfte nicht selbst beschäftigen sowie IT-Dienstleistungen einkaufen. Dadurch schneiden diese Unternehmen auch bei den Weiterbildungen vergleichsweise schlecht ab. Beachtlich ist das Abschneiden bei den *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* und in dieser Kategorie insbesondere bei den FuE-Ausgaben, da hier kleine Unternehmen in Relation zum Gesamtumsatz am besten abschneiden. Dies ist jedoch eventuell auf eine suboptimale Betriebsgröße mit Blick auf FuE zurückzuführen (vgl. Abschnitt 3.1.5.1).

Abbildung 4-4: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Unternehmensgrößenklassen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Größenklassen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

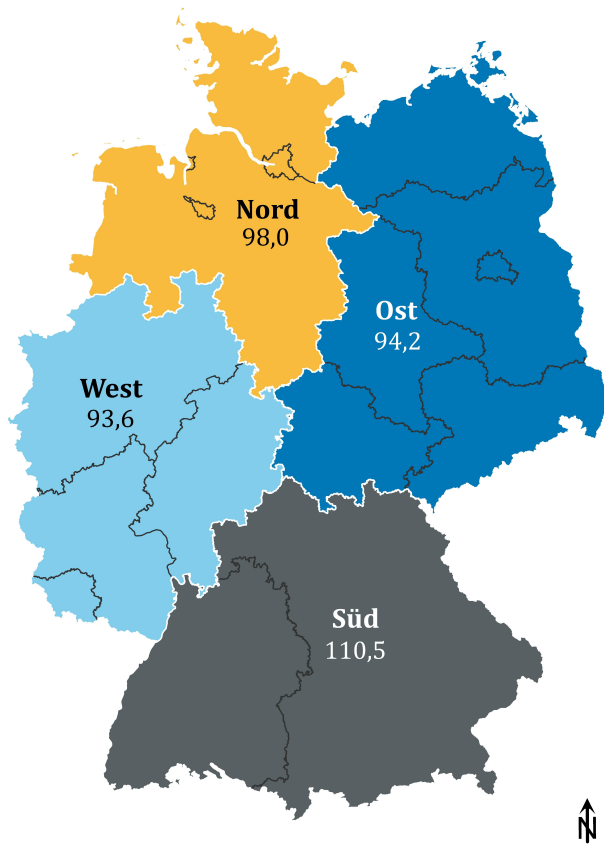
4.3 Digitalisierung nach Bundeslandgruppen

Die Analyse des Status quo der Digitalisierung am Standort Deutschland mittels des Digitalisierungsindex 2020 kann einen Mehrwert insbesondere über die Untersuchung regionaler Unterschiede generieren. Anhand des multidimensionalen Vorgehens über die gewählten Indikatoren können Stärken und Schwächen der einzelnen Bundeslandgruppen herausgearbeitet werden und gegebenenfalls Verbesserungspotenzial sowie Vorreiterrollen identifiziert werden. Insbesondere in Kombination mit der Analyse nach Branchen (Abschnitt 4.1) und Unternehmensgrößenklassen (Abschnitt 4.2) können beispielsweise branchenspezifische Unterschiede herausgearbeitet werden, die die Werte von Bundeslandgruppen eventuell prägen.

Zur Analyse der Unterschiede bei der Digitalisierung nach Bundesländern, werden, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, die Bundesländer den vier Gruppen **Ost**, **Süd**, **West** und **Nord** zugeordnet. Zur Berechnung des Index nach diesen Bundeslandgruppen werden die 25 Indikatoren genutzt, die auf Bundeslandebene vorliegen (Tabelle 4-1). 14 dieser Indikatoren sind unternehmensextern und 11 unternehmensintern. Auf Basis der 25 Indikatoren auf Bundeslandebene wird ein Bundeslandgruppen-Durchschnitt berechnet, mit dem die Bundeslandgruppen verglichen werden (Büchel et al., 2020). Die Werte der jeweiligen Bundeslandgruppe geben entsprechend an, wie die Bundeslandgruppe im Vergleich zu diesem Durchschnitt abschneidet (Abbildung 4-5). Baden-Württemberg und Bayern weisen mit 110,5 Indexpunkten den höchsten Wert auf. Somit entspricht der Stand der Digitalisierung in ihrer Bundeslandgruppe Süd 110,5 Prozent des Durchschnitts aller vier Bundeslandgruppen. Den geringsten Wert weist die Gruppe West mit weniger als 94 Indexpunkten auf. Mit rund 94 Indexpunkten liegen die östlichen Bundesländer kurz davor. Mit 98 Punkten nah am bundesweiten Durchschnitt liegt die Gruppe der nördlichen Bundesländer.

Abbildung 4-5: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Bundeslandgruppen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Bundeslandgruppen = 100

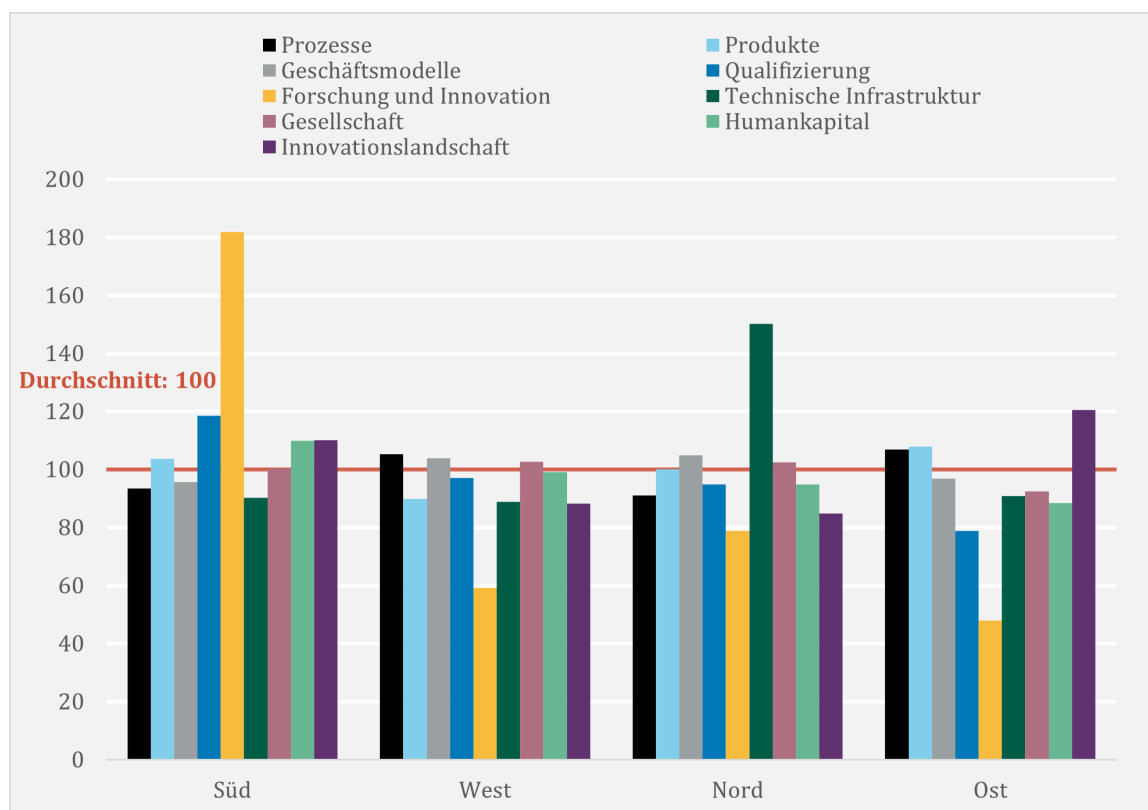


Quelle: Eigene Berechnung

Die treibenden Faktoren hinter den Werten der Abbildung 4-5 werden bei einer näheren Betrachtung der einzelnen Bundeslandgruppen deutlich. Daher werden im Folgenden die Ergebnisse der Bundeslandgruppen in den verfügbaren Kategorien näher beleuchtet (Abbildung 4-6).

Abbildung 4-6: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Bundeslandgruppen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Bundeslandgruppen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

Bundeslandgruppe Süd

Mit 110,5 Indexpunkten erreicht die Bundeslandgruppe Süd nicht nur die Spitzenposition, sondern auch als einziger Regionsverbund einen überdurchschnittlichen Indexwert (Abbildung 4-5). Sowohl die unternehmensinterne Digitalisierung als auch die unternehmensexternen Ausgangsbedingungen sind überdurchschnittlich leistungs- und wettbewerbsfähig.

Trotzdem zeigt auch der Süden in einzelnen Indikatoren im regionalen Vergleich Schwächen. Während die Prozess- und die Geschäftsmodelldimensionen unterdurchschnittliche Werte annehmen, sind die Produktportfolios der bayerischen und baden-württembergischen Unternehmen indes leicht überdurchschnittlich digitalisiert. Ersteres liegt darin begründet, dass der Süden industriegeprägt ist und die Digitalisierung industrieller *Prozesse* und *Geschäftsmodelle* mehr Aufwand bedarf als bei dienstleistenden Tätigkeiten. Letzteres ist insbesondere auf das Angebot rein digitaler Produkte zurückzuführen. Ursächlich beziehungsweise begünstigend für den hohen Entwicklungsstand digitaler Produkte, die zu einer Markt- und Produktreife geführt werden, erscheinen zweierlei Aspekte: Erstens beschäftigen die Unternehmen im Süden häufiger digitale Fachkräfte, zweitens wird die Produktentwicklung durch betriebsinterne FuE angeschoben, was durch die überdurchschnittlichen Werte bei den Indikatoren FuE-Personal und FuE-Ausgaben der Unternehmen deutlich wird. Bei der Beschäftigung digitaler Fachkräfte und der betriebsinternen FuE dominiert der Süden im Vergleich zu den anderen Regionen Deutschlands stark. Gestützt durch zahlreiche Konzernzentralen spiegelt sich dieser so erarbeitete digitale Vorsprung auch im hohen Patentgeschehen mit Bezug zur Digitalisierung wider.

Von größerer Bedeutung für die gute Platzierung der unternehmensexternen Faktoren ist die regionale *Innovationslandschaft*. Die Forschung im Bereich Digitalisierung ist überaus aktiv; dies spiegelt sich in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen mit Digitalisierungsbezug wider. Aufgrund der vorhandenen Wirtschaftsstrukturen werden hier auch die meisten digitalisierungsaffinen Patente von Personen gemeldet. Dies deckt sich mit der hohen Patentleistung auf Unternehmensebene. Die digitale Infrastruktur als Rückgrat der digitalen Transformation hat im Süden noch Nachholpotenzial.

