



Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland

Methodik des Digitalisierungsindex

Eine Studie im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Stand November 2020

Jan Büchel, Dr. Vera Demary, Barbara Engels, Dr. Henry Goecke, Dr. Christian Rusche
(Institut der deutschen Wirtschaft)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Das Konzept des Deutschland-Index der Digitalisierung	4
2.1	Berechnung der Indikatorwerte	5
2.2	Aggregation der Indikatorwerte und Gewichtung	6
2.2.1	Vorgehensweise zur Aufdeckung von Korrelationen	6
2.2.2	Ergebnisse der Korrelationsanalyse und Gewichtung der Indikatoren im Index	7
2.3	Aggregation der Kategorienwerte und Gewichtung	10
2.4	Interpretation des DE-Index	12
3	Das Konzept des Index der Digitalisierung auf den Differenzierungsebenen	13
3.1	Berechnung der Indikatorwerte	14
3.2	Aggregation der Indikatorwerte	18
3.3	Bildung des Durchschnitts auf Ebene der Kategorien	19
3.4	Aggregation der Kategorienwerte	20
3.5	Ermittlung des finalen Indexwerts	21
3.6	Interpretation und Bezug zum Deutschland-Index	24
4	Relation der verschiedenen Indizes	25
5	Zusammenfassung	26
	Anhang	27
	Literaturverzeichnis	29
	Abbildungsverzeichnis	30
	Tabellenverzeichnis	30

1 Einleitung

Der Digitalisierungsindex stellt den Status quo und die Entwicklung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland dar. Er aggregiert zu diesem Zweck eine Vielzahl von Daten in einen Indexwert, der dann im Zeitablauf betrachtet werden kann. Daneben bietet der Index aber noch mehr: Eine Differenzierung nach Bundeslandgruppen, Regionstypen, Branchen und Unternehmensgrößenklassen zeigt den Stand der Digitalisierung auf diesen Ebenen auf und erlaubt auf diese Weise auch kleinteiligere Betrachtungen.

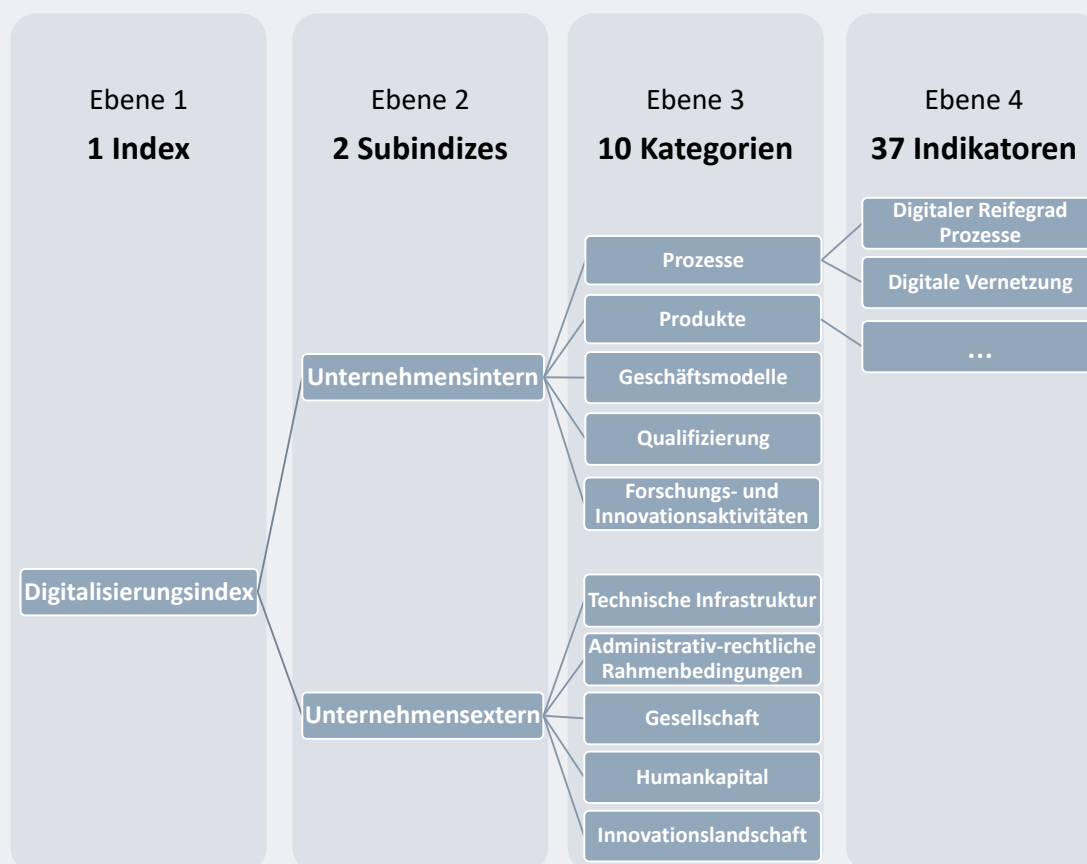
Das vorliegende Papier erläutert ausführlich die Methodik, die dem Digitalisierungsindex zugrunde liegt. Es stellt dar, wie Indikatoren ausgewählt, normiert und aggregiert werden, um den größtmöglichen Erklärungsgehalt für die Forschungsfrage zu liefern. Dabei wird in den folgenden Schritten vorgegangen: Kapitel 2 befasst sich mit dem Digitalisierungsindex auf der Ebene Deutschlands und dem dahinterstehenden Konzept. Darauf folgend widmet sich Kapitel 3 dem Index auf den unterschiedlichen, oben angesprochenen Differenzierungsebenen. Kapitel 4 setzt die verschiedenen Indizes dann miteinander ins Verhältnis.