Bundeslandgruppe Nord

Der Indexwert der Bundeslandgruppe Nord in Höhe von 98 liegt knapp unterhalb der Durchschnittsmarke von 100 Punkten. Die unternehmensinternen und -externen Rahmenbedingungen weisen individuelle Stärken und Schwächen auf. Eine besondere regionale Stärke liegt bei den unternehmensexternen Rahmenbedingungen im Bereich der *technischen Infrastruktur*. Obgleich weite Teile der Bundeslandgruppe Nord weitläufig sind, ländlich geprägt sind und eine geringe Bevölkerungsdichte aufweisen, ist die Breitbandversorgung insbesondere auch in den Regionen in Schleswig-Holstein sehr gut vorangeschritten. Die gute technische Anbindung bildet das Fundament für eine Digitalisierung von *Produkten* und *Geschäftsmodellen*. Den Unternehmen gelingt es besonders erfolgreich, digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln und mit diesen erfolgreich am Markt zu agieren. Dabei spielen weniger rein digitale Produkte eine Rolle, als vielmehr solche Produkte, die über digitale Komponenten verfügen. Auch wenn die internen betrieblichen Abläufe weniger umfassend digital miteinander vernetzt sind, so sind es in überdurchschnittlichem Maße die *Prozesse* mit Zulieferern, Vorleistern, sowie Kundinnen sowie Kunden und Endabnehmerinnen sowie Endabnehmern. Die Beschaffung von Ressourcen und Vorleistungen sowie der Absatz der Güter, Waren und Dienstleistungen sind stärker als im Bundesvergleich digitalisiert.

Bei den externen Rahmenbedingungen gibt es im Norden noch Ausbaupotenziale. Der Anteil der IT-Absolventen und der Auszubildenden in Digitalisierungsberufen ist relativ gering und es werden relativ wenige wissenschaftliche Artikel mit Digitalisierungsbezug veröffentlicht.

Bundeslandgruppe Ost

Das Digitalisierungsgeschehen der Wirtschaft und ihrer Rahmenbedingungen ist in den östlichen Bundesgebieten besonders heterogen. Die auseinanderlaufenden Entwicklungen sowohl innerhalb von Unternehmen als auch mit Bezug zu den regionalen Rahmenbedingungen werden insgesamt mit rund 94 Indexpunkten bewertet. Während die Digitalisierung von *Prozessen* und *Produkten* im bundesweiten Vergleich am weitesten vorangeschritten ist, so investieren die Unternehmen am wenigsten in FuE. Die unternehmensinternen *Prozesse* verfügen über einen relativ hohen Reifegrad. Überdurchschnittlich häufig weisen die Unternehmensportfolios Produkte mit digitalen Komponenten sowie rein digitale Produkte auf. Dies liegt auch in der Wirtschaftsstruktur begründet – im Osten dominieren die Dienstleistungsunternehmen, die ihre Portfolios mit weniger Aufwand digitalisieren können als Industrieunternehmen. Die Wirtschaftsstruktur hat auch zur Folge, dass die Unternehmen in dieser Bundeslandgruppe die wenigsten Mitarbeiter im Bereich FuE beschäftigen, weil FuE in der Regel eine Industriedomäne ist. Deshalb generieren die Unternehmen auch keine unternehmensrelevanten digitalen Alleinstellungsmerkmale in Form von Patenten. Der weit überwiegende Teil aller Patente wird von Industrieunternehmen angemeldet. Der Ausbaugrad der *technischen Infrastruktur*, die Digitalaffinität der *Gesellschaft* sowie das verfügbare *Humankapital* schwächen die Bundeslandgruppe Ost als Standort für die Digitalisierung der Wirtschaft. Stärke zeigt indes die regionale *Innovationslandschaft*. Die personell gut ausgestatteten Hochschulen sind leistungsfähig, was durch ihre Patentaktivität widerspiegelt wird. Die urbanen Zentren, allen voran die regionalen Leuchttürme Berlin, Leipzig, Dresden, Jena sind beliebte Standorte für die digitale Start-up-Szene.

Bundeslandgruppe West

Die Bundeslandgruppe West, die Nordrhein-Westfalen, Saarland, Rheinland-Pfalz und Hessen beinhaltet, realisiert einen Indexwert von nahezu 94 Punkten. Relativ weit sind die Unternehmen in ihrer digitalen Vernetzung mit anderen Unternehmen – dementsprechend sind auch die Beschaffungs- und Absatzkanäle überdurchschnittlich digitalisiert. Im Gegensatz dazu bieten die Unternehmen jedoch relativ wenige digitale Produkte an.

Schwächer ausgeprägt sind die unternehmerischen Aktivitäten in FuE. Daraus resultiert eine relativ geringe Anzahl an digitalisierungsaffinen Patenten. Bei der digitalen Infrastruktur müssen insbesondere die Anschlüsse an Gewerbegebiete weiter ertüchtigt werden. Im Bereich der *Innovationslandschaft* erzielt der Westen auch unterdurchschnittliche Werte. Insbesondere werden relativ wenige digitalisierungsaffine Patente von natürlichen Personen und Hochschulen eingereicht. Zudem gibt es relativ wenige Beschäftigung im Bereich FuE an den Hochschulen vor Ort.

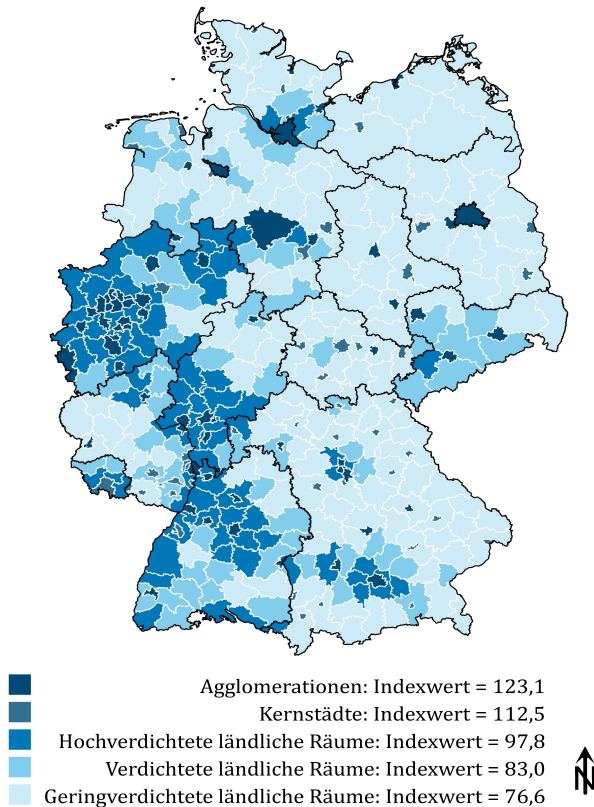
4.4 Digitalisierung nach Regionstypen

Die regionalen Unterschiede beim Stand der Digitalisierung in Deutschland lassen sich nicht erschöpfend durch Bundesländergrenzen beschreiben. Zudem gehen durch eine bloße Konzentration auf Bundesländer womöglich Erkenntnisse verloren, da die positive Entwicklung in einigen Zentren den Status quo der gesamten Bundeslandgruppe nach oben verzerrt. Vor diesem Hintergrund werden im Digitalisierungsindex 2020 zusätzlich fünf Regionstypen betrachtet. Die Abgrenzung der Regionstypen erfolgt dabei nach Einwohnerdichte (Abschnitt 2.3) und unterscheidet zwischen **Agglomeration, Kernstädten, hochverdichteten ländlichen Räumen, verdichteten ländlichen Räumen** und **geringverdichteten ländlichen Räumen**.

Der Digitalisierungsindex 2020 nach Regionstypen wird anhand der 13 Indikatoren – vier unternehmensexterne und neun unternehmensinterne – berechnet, die Aussagen für die betrachteten Regionstypen zulassen und in der notwendigen Kleinteiligkeit vorliegen (Tabelle 4-1). Auf Basis dieser Indikatoren wird ein gewichteter Durchschnitt ermittelt und für das Erhebungsjahr 2020 auf den Wert 100 festgelegt (Büchel et al., 2020). Die Werte der fünf Regionstypen werden anschließend jeweils ins Verhältnis zu diesem gewichteten Durchschnitt dargestellt (Abbildung 4-7).

Abbildung 4-7: Regionstypen im Digitalisierungsindex 2020 und deren durchschnittlicher Indexwert*

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Regionstypen = 100



* Für die dargestellten Regionen ist nicht der tatsächliche Indexwert angegeben, sondern lediglich der durchschnittliche Indexwert des jeweiligen Regionstyps dargestellt.

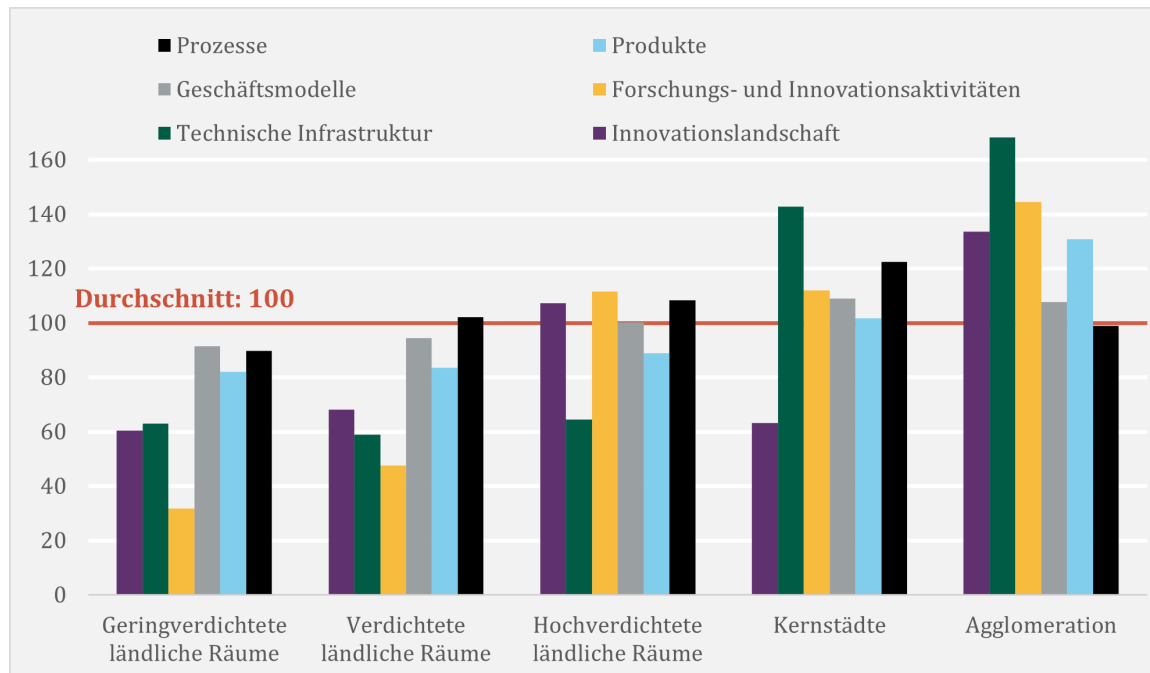
Quelle: Eigene Berechnung

Anhand der Werte des Digitalisierungsindex nach Regionstypen wird deutlich, dass die Agglomerationsräume, die zum Beispiel Berlin, München, Köln, aber auch Dresden, Hannover und Hamburg umfassen, am besten abschneiden und einen Indexwert von 123 Punkten erreichen. Damit entspricht ihr Wert rund 123 Prozent des Durchschnitts aller Regionstypen. Auf den zweiten Rang kommen Kernstädte, zu denen zum Beispiel Flensburg, Mainz, Erfurt oder Bamberg gehören, mit einem Indexwert von 112,5. Beide urbanen Regionstypen können somit überdurchschnittlich beim Stand der Digitalisierung abschneiden.

Die ländlichen Regionstypen weisen hingegen alle unterdurchschnittliche Werte auf. Dabei fällt auf, dass der Indexwert mit der Bevölkerungsdichte fällt. So kommen hochverdichtete ländliche Räume auf einen Wert von nahezu 98 Indexpunkten und liegen somit nah am Durchschnitt. Die verdichteten ländlichen Räume erreichen einen Wert von 83 Indexpunkten und die geringverdichteten von nahezu 77 Punkten.

Abbildung 4-8: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Regionstypen

In Indexpunkten, gewichteter Durchschnitt der Regionstypen = 100



Quelle: Eigene Berechnung

Zur Interpretation der Gesamtergebnisse und der Identifikation der Treiber der Ergebnisse werden die Ergebnisse der Regionstypen in den verfügbaren Kategorien näher beleuchtet (Abbildung 4-8).

Agglomerationsräume

Der Wert der Agglomerationsräume im Digitalisierungsindex entspricht rund 123 Prozent des deutschen Durchschnitts aller Regionstypen. Anhand von Abbildung 4-8 wird deutlich, dass die räumliche Konzentration wirtschaftlicher Aktivitäten sich in vielen Belangen positiv auf die Digitalisierung auswirkt. Allen voran sind neben der Breitbandversorgung insbesondere jene Aspekte hervorzuheben, die den Transfer von Wissen und den Austausch von Ideen fokussieren. Die *Innovationslandschaft* in Agglomerationsräumen ist vielfältiger als auf dem Land. Dies betrifft insbesondere die Gründung junger, innovativer Unternehmen, deren Standortanforderungen in den Städten in der Regel besser befriedigt werden können als in ländlichen Räumen. Der effiziente Transfer von Wissen wirkt sich ebenso positiv auf die Patentaktivitäten natürlicher Personen aus.

Die Unternehmen in Ballungszentren sind aktiver in FuE – der Output gemessen an den Patentanmeldungen ist dort höher. Zudem weisen die Produktportfolios dieser Unternehmen den höchsten Digitalisierungsgrad auf. Im regionalen Vergleich bieten besonders viele Unternehmen rein digitale Produkte und solche mit digitalen Komponenten an. Die urbane Vorreiterrolle liegt zum einen darin begründet, dass Dienstleistungsunternehmen, zum Beispiel im Bereich IT- und Software, eher urbane Standorte wählen. Zum anderen ist die Standortwahl auch auf die Platzverhältnisse in den Zentren zurückzuführen, die eher jenen Unternehmen entgegenkommt, die Büroflächen, aber keine Lager-

oder Produktionsflächen in Anspruch nehmen. Infolgedessen sind auch die *Geschäftsmodelle* in diesen Räumen stärker digitalisiert als im ländlichen peripheren Raum.

Kernstädte

Die Kernstädte weisen mit 112,5 Indexpunkten ebenfalls einen überdurchschnittlichen Wert auf. Die Betrachtung der Kategorien offenbart: Unternehmensinterne *Prozesse* sind in Unternehmen, die ihren Standort in Kernstädten haben, im räumlichen Vergleich am stärksten digitalisiert. Insbesondere die unternehmensinterne digitale Vernetzung liegt mit deutlichem Abstand vorne, aber auch der digitale Reifegrad ist hoch.

Der Digitalisierungsgrad der dort angebotenen *Produkte* zeigt sich divers. Rein digitale Produkte sind selten, vielmehr weisen die Produktportfolios digitale Komponenten auf. Hier erreichen die Kernstädte den höchsten Indexwert. Dies kann ebenfalls auf die unternehmerische Standortwahl zurückzuführen sein. Kernstädte bieten einen hinreichend großen Arbeitsmarkt, weisen meist eine (noch) gute Anbindung an die Verkehrsinfrastruktur auf und verfügen über größere zusammenhängende Gewerbeflächen als Agglomerationen. Dies macht die Kernstädte auch zu attraktiven Standorten für industriell geprägte Unternehmen. Diese bieten eher hybride als rein digitale Produkte an. Die Digitalisierung von *Geschäftsmodellen* ist in diesen Räumen am weitesten vorangeschritten. Getragen wird dies weniger von einer Digitalisierung der Absatz- und Beschaffungskanäle, sondern von der gesamten Unternehmensorganisation.

Mit zunehmender Entfernung von den Schmelztiegeln wirtschaftlicher Aktivitäten sinkt die Innovationsleistung der Unternehmen und des Unternehmensumfelds. Obgleich Unternehmen in den Kernstädten mehr Beschäftigte in FuE aufweisen, schwächen sich die Patentaktivitäten der Unternehmen ab. Zudem sind die Kernstädte keine überdurchschnittlich attraktiven Standorte für junge Unternehmen. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis scheint im räumlichen Vergleich in diesen Städten am ungünstigsten zu sein. Entweder bevorzugen junge Unternehmen die Urbanisationsvorteile in den Agglomerationsräumen oder sie möchten die Urbanisationsnachteile (z.B. Kosten für Bürofläche) vermeiden und wählen erschwinglichere Räume in ländlichen Gegenden.

Hochverdichte ländliche Räume

Mit zunehmender Distanz von den Metropolen sinkt der Digitalisierungsgrad des Wirtschaftsgeschehens. Im Durchschnitt erreichen hochverdichtete ländliche Räume, zu denen unter anderem die Landkreise Ebersberg, Saarlouis oder Darmstadt-Dieburg gehören, 98 Indexpunkte.

Diese Regionen sind in keiner der Bewertungskategorien Spitzenreiter (Abbildung 4-8), allerdings bilden sie auch niemals das Schlusslicht. Die Digitalisierung der unternehmensinternen *Prozesse* ist relativ weit vorangeschritten. Dies wird vor allem von dem digitalen Reifegrad der Prozesse getragen, aber auch die digitale Vernetzung ist ähnlich hoch wie in Unternehmen in den Ballungsgebieten. Nachholbedarf besteht bei den angebotenen *Produkten*, denn die sind deutlich weniger digitalisiert als in den städtisch geprägten Räumen. Vor allem werden Produkte mit digitalen Komponenten nur selten angeboten. Die *Geschäftsmodelle* sind leicht überdurchschnittlich digitalisiert. Damit die Unternehmen ihre *Produkte* anbieten können, sind in den hochverdichteten Kreisen digitale Beschaffungskanäle für Vorleistungen und Rohstoffe von höherer Relevanz als ihre digitalen Pendanten für den Vertrieb. Damit Unternehmen wettbewerbsfähig sind und bleiben, sind Ausgaben in die Entwicklung neuer Produktlösungen unumgänglich. Die Unternehmen in den hochverdichteten ländlichen Kreisen schaffen im interregionalen Vergleich die meisten Personalkapazitäten in den FuE-Abteilungen. Diese Mehrausgaben können damit begründet werden, dass in Situationen räumlicher Nähe vieler Akteure der Austausch von Ideen und der Transfer von Wissen mit geringeren Mitteln gewährleistet werden kann. Sind die Akteure in räumlicher Nähe zueinander, werden informelle und eher spontane

bzw. kurzfristige Begegnungen und Interaktionen möglich. Je geringer die kritische Masse an relevanten Akteuren an einem Ort, desto höher sind die Anstrengungen, um diesen Standortnachteil auszugleichen. Im hochverdichteten ländlichen Raum, der sich um den Speckgürtel der Wirtschaftszentren befindet, sind innovative und forschungsstarke Unternehmen ansässig, die mit einem höheren Personaleinsatz den Wissenstransfer entsprechend organisieren. Während also die unternehmensinternen *Forschungs- und Innovationsaktivitäten* in etwa das Niveau der Kernstädte erreichen, so ist das Innovationsgeschehen in den hochverdichteten ländlichen Gebieten reger als in den Kernstädten. Aufgrund des besseren Kosten-Nutzen-Verhältnisses erfreuen sich ländliche Gebiete in unmittelbarer Nähe zu Wirtschaftszentren größerer Beliebtheit bei Start-ups. Gleichsam melden hier besonders häufig natürliche Personen Patente an. Um die Unternehmen in diesen Regionen bestmöglich zu unterstützen, werden Investitionen in die Breitbandanbindung notwendig, denn zwischen den städtisch und ländlich geprägten Regionen besteht ein signifikantes Gefälle in der technischen Infrastrukturausstattung.

Verdichtete ländliche Räume

Zu den verdichteten ländlichen Räumen zählen vor allem Regionen im erweiterten Speckgürtel um die großen wirtschaftlichen Ballungsgebiete. Hierzu zählt beispielsweise der Landkreis Segeberg im Hamburger Umland, der Landkreis Ostalbkreis in der Nähe von Stuttgart oder auch der Landkreis Rosenheim im südlichen Oberbayern. Während die hochverdichteten ländlichen Räume in allen Bewertungskategorien eine Position im Mittelfeld, ohne deutliche Stärken und Schwächen, belegen, werden in verdichteten ländlichen Räumen die ersten Schwächen des ländlichen Raums sichtbar (Abbildung 4-8).

Der Indexwert in Höhe von 83 Punkten wird vor allem durch die überdurchschnittliche Digitalisierung unternehmensinterner *Prozesse* getragen, die in Summe sogar deutlich höher liegt als etwa bei den Unternehmen in den Agglomerationen. Jedoch besteht bereits ein starkes Gefälle zwischen dem Digitalisierungsgrad der *Prozesse* und der *Produkte*. Letztere weisen keine besondere digitale Durchdringung auf. Die *Geschäftsmodelle* erscheinen hingegen etwas stärker digitalisiert. Die Kommunikation mit Kunden und Zulieferern erfolgt stärker digitalisiert, wenn auch auf einem leicht unterdurchschnittlichen Niveau. Die Forschungsaktivitäten nehmen mit zunehmender Entfernung zu den Hochschul- und Forschungseinrichtungen in den Zentren ab. Die Überwindung der geographischen Distanz zu diesen wird nicht durch eine Intensivierung der Personalausgaben Rechnung getragen. Insgesamt innovieren diese Unternehmen im digitalen Bereich weniger. Die *Innovationslandschaft* wirkt diesem Trend allerdings auch nicht entgegen. Obwohl hier noch Start-up-Gründungen und Patentanmeldungen natürlicher Personen zu verzeichnen sind, ist die regionale Innovationsleistung unterdurchschnittlich im Vergleich zu Entwicklungen in den Regionstypen mit stärkerem urbanem Charakter.

Die größte Schwäche der verdichteten ländlichen Kreise liegt in den technischen Voraussetzungen. Der Ausbau der Breitbandanbindung ist im Regionenvergleich in diesem Raumtyp am schwächsten.