2 Das Konzept des Deutschland-Index der Digitalisierung

Dieses Kapitel fasst das methodische Vorgehen beim Digitalisierungsindex auf Deutschlandebene (auch Deutschland-Index bzw. DE-Index) zusammen. Der DE-Index bildet den Stand der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland insgesamt ab. Er beinhaltet insgesamt 37 Indikatoren, für die stets Werte vorliegen und bei denen auch in den Folgejahren davon ausgegangen werden kann, dass Werte erhoben werden.

Der DE-Index der Digitalisierung bildet sich aus zwei Subindizes, einem unternehmensinternen und einem unternehmensexternen. Diese wiederum enthalten jeweils fünf thematische Kategorien, denen dann einzelne Indikatoren zugeordnet sind. Die Anzahl der Indikatoren innerhalb der thematischen Kategorien ist unterschiedlich und inhaltlich getrieben. Die nachstehende Abbildung zeigt den Aufbau des Index schematisch. Eine genaue Übersicht der verwendeten Indikatoren findet sich im Glossar Indikatoren.

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Digitalisierungsindex



Quelle: Eigene Darstellung

Nachfolgend wird zunächst in Abschnitt 2.1 erläutert, wie bei den einzelnen Indikatoren vorgegangen wird, um diese miteinander vergleichbar zu machen. Abschnitt 2.2 beschreibt die Vorgehensweise bei der Aggregation der Indikatoren, inklusive deren Gewichtung. Abschnitt 2.3 legt dar, wie die Kategorien aggregiert und gewichtet werden, während Abschnitt 2.4 Hinweise zur Interpretation gibt.

2.1 Berechnung der Indikatorwerte

In einem ersten Schritt werden die Basisdaten der einzelnen Indikatoren – wenn sie in absoluten Werten vorliegen – jeweils zunächst auf eine passende Größe bezogen. Damit wird eine relative Betrachtungsweise erreicht, die insbesondere bei der Differenzierung nach Bundeslandgruppe, Regionstyp, Branche oder Unternehmensgrößenklasse (siehe Kapitel 3.1) eine wichtige Rolle spielt, um Vergleiche eines Indikators sinnvoll vornehmen zu können.¹

In einem zweiten Schritt wird dann auf der Ebene des einzelnen Indikators jeder DE-Indikatorwert für das erste Erhebungsjahr 2020 auf 100 normiert. So wird beispielsweise beim Indikator *Breitbandverfügbarkeit der Haushalte* der deutschlandweite Durchschnitt von 43,07 Prozent für das Erhebungsjahr 2020 auf 100 gesetzt (Datenstand 2019²). In den folgenden Erhebungsjahren bildet sich der DE-Indikatorwert dann relativ zum DE-Indikatorwert für 2020. Bezogen auf das genannte Beispiel berechnet sich der DE-Indikatorwert in den folgenden Jahren also indirekt an der Breitbandverfügbarkeit von 43,07 Prozent im Erhebungsjahr 2020.

Explizit wird der DE-Indikatorwert folgendermaßen gebildet (Beispiel Indikator *Breitbandverfügbarkeit Haushalte*):

$$\text{Indikatorwert (Breitband Haushalte)}_{DE}^t = \frac{\text{Breitbandverfügbarkeit}_{DE}^t}{\text{Breitbandverfügbarkeit}_{DE}^{2020}} * 100 \quad (1)$$

für Erhebungsjahr $t = 2020, 2021, \dots$.

Steigt beispielsweise die Breitbandverfügbarkeit bundesweit von 2020 auf 2021 von 43,07 auf 45,00 Prozent an und darauffolgend von 2021 auf 2022 von 45,00 auf 50,00 Prozent, beträgt der DE-Indikatorwert für 2021:

$$\text{Indikatorwert (Breitband Haushalte)}_{DE}^{2021} = \frac{0,4500}{0,4307} * 100 \approx 104,48 .$$

Der DE-Indikatorwert für 2022 läge entsprechend bei:

$$\text{Indikatorwert (Breitband Haushalte)}_{DE}^{2022} = \frac{0,5000}{0,4307} * 100 \approx 116,09 .$$

Im Vergleich zum Erhebungsjahr 2020 wäre der Indikatorwert in diesem Beispiel im Jahr 2021 also um etwa 4,5 Prozent und im Jahr 2022 um rund 16 Prozent gestiegen.

¹ Eine Ausnahme von dieser Vorgehensweise bilden die Indikatoren *Datenvolumen mobil* und *Datenvolumen kabelgebunden*, bei denen sich keine sinnvolle Bezugsgröße festlegen lässt.