Gering verdichtete ländliche Räume

Während die Agglomerationen am häufigsten die Spitzenwerte in den Bewertungskategorien erzielen, landen die gering verdichteten ländlichen Räume, wie beispielsweise der Landkreis Mansfeld-Südharz oder Mecklenburgische Seenplatte, auf den letzten Plätzen. Mit nur 77 Indexpunkten ergeben sich überall Auf- und Nachholbedarfe (Abbildung 4-8). Dies betrifft die Digitalisierung der Unternehmen ebenso wie die unternehmensexternen Ausgangsbedingungen.

Unternehmensseitig sind in der Gesamtbetrachtung sowohl *Prozesse, Produkte* als auch *Geschäftsmodelle* am geringsten digitalisiert. Lichtblicke beziehungsweise Ansatzpunkte in diesen Bewertungskategorien gibt es allerdings: der digitale Reifegrad der Prozesse ist nur leicht unterdurchschnittlich und kann beispielsweise mit jene in den verdichteten ländlichen Räumen mithalten und ist sogar höher als in den Agglomerationen. Hinsichtlich des Angebots rein digitaler Produkte wird auf dem Land sogar der zweithöchste Wert im Gesamtvergleich erreicht. Darüber hinaus machen sich die Unternehmen digitale Beschaffungskanäle zunutze.

Die Aussichten für einen notwendigen Aufholprozess im Bereich der Digitalisierung im ländlichen Raum sind jedoch getrübt. Die Breitbandanbindung ist lückenhaft, die periphere Lage birgt weitere Nachteile. Neben einem Ausbau der *technischen Infrastruktur* muss eine bessere Anbindung an die Wissenszentren erreicht werden, um eine Erneuerung des Wirtschaftsgeschehens durch Markteintritte weiterhin zu fördern sowie die Innovationsleistung als notwendige Voraussetzung für jene Transformationsprozesse zu erhöhen.

5 Fazit und Ausblick

Aufgrund der Mehrdimensionalität ist die Messung der Digitalisierung und der digitalen Transformation nicht einfach. Nichtsdestotrotz ist eine Quantifizierung ein lohnendes Unterfangen, da so die digitale Transformation mit dem Ziel der Wohlbstandsmehrung zielgenau gestaltet werden kann. Beispielsweise können Fehlentwicklungen sowie Hemmnisse der Entwicklung zeitnah identifiziert und entsprechend adressiert werden. Zusätzlich können Stärken aufgedeckt und gezielt gefördert werden.

Die vorliegende Studie hat sich vor diesem Hintergrund zum Ziel gesetzt, umfassend den Stand der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland zu ermitteln und diese Entwicklung in den folgenden Jahren empirisch zu verfolgen. Dazu wurden anhand etablierter Kriterien zahlreiche Indikatoren ausgewählt, um unternehmensinterne und unternehmensexterne Facetten des Megatrends umfassend in einem Digitalisierungsindex abzubilden. Diese Indikatoren zeigen Effekte im Rahmen der Digitalisierung in zehn Kategorien, die es ermöglichen, die digitale Entwicklung der Wirtschaft umfangreich aufzuzeigen. Durch die Konzentration auf Kategorien und deren einzelne Indikatoren steht ein umfangreicher Datensatz zur Beschreibung der Digitalisierung zur Verfügung, welcher die ausführliche Darstellung in diesem Bericht ermöglicht. Auf Deutschlandebene wird in den nächsten Jahren so aufgezeigt, wie die Entwicklung der Digitalisierung voranschreitet. Im aktuellen, ersten Erhebungsjahr 2020 liegt der Fokus auf der Betrachtung von Unterschieden nach Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen und Regionstypen.

Dabei wurde deutlich, dass analog zu der Heterogenität der Digitalisierung selbst auch die Befunde der Messung mit Hilfe des Digitalisierungsindex 2020 sehr heterogen sind. Auf Basis der breiten Auswahl an Indikatoren wurden dabei Stärken und Schwächen, Vorreiter und Treiber auf den jeweiligen Differenzierungsebenen deutlich. Beim Index wurde auch die hohe Bedeutung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft deutlich. Hier kann auch die Politik als Unterstützer und Gestalter von adäquaten Rahmenbedingungen zu einer positiven Entwicklung beitragen. Um die Dynamik in den kommenden Jahren analysieren und leicht vergleichen sowie beurteilen zu können, wurde der Indexwert für Gesamtdeutschland im Digitalisierungsindex 2020 auf 100 festgelegt. Damit kann die Entwicklung in den kommenden Jahren direkt mit diesem Basisjahr verglichen werden.

Die Corona-Pandemie und die ergriffenen Maßnahmen zu ihrer Eindämmung werden die Entwicklung der Digitalisierung zusätzlich stark beeinflussen. Einerseits werden während der Pandemie die Potenziale von Digitalisierung deutlich und durch die Begrenzung der wirtschaftlichen Möglichkeiten in der analogen Welt erfuhr auch die digitale Wirtschaft einen deutlichen Entwicklungsschub. Beide Effekte sollten die Digitalisierung insgesamt vorangetrieben haben. Andererseits können der Rückgang von wirtschaftlicher Tätigkeit und die Aufnahme von Krediten seitens staatlicher und privater Akteurinnen und Akteure die Investitionsmöglichkeiten in Digitalisierung jedoch auch begrenzen und den Fortschritt verlangsamen. Vor diesem Hintergrund können die Untersuchungen im Rahmen des Digitalisierungsindex in den kommenden Jahren offenbaren, ob der Corona-Effekt zu einem Entwicklungssprung bei der Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland geführt hat. Zudem kann die Entwicklung insgesamt, beispielsweise durch die Anstrengungen der Unternehmen, welche in diesem Bericht dokumentiert sind, sowie die Auswirkungen politischer Maßnahmen zur Förderung der Digitalisierung nachgezeichnet werden.

6 Literatur

Agbozo, Ebenezer, 2019, The Private Sector as an E-Government Enabler, Proceedings of the 12th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV'19), Melbourne, Australia, https://www.researchgate.net/publication/333224902_The_Private_Sector_as_an_E-Government_Enabler [10.12.2020].

Anger, Christina / Koppel, Oliver / Plünnecke, Axel / Röben, Enno / Schüler, Ruth Maria, 2019, MINT-Herbstreport 2019, MINT – Basis zur Zukunftssicherung durch Forschung und Digitalisierung, Gutachten für BDA, BDI, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall, Köln.

Azkan, Can et al., 2019, Readiness Data Economy. Bereitschaft der deutschen Unternehmen für die Teilhabe an der Datenwirtschaft, Gutachten im Rahmen des BMWi-Verbundprojekts Demand – Data Economics and Management of Data-driven Business, https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2019/Gutachten_Readiness_Data_Economy.pdf [12.11.2020].

Berger, Sarah / Koppel, Oliver / Röben, Enno, 2017, Deutschlands Hochburgen der Digitalisierung, IW-Kurzbericht, Nr. 42, Köln.

Bitkom, 2017, Shopping digital – Wie die Digitalisierung den Handel tiefgreifend verändert, Berlin.

Bitkom, 2018, Künstliche Intelligenz: Bundesbürger sehen vor allem Chancen, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Kuenstliche-Intelligenz-Bundesbuerger-sehen-vor-allem-Chancen> [12.11.2020].

Bitkom, 2020, Social-Media Nutzung steigt durch Corona stark an, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Social-Media-Nutzung-steigt-durch-Corona-stark-an> [12.11.2020].

Büchel, Jan / Rusche, Christian, 2020, Status quo und Perspektiven von Video-on-Demand in Deutschland, Eine Bestandsaufnahme im Angesicht von Streaming Wars und Corona-Krise, IW-Report Nr. 31, Köln.

Büchel, Jan / Demary, Vera / Engels, Barbara / Goecke, Henry / Rusche, Christian, 2020a, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi): Methodik des Digitalisierungsindex, <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-download-methodik-des-digitalisierungsindex.pdf> [4.12.2020].

Büchel, Jan / Demary, Vera / Goecke, Henry / Rusche, Christian, 2020b, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland, Digitalisierungsindex 2020, Kurzfassung einer Studie im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Köln.

Büchel, Jan / Mertens, Armin, 2021, KI-Bedarfe der Wirtschaft am Standort Deutschland. Eine Analyse von Stellenanzeigen für KI-Berufe, Studie im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Köln.

BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2020, Bekanntmachung Förderrichtlinie für das Bundesprogramm „Aufbau von Weiterbildungsverbänden“, <https://www.bmas.de/Shared-Docs/Downloads/DE/PDF-Pressemitteilungen/2020/foerderrichtlinie-bundesprogramm-weiterbildungsverbuende.pdf>;jsessionid=6024F4C6A289DBF4F1C2E40A357228CE.delivery2-master?_blob=publicationFile&v=1 [8.12.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2018, Forschungs- und Innovationspolitik der Länder, Länderband Bundesbericht Forschung und Innovation 2018, https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/BuFi_2018_Laenderband.pdf [3.12.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2020a, Bundesbericht Forschung und Innovation 2020, Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahmen, https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2020_Hauptband.pdf [4.12.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2020b, Regionale Aufteilung der FuE-Ausgaben des Bundes, Tabelle 1.2.1, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K12.html> [4.12.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2020c, Regionale Aufteilung der staatlichen FuE-Ausgaben der Länder, Tabelle 1.2.4, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K12.html> [4.12.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2020d, Regionale Aufteilung des FuE-Personals der wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Vollzeitäquivalent), Tab.1.7.10, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K17.html> [18.11.2020].

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2020e, Regionale Aufteilung des FuE-Personals der Hochschulen (Vollzeitäquivalent), Tabelle 1.7.7, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K17.html> [14.1.2021].

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie / BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020, Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2018/1972 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über den europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (Neufassung) und zur Modernisierung des Telekommunikationsrechts. Referentenentwurf, telekommunikationsmodernisierungsgesetz-referentenentwurf-20201612.pdf (bmwi.de) [21.12.2020].

BMWi, 2019, Industriestrategie 2030, Leitlinien für eine deutsche und europäische Industriepolitik, Berlin.

BMWi, 2020, Technologie- und Trendradar, <https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Technologie-und-Trendradar/technologie-und-trendradar.html> [19.1.2021].

Breitbandatlas des Bundes; ©BMVI, atene KOM GmbH, 2020a, Breitbandverfügbarkeit über leitungsgebundene Technologien in Gewerbegebieten auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland, Stand der Erhebung: Ende 2019, Bonn.

Breitbandatlas des Bundes; ©BMVI, atene KOM GmbH, 2020b, Breitbandverfügbarkeit über leitungsgebundene Technologien der Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland, Stand der Erhebung: Ende 2019, Bonn.

Bundeskartellamt, 2020, Jahresbericht 2019, https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publication/DE/Jahresbericht/Jahresbericht_2019.pdf?__blob=publicationFile&v=5 [9.10.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2018a, Ausgewählte Berufe nach KldB 2010, Ingenieure - Juni 2017, Sonderauswertung, Nürnberg.

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2018b, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach ausgewählten Merkmalen (Quartalszahlen), Deutschland, Länder und Kreise - Juni 2017, https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?submit=Suchen&topic_f=beschaeftigung-sozbe-svb-kreise-merkmale [3.12.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2018c, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 und ausgewählten Merkmalen – Juni 2017, https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?gtp=15084_list%253D11&submit=Suchen&topic_f=beschaeftigung-sozbe-wz-heft [10.12.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2018c, Betriebe und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SvB) nach Betriebsgrößenklassen – Juni 2017, https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?gtp=15084_list%253D2&topic_f=beschaeftigung-sozbe-bstbetr-heft [10.12.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2020a, Klassifikation der Berufe 2010, <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010/KldB2010-Nav.html> [17.12.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2020b, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach ausgewählten Merkmalen (Quartalszahlen), Deutschland, Länder und Kreise - Juni 2019, https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?submit=Suchen&topic_f=beschaeftigung-sozbe-svb-kreise-merkmale [17.12.2020].

BA – Bundesagentur für Arbeit, 2020c, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen der WZ 2008 und ausgewählten Merkmalen – Juni 2019, https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?gtp=15084_list%253D3&submit=Suchen&topic_f=beschaeftigung-sozbe-wz-heft [17.12.2020].

Bundesnetzagentur, 2017, Digitale Transformation in den Netzsektoren, Aktuelle Entwicklungen und regulatorische Herausforderungen, Bonn.

Bundesnetzagentur, 2020a, Breitbandausbau, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/Ausbau/ausbau-node.html [8.12.2020].

Bundesnetzagentur, 2020b, Marktbeobachtung Deutschland, https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktbeobachtung/Deutschland/deutschland-node.html [16.12.2020].

Bundesnetzagentur, 2020c, Nutzung von OTT-Kommunikationsdiensten in Deutschland, Bonn.

Burstedde, Alexander / Flake, Regina / Malin, Lydia / Risius, Paula / Werner, Dirk, 2018, Fachkräfte für die digitale Transformation – Arbeitsmarktsituation und Gestaltungsmöglichkeiten, Gutachten für

die Stiftung Familienunternehmen, https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2018/Fachkraefte-fuer-die-digitale-Transformation.pdf [14.9.2020].

Burstedde, Alexander, 2020, Kompetenzbarometer - Digitalisierungsberufe in Deutschland: Definition, Methodik und Abgrenzung, Studie im Projekt (Nr. 3/19) „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Köln.

Burstedde, Alexander et al., 2020, Die Messung des Fachkräftemangels, Methodik und Ergebnisse aus der IW-Fachkräftedatenbank zur Bestimmung von Engpassberufen und zur Berechnung von Fachkräftelücken und anderen Indikatoren, IW-Report, Nr. 59, Köln.

CDU/CSU/SPD, 2018, Ein neuer Aufbruch für Europa. Eine neue Dynamik für Deutschland. Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode, Berlin.

Demary, Vera, 2020, Onlinehandel: Warum Corona Amazon weiter stärkt, IW-Kurzbericht, Nr. 32, Köln.

Demary, Vera / Engels, Barbara / Röhl, Klaus-Heiner / Rusche, Christian, 2016, Digitalisierung und Mittelstand, Eine Metastudie, IW-Analyse, Nr. 109, Köln.

Demary, Vera / Rusche, Christian, 2018, Zukunftsfaktor 5G, Eine ökonomische Perspektive, IW-Report, Nr. 45, Köln.

Demary, Vera et al., 2019a, Die Stärken und Schwächen Nordrhein-Westfalens in Bezug auf die digitale Transformation der Arbeitswelt, Regionen, Branchen, Sektoren und Beschäftigte, Gutachten der IW Consult im Auftrag der Enquete-Kommission „Digitale Transformation der Arbeitswelt in Nordrhein-Westfalen“, Köln.

Demary, Vera / Obermüller, Frank / Puls, Thomas, 2019b, Infrastruktur als Rückgrat von Regionen, in: Hüther, Michael / Südekum, Jens / Voigtländer, Michael (Hrsg.), Die Zukunft der Regionen in Deutschland. Zwischen Vielfalt und Gleichwertigkeit, Köln, S. 209–235.

Destatis, 2019, Statistisches Unternehmensregister (Stand: 30.09.2019, Berichtsjahr 2018), Rechtliche Einheiten und Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftsabteilungen, Sonderauswertung.

Dialog Consult / VATM - Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten, 2020, 22. TK-Marktanalyse Deutschland 2020, Köln.

Digital-Gipfel / Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, 2017, Glasfaserausbau und 5G, Zusammenhänge und Synergien, Impulspapier Projektgruppe „Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft“, Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft“, o.O..

Engels, Barbara / Rusche, Christian, 2019, Lage und Trends im deutschen Onlinehandel, IW-Report, Nr. 33, Köln.

Europäische Kommission, 2009, An die Zukunft denken: Entwicklung einer gemeinsamen EU-Strategie für Schlüsseltechnologien; Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, KOM (2009) 512; Brüssel.

Europäische Kommission, 2015, Monitoring the Digital Economy & Society 2016 – 2021, <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/341889/725524/Monitoring+the+Digital+Economy+%26+Society+2016-2021/7df02d85-698a-4a87-a6b1-7994df7fbeb7> [8.12.2020].

Europäische Kommission, 2016, eGovernment Benchmark Framework 2012-2017, Method Paper for the benchmarking exercises (comprehensive rules from 2012 to 2017), o.O..

Europäische Kommission, 2020a, Digital Economy and Society Index, 5a4 Digital public services for businesses, <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/indicators> [10.12.2020].

Europäische Kommission, 2020b, Digital Economy and Society Index, 5a2 Digital public services for businesses, <https://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/indicators> [10.12.2020].

Europäische Kommission, 2020c, SME Definition, https://ec.europa.eu/growth/smes/sme-definition_en [27.10.2020]

Eurostat, 2020a, Statistics on enterprises. Comprehensive database, https://ec.europa.eu/eurostat/c/portal/layout?p_l_id=725143&p_v_l_s_g_id=0 [12.11.2020].

Eurostat, 2020b, Individuals who used the internet, frequency of use and activities [ISOC_R_IUSE_I], Internet use: participating in social networks (creating user profile, posting messages or other contributions to facebook, twitter, etc.), Luxemburg.

Eurostat, 2020c, ICT usage in households and by individuals (isoc_i), Metadata, Luxemburg.

Eurostat, 2020d, Einzelpersonen, die Waren oder Dienstleistungen für den privaten Gebrauch über das Internet bestellt haben [isoc_r_blt12_i], [6.5.2020].

Eurostat, 2020e, Social media - statistics on the use by enterprises, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Social_media_-_statistics_on_the_use_by_enterprises [12.1.2021].

Eurostat / OECD, 2018, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en> [17.12.2020].

Fritsch, Manuel / Lichtblau, Karl / Millack, Agnes, 2018, Abschnitt A – Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft in Deutschland, in: IW Consult (Hrsg.), Digital-Atlas Deutschland, Köln, S. 3-90.

Fromm, Jens / Nentwig, Lutz / Weber, Mike / Welzel, Christian, 2015, E-Government in Deutschland: Vom Abstieg zum Aufstieg, Studie des Kompetenzzentrums Öffentliche IT und Fraunhofer FOKUS im Auftrag des Nationalen Normenkontrollrats, Berlin.

Geis-Thöne, Wido, 2020, Hochqualifizierte wechseln häufiger die Region: Eine Analyse auf Basis des Mikrozensus zu sozioökonomischen Aspekten der Binnenwanderung, in: IW-Trends, 47. Jg., Nr. 4, S. 3–22.

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, Deutschlands Bevölkerung seit 1995 um mehr als vier Jahre gealtert, <https://www.gdv.de/de/themen/news/deutschlands-bevoelkerung-seit-1995-um-mehr-als-vier-jahre-gealtert-11266> [4.1.2021].

Hünne Meyer, Vanessa / Kempermann, Hanno, 2020, Ländliche Regionen in Deutschland - Ergebnisse des IW-Regionalrankings 2020, in: IW-Trends, 47. Jg., Nr. 2, S. 65-88, Köln.

Initiative D21, 2020, D21-Digital-Index 2019 / 2020, https://initiated21.de/app/uploads/2020/02/d21_index2019_2020.pdf [4.1.2021].

Kantar, 2019, Gewichtungsstudie zur Relevanz der Medien für die Meinungsbildung in Deutschland, https://www.blm.de/files/pdf2/mediengewichtungsstudie_2019_01_gesamt.pdf [7.12.2020].

KfW Research, 2020, KfW-Digitalisierungsbericht Mittelstand 2019 Digitalisierungsprojekte zunehmend im Mittelstand verbreitet, Digitalisierungsausgaben jedoch seit Jahren unverändert niedrig, <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Digitalisierungsbericht-Mittelstand/KfW-Digitalisierungsbericht-2019.pdf> [17.12.2020].

Kohlisch, Enno / Koppel, Oliver, 2021 forthcoming, Digitalisierungsaffine Patentanmeldungen, IW-Report, Köln.

Krotova, Alevtina / Rusche, Christian / Spiekermann, Markus, 2019, Die ökonomische Bewertung von Daten, Verfahren, Beispiele und Anwendungen, IW-Analyse, Nr. 129, Köln.

Liebowitz, Jay / Suen, Ching Y., 2000, Developing knowledge management metrics for measuring intellectual capital, in: Journal of Intellectual Capital, 1. Jg., Nr. 1, S. 54-67.

Macmillan, Charles, 2016, Europe Media Monitor & Social Media, Text Mining & Analysis Competence Centre, https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/20161213-cc-text-mining-macmillan_en.pdf [8.12.2020].

Naisbitt, John, 2015, Der Horizont reicht meist nur bis zum nächsten Wahltag, in: Aus Politik und Zeitgeschichte, 65. Jg., Nr. 31/32, S. 3-6.

Nosseck, Hillel / Adoni, Hanna / Nimrod, Galit, 2015, Is print really dying?: The state of print media use in the European media environment, in: International Journal of Communication 9(1), S. 365-385.

OECD, 2008, Handbook on Constructing Composite Indicators, <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf> [28.9.2020].

Placke, Beate / Seyda, Susanne, 2020, IW-Weiterbildungserhebung 2020: Weiterbildung auf Wachstumskurs, in: IW Trends, Nr. 4, <https://www.iwkoeln.de/studien/iw-trends/beitrag/susanne-seyda-beate-placke-weiterbildung-auf-wachstumskurs-493427.html> [16.12.2020].

Remus, Robert / Quasthoff, Uwe / Heyer, Gerhard, 2010, SentiWS – a Publicly Available German-language Resource for Sentiment Analysis, University of Leipzig, Natural Language Processing Department, http://asv.informatik.uni-leipzig.de/publication/file/155/490_Paper.pdf [3.12.2020].

Röhl, Klaus-Heiner / Bolwin, Lennart / Hüttl, Paula, 2021 (forthcoming), Datenwirtschaft in Deutschland. Wo stehen die Unternehmen in der Datennutzung und was sind ihre größten Hemmnisse? Gutachten für den Bundesverband der Deutschen Industrie, Köln.

Roser, Gero / Steinberg, Philipp, 2020, Wirtschaftspolitische Herausforderungen der Digitalisierung, in: Wirtschaftsdienst, 100. Jg., Nr. 13, S. 54-56.

Rusche, Christian / Scheufen, Marc, 2018, On (Intellectual) Property and other Legal Frameworks in the Digital Economy, IW-Report, Nr. 48, Köln.

Rusche, Christian / Scheufen, Marc, 2020, GWB-Digitalisierungsgesetz: Wird das Wettbewerbsrecht digital?, IW-Kurzbericht, Nr. 70, Köln.

Schmid, Andreas (Hrsg.), 2019, Verwaltung, eGovernment und Digitalisierung, Grundlagen, Konzepte und Anwendungsfälle, Heidelberg.

Schuh, Günther / Anderl, Reiner / Gausemeier, Jürgen / ten Hompel, Michael / Wahlster, Wolfgang, 2017, Industrie 4.0 Maturity Index – Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten, <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-die-digitale-transformation-von-unternehmen-gestalten/> [18.1.2021].

Statista, 2020, Ranking der auflagenstärksten überregionalen Tageszeitungen in Deutschland im 3. Quartal 2020, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/73448/umfrage/aufgabe-der-ueberregionalen-tageszeitungen/> [7.12.2020].

Statistisches Bundesamt, 2008, Klassifikation der Wirtschaftszweige, Mit Erläuterungen, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2012, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2011, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2013, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2012, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2014, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2013, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2015, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2014, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2016, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2015, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2017, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2016, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2018a, Erzeugerpreisindex für Dienstleistungen, Informationen zum Preisindex Telekommunikation (WZ 2008: 61), Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2018b, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2017, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2019, Nichtmonetäre hochschulstatistische Kennzahlen, 1980 – 2018, Fachserie 11, Reihe 4.3.1, Nationale Kennzahlen, Studienanfänger und Absolventen nach Studienfächern, Geschlecht und Durchschnittsalter, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2020a, Unternehmensregister, Unternehmen und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Beschäftigtengrößenklassen und Wirtschaftsabschnitten, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Unternehmensregister/Tabellen/unternehmen-beschaefigtengroessenklassen-wz08.html> [6.1.2021].

Statistisches Bundesamt, 2020b, Erzeugerpreisindex für Dienstleistungen: Deutschland, Jahre, Dienstleistungsart, DL-TK-01 Festnetz und Internet sowie DL-TK-02 Mobilfunk [19.11.2020].

Statistisches Bundesamt, 2020c, Bevölkerung: Bundesländer, Stichtag, Geschlecht, Altersjahre (12411-0013), Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2020d, Internationale Kennzahlen. Erstabsolventen nach Bundesländern und Field of Education: Informatik, Sonderauswertung, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt, 2020e, Fachserie 14 Reihe 3.6: Finanzen und Steuern, Ausgaben, Einnahmen und Personal der öffentlichen und öffentlich geförderten Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Forschung-Entwicklung/Publikationen/Downloads-Forschung-Entwicklung/ausgaben-einnahmen-personal-2140360187004.pdf?__blob=publicationFile [3.12.2020].

Statistisches Bundesamt, 2020f, 82111-0001: VGR der Länder (Entstehungsrechnung) – Bruttoinlandsprodukt zu Marktpreisen (nominal): Bundesländer, Jahre, <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=0&step=0&titel=Tabellenaufbau&levelid=1607085451134&acceptscookies=false#abreadcrumb> [4.12.2020].

Statistisches Bundesamt, 2020g, Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Beschäftigtengrößenklassen, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller), Wiesbaden.

Stifterverband - SV Wissenschaftsstatistik, 2016, Wo Unternehmen forschen – Verteilung und Veränderung, https://stifterverband.org/wissenschaftsstatistik_publicationsliste_fue-daten [11.12.2020].

SV Wissenschaftsstatistik, 2019, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2017, <https://www.stifterverband.org/forschung-und-entwicklung> [11.12.2020].

SV Wissenschaftsstatistik, 2020a, Anteil der FuE-Aufwendungen am Gesamtumsatz für Branchen, Bundeslandgruppen und Unternehmensgrößenklassen zum Datenstand 2017, Sonderauswertung, Essen.

SV Wissenschaftsstatistik, 2020b, Interne FuE-Aufwendungen und FuE-Personal der Wirtschaft 2017/2018 nach Wirtschaftsgliederung, <https://www.stifterverband.org/forschung-und-entwicklung> [10.12.2020].

SV Wissenschaftsstatistik, 2020c, Regionale Aufteilung des FuE-Personals im Wirtschaftssektor (Vollzeitäquivalent), Tab 1.7.5, <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K17.html> [10.12.2020].

SV Wissenschaftsstatistik, 2020d, FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach der Wirtschaftsgliederung (Vollzeitäquivalent), Sonderauswertung, Essen.

SV Wissenschaftsstatistik, 2020e, Regionale Aufteilung des FuE-Personals im Wirtschaftssektor auf Kreis- und Regionsebene (Vollzeitäquivalent), Sonderauswertung, Essen.

WEF – World Economic Forum, 2019, The Global Competitiveness Report 2019, Genf.

Van der Wurff, Richard / De Swert, Knut / Lecheler, Sophie, 2018, News Quality and Public Opinion: The Impact of Deliberative Quality of News Media on Citizens' Argument Repertoire, International Journal of Public Opinion Research, Volume 30, Issue 2, Summer 2018, S. 233–256.

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung / Creditreform, 2020, Mannheimer Unternehmenspanels (MUP), Anzahl der Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen 2019, Sonderauswertung, Mannheim.

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung / Fraunhofer ISI – Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung / infas – Institut für angewandte Sozialwissenschaften, 2020, Mannheimer Innovationspanels (MIP), Anzahl der Unternehmen mit FuE-/Innovationskooperationen 2016-2018, Sonderauswertung, Mannheim.

Anhang

A.1 Ermittlung digitalisierungsaffiner Patente

Der verwendete Teildatensatz zur Identifizierung digitalisierungsaffiner Patente resultiert aus einer Sonderauswertung der IW-Patentdatenbank und beinhaltet die Grundgesamtheit aller DPMA-Patentanmeldungen der Jahre 2016 und 2017 aller juristischen und natürlichen Personen mit Sitz in Deutschland. Zur Vermeidung von Doppelzählungen werden nur Erstanmeldungen berücksichtigt. Da Patentinformationen erst 18 Monate nach der Anmeldung offengelegt werden, bildet das Jahr 2017 den aktuell verfügbaren Datenstand eines vollständigen Jahres.

Abgrenzung digitalisierungsaffiner Technologieklassen

Die in Kohlisch/Koppel (2021 forthcoming) entwickelte Abgrenzung¹² begreift Digitalisierungstechnologie als Umwandlung analoger Signale in digitale Werte und Formate, der Erhebung oder Erzeugung digitaler Daten, der Weiterverarbeitung oder Speicherung in einem digitaltechnischen System oder der Erstellung primär digitaler Repräsentationen. Dieser Definition folgend werden die Patentanmeldungen auf Ebene von Untergruppen der Internationalen Patentklassifikation (IPC) technologisch kategorisiert.

Einige der insgesamt rund 69.000 IPC-Untergruppen weisen dabei einen derart hohen Digitalisierungsbezug auf, dass sie zweifelsfrei in die resultierende Positivliste aufgenommen werden müssen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Digitalisierung in den entsprechenden Erfindungen bereits seit längerem den technologischen Standard darstellt. Beispiele hierfür sind jegliche Form von Telekommunikations- und Datenübertragungstechnologie. Im Mobilfunkbereich etwa wurde das analoge C-Netz bereits Ende des Jahres 2000 durch das digitale D-Netz abgelöst. In den Bereichen Internet und Telefonie wurde bereits in den 1990er-Jahren der ISDN-Standard (Integrated Services Digital Network) eingeführt; seit 1997 sind die entsprechenden Netze vollständig digitalisiert. Im Bereich der Unterhaltungselektronik setzte die Digitalisierung sogar bereits Anfang der 1980er-Jahre mit der Markteinführung der CD (vollständige Bezeichnung: Compact Disc Digital Audio) ein, so dass auch dieser Bereich inzwischen als durchdigitalisiert gelten kann. Ebenso eindeutig fallen Halbleiter, Videospiele, programm-basierte Dienstleistungsprozesse und industrielle Arbeitsverfahren, Optoelektronik, computerunterstützte Medizintechnik sowie Mess- und Regeltechnik (mit Ausnahme nicht-elektrischer Untergruppen) unter Digitalisierungstechnologie. Und auch der gesamte Bereich der Fahrzeugelektronik ist inzwischen in einem derart hohen Maße digitalisiert, dass die entsprechenden IPC-Untergruppen geschlossen hierzugerechnet werden müssen. Des Weiteren inbegriffen sind jegliche Formen von Umsetzern und Konvertern, z.B. Analog-Digital-Umsetzer oder Kodierer und auch der Bereich Datenverarbeitung und -speicherung wurde mit Ausnahme seiner nicht-digitalen Ausreißer wie z.B. mechanischen Rechenwerken und Analogrechnern geschlossen in die Positivliste einbezogen – ebenso wie IPC-Untergruppen interdisziplinärer Schnittstellentechnik mit ausgeprägtem Digitalisierungsbezug wie z.B. bio- oder chemoinformatische IKT-Anwendungen.

Umgekehrt weist das Gros der rund 69.000 IPC-Untergruppen für sich genommen zunächst einen fehlenden Digitalisierungsbezug auf und wird daher nicht in die Positivliste aufgenommen. Nicht inbegriffen sind z.B. neben sämtlichen mechanischen, biologischen, pharmazeutischen und chemischen Technologieklassen insbesondere auch bestimmte elektrotechnische IPC-Untergruppen wie Wandler oder Umrichter, da die entsprechenden Erfindungen lediglich eine Energieform in eine andere Energieform umwandeln und womöglich zwar einen Elektrizitätsbezug, jedoch keinen Digitalisierungsbe-

¹² Da es sich um eine rigorose Neuabgrenzung handelt, sind die Ergebnisse nicht mit jenen zu vergleichen, die unter der alten Abgrenzung erhoben wurden (z.B. Berger et al., 2017; Anger et al., 2019).

zug aufweisen. Ebenfalls ausgeschlossen sind elektronische Bauelemente, die Supra- oder Hyperleitfähigkeit nutzen, da letztere zwar theoretisch auch in digitalisierungsaffinen Produkten wie Prozessoren eingesetzt werden könnten, dies jedoch aufgrund ihrer im Vergleich zu Halbleitern ungünstigeren ökonomischen und technischen Eigenschaften (noch) nicht werden. Ihre aktuellen und absehbaren künftigen Einsatzschwerpunkte liegen vielmehr in den Bereichen Energietransport, -umwandlung und -speicherung. Auch Werkstoffe werden ausgeschlossen, es sei denn, sie weisen einen expliziten und exklusiven Komplementaritätsbezug zu Digitalisierungstechnologie auf – wie beispielsweise die IPC-Untergruppe B33Y70/00 (Werkstoffe, besonders ausgebildet für die additive Fertigung).

Grenzfälle

Neben der gelegentlich fließenden Grenze zwischen Elektronik und Digitalisierung resultiert eine Herausforderung der Technologieabgrenzung aus der Tatsache, dass sich die technologischen Aspekte von Erfindungen aus ein und derselben IPC-Untergruppe im Zeitverlauf zum Teil gravierend ändern können. Jede Technologieabgrenzung muss folglich nicht nur regelmäßig aktualisiert werden (etwa um die im Rahmen von laufenden Revisionen der Internationalen Patentklassifikation neu geschaffenen IPC-Untergruppen), sondern kann auch in Folge der Veränderung innerhalb der IPC-Untergruppen selbst immer nur den aktuellen Rand präzise abbilden. Konkret für den Bereich Digitalisierungstechnologie ist zu beobachten, dass letztere immer mehr Technologiebereiche und somit auch Erfindungen durchdringt, in denen sie vor einigen Jahren noch vergleichsweise selten, bis gar nicht vorzufinden war. Ein Beispiel hierfür stellen Fahrrad- oder Motorradenschlösser dar, deren Kernaspekt zwar auch weiterhin die mechanische Schutzfunktion vor unbefugtem Zugriff darstellt, die jedoch neuerdings in ihren fest verbauten Varianten häufig eine Vorrichtung zur GPS-Ortung beinhalten. Ein Schloss mit einer rein mechanischen Verriegelung weist keinen Digitalisierungsbezug auf, eines mit einer ergänzenden GPS-Vorrichtung stellt diesen Bezug hingegen her. Ein weiteres Beispiel sind landwirtschaftliche Anhängermaschinen, in denen ebenfalls zunehmend Digitalisierungstechnologie verbaut wird – etwa in Form von Sensoren, welche neben der Position noch weitere Informationen wie etwa die Bodenbeschaffenheit messen und nach digitaler Kommunikation mit einer zentralen Recheneinheit neben der Fahrtrichtung auch die Schnitthöhe, Düngermenge, etc. regulieren. Ältere landwirtschaftliche Anhängermaschinen beschränkten sich hingegen auf rein mechanische bzw. elektro-mechanische Funktionen ohne autonomen Charakter. Unter dem Strich war für insgesamt etwa 3 Prozent aller IPC-Untergruppen keine trennscharfe Zuordnung möglich. In diesen Fällen wurden stichprobenhaft die Volltexte der 2017er-Patentanmeldungen herangezogen und beurteilt, ob die entsprechende Technologieklasse am aktuellen Rand (bereits) mehrheitlich der Digitalisierungstechnologie zugerechnet werden kann oder nicht.

Mögliche Unschärfen im Zeitverlauf

Für die Messung von Digitalisierungstechnologie im Zeitverlauf stellen nicht trennscharf zuordenbare IPC-Untergruppen ein nicht zu vermeidendes Verzerrungspotenzial dar. Während bei positiv entschiedenen IPC-Untergruppen in den jüngeren Jahrgängen noch vergleichsweise wenige Erfindungen der Digitalisierungstechnologie zugerechnet werden, die bei genauerer Betrachtung keinen Digitalisierungsbezug aufweisen, steigt die entsprechende Übererfassung in älteren Jahrgängen bis hin zu einem Punkt, an dem die betreffende IPC-Untergruppe noch nahezu oder gar vollständig mit Patentanmeldungen ohne Digitalisierungsbezug besetzt war. Umgekehrt können in den negativ beschiedenen IPC-Untergruppen zu einem womöglich relevanten, jedoch nicht mehrheitlichen Anteil digitalisierungsaffine Patentanmeldungen untererfasst werden.

Trotz dieser Verzerrungsgefahr fallen die möglichen Verzerrungen in ihrer quantitativen Wirkung vergleichsweise gering aus, da die nicht trennscharf zuordenbaren IPC-Untergruppen im Durchschnitt deutlich seltener in Patentanmeldungen ausgewiesen werden als ihre trennscharfen Positiv-Pendants. Insbesondere fallen die Verzerrungen im Ergebnis ungleich geringer als die systematische Übererfassung, welche die Konsequenz einer breit gefassten Digitalisierungsabgrenzung wäre, bei der sämtliche IPC-Untergruppen, für die bereits eine einzige Erfindung mit Digitalisierungsbezug nachgewiesen werden kann, geschlossen in die Positivliste aufgenommen würden. Um mögliche Unschärfen und Verzerrungen zu minimieren, rekrutiert sich die vorliegende enge Abgrenzung von Digitalisierungstechnologie daher möglichst aus solchen IPC-Untergruppen, die am aktuellen Rand ein "In der Regel"-Kriterium erfüllen, d.h. eine sehr hohe Durchdringung aufweisen. Als Konsequenz wurden neben den oben bereits erörterten Bauelementen, die Supra- oder Hyperleitfähigkeit nutzen, auch sämtliche piezoelektrischen sowie thermoelektrischen Bauelemente ausgeschlossen sowie Festkörperbauelemente, die organische Materialien als aktives Medium aufweisen, da in diesen Untergruppen aktuell bestenfalls ein „Kann“-Kriterium erfüllt ist.

Einsatzgebiete und potenziell disruptive Digitalisierungstechnologie

Mittels der beschriebenen Methodik lassen sich 4.491 der insgesamt rund 69.000 IPC-Untergruppen zum aktuellen Zeitpunkt als digitalisierungsaffin charakterisieren. In einem nächsten Schritt wurden die so ermittelten IPC-Untergruppen nochmals feiner kategorisiert, wobei in einer ersten Dimension nach dem typischen Einsatzgebiet der zugehörigen Erfindungen differenziert wurde. In einer zweiten Dimension wurde danach differenziert, ob es sich um bereits etablierte Digitalisierungstechnologie (z.B. Rechnerplatinen, sonstige Hardware, Steuerung eines KFZ-Verbrennungsmotors, etc.) handelt oder um potenziell disruptive Digitalisierungstechnologie (z.B. 3D-Druck, Computer-unterstützte Chirurgie, Steuerung eines KFZ-Hybrid- oder Elektromotors, Quantencomputer, Künstliche Intelligenz, etc.). Die Einordnung als potenziell disruptiv orientiert sich an einer Gesamteinschätzung des künftigen Marktpotenzials, der Verbreitung und des Neuheitsgrads. Dem gegenüber steht bereits etablierte Digitalisierungstechnologie, die zwar womöglich Stand heute noch eine hohe Profitabilität aufweist, in der Regel jedoch nur noch inkrementelle Innovationen ermöglicht und sich bereits in einem eher späten Stadium ihres Produktlebenszyklus befindet. Insgesamt 2.071 der digitalisierungsaffinen IPC-Untergruppen wurden als potenziell disruptiv eingestuft, was einem Anteil potenziell disruptiver an allen digitalisierungsaffinen IPC-Untergruppen in Höhe von 46 Prozent entspricht. Entscheidend für die quantitative Relevanz einer Kategorie ist jedoch nicht die Anzahl ihrer IPC-Untergruppen, sondern wie stark letztere mit Patentanmeldungen besetzt sind.

Anmeldertyp und -ort, Branche und Unternehmensgrößenklasse

Unter Verwendung des Anmelder- sowie des Regionalmoduls der IW-Patentdatenbank lassen sich die mittels der oben beschriebenen Methodik identifizierten Digitalisierungspatentanmeldungen des Weiteren sowohl regional als auch konkreten Anmeldern sowie Anmeldertypen zuordnen. Zunächst kann danach unterschieden werden, ob es sich bei dem Anmelder um eine juristische Person (Unternehmen, Hochschule, etc.) oder eine natürliche Person handelt. Juristische Personen werden in der Folge danach unterschieden, ob sie Stand heute Wirtschaftsaktivität aufweisen oder inzwischen nicht mehr wirtschaftsaktiv sind.¹³ Wirtschaftsaktive juristische Personen wiederum werden nach der Branche ihrer Tätigkeit sowie danach unterschieden, ob sie eine Gewinnerzielungsabsicht aufweisen oder nicht. Das Gros der Anmelder (und insbesondere auch der Anmeldungen) bilden juristische Personen mit Gewinnerzielungsabsicht (i.d.R. Unternehmen). Aber auch staatliche Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen oder gemeinnützige Stiftungen tragen zur Patentaktivität im Digitalisierungsbereich bei.

¹³ Bei rund 0,3 Prozent aller digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen des Jahres 2017, die von juristischen Personen getätigt wurden, ist der Anmelder Stand heute nicht mehr wirtschaftsaktiv. Der Vollständigkeit halber werden diese Patentanmeldungen mitgezählt.

Innerhalb der wirtschaftsaktiven Unternehmen mit Gewinnerzielungsabsicht wiederum wird nach der Größenklasse differenziert, wobei die gängige Abgrenzung der Europäischen Kommission mit den vier Kategorien Mikrounternehmen (bis 9 Mitarbeiter; bis 2 Mio. Umsatz), Kleines Unternehmen (bis 49 Mitarbeiter; bis 10 Mio. Umsatz), Mittleres Unternehmen (bis 249 Mitarbeiter; bis 50 Mio. Umsatz) sowie Großes Unternehmen (mehr als 249 Mitarbeiter; mehr als 50 Mio. Umsatz) Anwendung findet. Die regionale Zuordnung einer bestimmten Patentanmeldung wird anhand der Postleitzahl- und Ortskombination des Anmelders vollzogen.

Wann und wie wird eine digitalisierungsaffine Patentanmeldung gewertet?

Da es sich bei Digitalisierungstechnologie definitionsgemäß um Querschnittstechnologie handelt, liegt erstere in den untersuchten Erfindungen oft nicht in Reinform vor, sondern tritt in Verbindung mit anderen, für sich genommen nicht digitalisierungsaffinen IPC-Untergruppen auf. Um dieser besonderen Eigenschaft von Digitalisierungstechnologie Rechnung zu tragen, wird eine Patentanmeldung im Rahmen der vorliegenden Analyse immer dann und zur Gänze als digitalisierungsaffin gewertet, sobald sie mindestens eine digitalisierungsaffine IPC-Untergruppe der eng abgegrenzten Positivliste ausweist – unabhängig von ggf. weiteren ausgewiesenen IPC-Untergruppen. Folglich wird beispielsweise die Patentanmeldung eines Fahrradschlösses, welches entweder lediglich die mechanische IPC-Untergruppe E05B71/00 oder neben dieser weitere ausschließlich nicht digitalisierungsaffine IPC-Untergruppen ausweist, nicht als digitalisierungsaffin gezählt, die Patentanmeldung eines Fahrradschlösses, welches neben der mechanischen E05B71/00 noch mindestens eine digitalisierungsaffine IPC-Untergruppe ausweist, hingegen sehr wohl. Und auch Patentanmeldungen mit IPC-Untergruppen aus der klassischen Chemie, Pharmazie oder Biologie, die für sich genommen nicht digitalisierungsaffin sind, werden demnach nicht per se ausgeschlossen, sondern dann als digitalisierungsaffin gewertet, wenn sie in Kombination mit mindestens einer der IPC-Untergruppen von der Positivliste auftreten. In der Praxis sind letztere Patentanmeldungen jedoch vergleichsweise rar, während Kombinationen aus Digitalisierungstechnik und per se nicht digitalisierungsaffiner Technik aus dem Bereich der Metall- und Elektroindustrie den Regelfall für eine derartige Durchdringung darstellen.

Werden in einer Patentanmeldung zwei oder mehr digitalisierungsaffine IPC-Untergruppen ausgewiesen, so wird die gesamte Anmeldung inklusive der Anteile nicht digitalisierungsaffiner IPC-Untergruppen paritätisch fraktional diesen Untergruppen zugerechnet. Im Fall mehrerer deutscher Anmelder wird ebenfalls paritätisch-fraktional zugeordnet, wobei jene Anteile entfallen, die ausländischen Anmeldern zuzuordnen sind.¹⁴ Zur Messung der deutschen Patentaktivität werden im Falle von internationalen Kooperationsanmeldungen folglich nur jene Anteile gezählt, die Deutschland zurechenbar sind. Für alle anderen Auswertungskategorien erfolgt eine strikt paritätisch fraktionale Zuordnung.

A.2 Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels

In einer breit angelegten Unternehmensbefragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels wurden vier Dimensionen der Digitalisierung empirisch vermessen: Prozesse, Vernetzung, Produkte und Geschäftsmodelle. Beim IW-Zukunftspanel handelt es sich um eine seit 2006 bestehende, bis zu dreimal jährlich online durchgeführte Unternehmensbefragung. Die variierenden Befragungsschwerpunkte betreffen Themen des Strukturwandels wie Globalisierung, Outsourcing, Humankapitalintensivierung oder der Tertiarisierung der Wirtschaft. Zielgruppe der Befragung sind die Branchen des Industrie-Dienstleistungsverbundes. Dazu gehören das Verarbeitende Gewerbe, Versorgung, Bau, Lo-

¹⁴ Im Jahr 2017 belaufen sich diese kumulierten Anteile ausländischer Ko-Anmelder auf rund 0,2 Prozent aller digitalisierungsaffinen Patentanmeldungen.

gistik und Unternehmensnahe Dienstleistungen. Für diese Befragung wurde die Zielgruppe um Branchen der gesellschaftsnahen Dienstleistungen erweitert (Einzelhandel sowie das Hotel- und Gastgewerbe). Im Zeitraum von Juni bis Anfang September 2020 wurden 2.095 Unternehmen aus folgenden Branchengruppen befragt:

- Elektrotechnik/Maschinenbau (WZ 27/28; 26.5-7.)
- Kokerei/Chemie/Pharma/Gummi (WZ 19-23)
- Fahrzeugbau (WZ 29/30)
- Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe (Rest aus WZ 10-33)
- Sonstiges Produzierendes Gewerbe (WZ 35-39; 41-43)
- IKT-Branche (WZ 26.1-4; 26.8; 58.2. 61, 62, Teile von 63.1)
- Handel (WZ 45-47)
- Verkehr und Logistik (WZ 49-53)
- Tourismus (WZ 55/56; 79)
- Unternehmensnahe Dienstleistungen (WZ 58-63, 69-74)

Die Befragung wird auch für verschiedene Unternehmensgrößenklassen ausgewertet:

- Kleine Unternehmen (bis 49 Beschäftigte)
- Mittlere Unternehmen (50-249 Beschäftigte)
- Große Unternehmen (ab 250 Beschäftigte)

Schließlich werden die Daten auch nach Bundesländergruppen ausgewertet:

- Süd (BY, BW)
- Mitte (NRW, HS, RP, SL)
- Nord (NDS, HB, HH, SH)
- Ost (TH, SA, SN, B, BB, MV)

Tabelle A-1: Struktur der Stichprobe

Fallzahlen nach Größenklassen, Branchengruppen und Regionen

Branchengruppen	Mitarbeitergrößenklassen			Gesamt
	1 bis 49	50 bis 249	Ab 250	
Grundstoffe, Chemie und Pharma 19-23	80	49	38	167
Elektrotechnik/Maschinenbau 26.5-7, 27, 28	115	85	45	245
Fahrzeugbau 29, 30	38	20	24	82
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe aus 10-33	166	107	51	324
IKT-Branche 26.1-4, 26.8 (IKT-Hardware), 58.2, 61, 62, 63.1	93	69	12	174
Sonstiges Produzierendes Gewerbe 35-39	125	98	39	262
Handel 45-47	153	72	38	263
Verkehr und Logistik 49-53	67	57	25	149
Tourismus 55, 56; 79	66	35	4	105
Unternehmensnahe Dienstleister (Rest 58-63, 69-74)	181	111	32	324
Gesamt	1.084	703	308	2.095
Region				
Süd	327	219	108	654
Mitte	331	256	119	706
Nord	152	97	36	285
Ost	272	129	44	445

Quelle: IW-Zukunftspanel (2020)

Die Branchen-Größen-Strukturen der Stichprobe und der Grundgesamtheit (Unternehmen in Deutschland mit mindestens einem Mitarbeiter) weichen bewusst voneinander ab: So sind in der Stichprobe anteilig mehr große Unternehmen enthalten, um auch für diese Gruppe eine hinreichend große Fallzahl zu erhalten. Um repräsentative Gesamtwerte für die Grundgesamtheit zu erhalten, erfolgt eine Hochrechnung der Befragungsergebnisse anhand der Unternehmensanzahl des Unternehmensregisters nach Branche und Größe.

Zusätzlich wird im Rahmen der Hochrechnung ein möglicher „Nonresponse-Bias“ berücksichtigt. Dies ist eine potenzielle Verzerrung von Hochrechnungsergebnissen, die entstehen kann, wenn es strukturelle Unterschiede in der Teilnahmebereitschaft zwischen verschiedenen Unternehmenstypen gibt und diese Unterschiede Einfluss auf die Ergebnisse der Befragung haben. Entsprechende Gewichte können mit einem ökonomischen Modell anhand von Strukturvariablen ermittelt werden. Die korrigierten Gewichte werden wiederum im Rahmen eines GREG (Generalised Regression)-Modells an die Eckwerte der Grundgesamtheit kalibriert. Die Ergebnisse beider Hochrechnungsverfahren unterscheiden sich in dieser Befragung nur wenig, was darauf hindeutet, dass die strukturellen Unterschiede in der Teilnahmebereitschaft gering ausfallen.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1-1: Darstellung der möglichen Faktoren der Digitalisierung im Unternehmen sowie seinem Umfeld</i>	6
<i>Abbildung 2-1: Gruppen betrachteter Index-Kategorien</i>	10
<i>Abbildung 2-2: Struktur des Index</i>	10
<i>Abbildung 3-1: IKT-Weiterbildungsangebot für IKT-Fachkräfte, Beschäftigung von IKT-Fachkräften, Stellenangebote für IKT-Fachkräfte und schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte der Unternehmen nach Unternehmensgröße</i>	35
<i>Abbildung 3-2: IKT-Weiterbildungsangebot für IKT-Fachkräfte, Beschäftigung von IKT-Fachkräften, Stellenangebote für IKT-Fachkräfte und schwer zu besetzende Stellenangebote für IKT-Fachkräfte der Unternehmen nach Branche</i>	36
<i>Abbildung 3-3: Beschäftigung in Digitalisierungsberufen in ausgewählten Branchen</i>	40
<i>Abbildung 3-4: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Bundesländern und Anmeldertyp</i>	47
<i>Abbildung 3-5: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Einsatzgebiet</i>	48
<i>Abbildung 3-6: Digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen aus Deutschland nach Digitalisierungstyp</i>	49
<i>Abbildung 3-7: Erzeugerpreisindex in Deutschland für Festnetz und Internet sowie Mobilfunk</i>	56
<i>Abbildung 3-8: Score Deutschlands im Digital Economy and Society Index (DESI) Indikator „Digital verfügbare öffentliche Dienstleistungen für Unternehmen“</i>	60
<i>Abbildung 3-9: Score Deutschlands im Digital Economy and Society Index (DESI) Indikator „Vorausgefüllte Formulare im Vergleich zum EU-Durchschnitt“</i>	61
<i>Abbildung 3-10: Datenvolumen im Mobilfunk</i>	70
<i>Abbildung 3-11: Datenvolumen im Festnetz</i>	71
<i>Abbildung 3-12: Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen</i>	73
<i>Abbildung 3-13: Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik in Deutschland</i>	75
<i>Abbildung 3-14: Erstabsolvierende im Fachbereich Informatik nach Bundesländern</i>	76
<i>Abbildung 3-15: Auszubildende in Digitalisierungsberufen</i>	77
<i>Abbildung 3-16: Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen nach Bundesländern</i>	85
<i>Abbildung 3-17: Anmeldungen digitalisierungsaffiner DPMA-Patente durch natürliche Personen (rechte Achse) sowie staatlicher und privater Hochschulen (linke Achse) nach Bundeslandgruppen</i>	87
<i>Abbildung 3-18: Anmeldungen digitalisierungsaffiner DPMA-Patente natürlicher Personen nach Agglomerationsräumen</i>	88
<i>Abbildung 4-1: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Branchen</i>	95
<i>Abbildung 4-2: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Branchen</i>	96
<i>Abbildung 4-3: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Unternehmensgrößenklassen</i>	99
<i>Abbildung 4-4: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Unternehmensgrößenklassen</i>	101

Abbildung 4-5: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Bundeslandgruppen.....	102
Abbildung 4-6: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Bundeslandgruppen.....	103
Abbildung 4-7: Regionstypen im Digitalisierungsindex 2020 und deren durchschnittlicher Indexwert*.....	106
Abbildung 4-8: Ergebnisse des Digitalisierungsindex 2020 nach Kategorien und Regionstypen.....	107

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Gewichtung der Aspekte der Digitalisierung auf Basis einer repräsentativen Unternehmensbefragung.....	13
Tabelle 3-1: Subindizes, Kategorien, Gewichtung der Kategorien und Indikatoren des Digitalisierungsindex 2020.....	18
Tabelle 3-2: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Prozesse in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	19
Tabelle 3-3: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Produkte in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	24
Tabelle 3-4: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Geschäftsmodelle in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	27
Tabelle 3-5: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Qualifizierung in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	32
Tabelle 3-6: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Forschungs- und Innovationsaktivitäten in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	41
Tabelle 3-7: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Technische Infrastruktur in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	51
Tabelle 3-8: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	57
Tabelle 3-9: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Gesellschaft in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	62
Tabelle 3-10: Mobile Internetnutzung in den Bundesländern und Veränderung zum Vorjahr.....	64
Tabelle 3-11: Nutzung Sozialer Medien in Deutschland insgesamt sowie den einzelnen Bundesländern.....	66
Tabelle 3-12: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Humankapital in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	72
Tabelle 3-13: Indikatorwerte und Werte aus den Basisdaten in der Kategorie Innovationslandschaft in den verfügbaren Differenzierungsebenen.....	80
Tabelle 4-1: Verfügbarkeit der verwendeten Indikatoren auf den Differenzierungsebenen des Digitalisierungsindex 2020.....	93
Tabelle A-1: Struktur der Stichprobe.....	126