² Es wird im Folgenden durchgehend semantisch zwischen Erhebungsjahr (= Jahr der Publikation des Index) und Datenstand (= Jahr der Erhebung der Basisdaten eines konkreten Indikators) unterschieden.

2.2 Aggregation der Indikatorwerte und Gewichtung

Bei der Aggregation der DE-Indikatorwerte auf die Ebene der insgesamt zehn Kategorien müssen die einzelnen Indikatoren gewichtet werden. Grundsätzlich wird hier so vorgegangen, dass eine Gleichgewichtung der einzelnen Indikatoren innerhalb einer Kategorie die Ausgangslage bildet. Diese Gewichtung wird dann gewählt, wenn weder kategorieninterne noch kategorienübergreifende Korrelationen zwischen einzelnen Indikatoren vorliegen. Treten hingegen Korrelationen auf, wird entsprechend untergewichtet, um gemeinsame treibende Effekte nicht überproportional im Index zu berücksichtigen. Korrelieren zwei Indikatoren miteinander, erhalten sie jeweils die Hälfte des Gewichts der übrigen Indikatoren aus der Kategorie ohne Korrelation. Insgesamt addieren sich bei den Kategorien des DE-Index die Gewichte der einzelnen Indikatoren innerhalb einer Kategorie dabei stets zu 1 auf.

2.2.1 Vorgehensweise zur Aufdeckung von Korrelationen

Um Korrelationen zwischen verschiedenen Indikatoren stichhaltig aufzudecken, werden zwei Säulen als Entscheidungsgrundlage herangezogen: Eine theoretisch fundierte Überprüfung auf einen inhaltlichen Zusammenhang sowie eine empirische Korrelationsanalyse der Indikatoren, falls die Datengrundlage eine derartige Überprüfung erlaubt.

Bei der empirischen Korrelationsanalyse wird nicht nur der einzelne DE-Indikatorwert für 2020 benötigt, sondern es bedarf mehrerer Werte pro Indikator. Um eine möglichst hohe Anzahl an Werten pro Indikator zu erhalten, werden mehrere Herangehensweisen angewendet, die der Besonderheit des jeweils betrachteten Indikatorenpaars Rechnung tragen. Meist werden Werte für die unterschiedlichen Differenzierungsebenen verwendet, denn viele Indikatoren finden sich nicht nur auf Deutschlandebene, sondern auch auf Ebene der Bundeslandgruppen. Manche Indikatoren liegen darüber hinaus noch detaillierter vor. Beispielsweise sind beide verwendeten Breitbandindikatoren auf Kreisebene vorhanden, so dass insgesamt 401 Kreis-Beobachtungen pro Indikator existieren. Daten zur Beschäftigung in Digitalisierungsberufen gibt es weitestgehend auf Ebene der Arbeitsagenturbezirke, so dass eine Korrelationsanalyse über je 154 Arbeitsagenturbezirks-Beobachtungen möglich ist. Damit eine solche Analyse durchgeführt werden kann, müssen jedoch stets beide zu vergleichenden Indikatoren in identischem Datenumfang vorliegen. Historische Daten können herangezogen werden, um zu untersuchen, ob der vermutete statistische Zusammenhang auch in der Vergangenheit vorlag.

Im nächsten Schritt wird eine kritische Grenze von wertmäßig 0,7 für den berechneten Korrelationskoeffizienten festgelegt. Ab dieser kritischen Grenze wird im Rahmen der Analyse die Stärke der Korrelation als relevant erachtet. In der statistischen Literatur existiert keine festgelegte Standardgrenze, ab wann Korrelationen als hoch oder potenziell problematisch gelten. Vielmehr ist der Tenor eher, dass die Interpretation der Höhe des Korrelationskoeffizienten stets fallabhängig erfolgen müsse und abhängig von Parametern wie der Anzahl an Beobachtungen etc. sei. Im Rahmen der hier vorgenommenen Korrelationsanalyse wird dennoch eine wertmäßige Definition der kritischen Grenze für den Korrelationskoeffizienten vorgenommen, um eine konsistente Herangehensweise über alle Indikatoren hinweg zu ermöglichen. Übersteigt ein berechneter Korrelationskoeffizient diese Grenze in Höhe von 0,7, liegt folglich ein erster stichhaltiger Verdacht auf eine Korrelation vor, der dann weiter auf einen theoretisch-inhaltlich fundierten Zusammenhang beider Indikatoren untersucht wird.

2.2.2 Ergebnisse der Korrelationsanalyse und Gewichtung der Indikatoren im Index

Grundsätzlich wurden alle Indikatorenpaare des Index jeweils bilateral auf Korrelationen gemäß der obengenannten zwei Säulen geprüft. Die Indikatorenpaare, bei denen die Analyse deutliche Hinweise auf eine Korrelation aufzeigt, werden im Folgenden beschrieben und der Umgang mit diesen Fällen beziehungsweise die resultierende Entscheidung der Gewichtung der Indikatoren erläutert.

Die Kategorie *Technische Infrastruktur* enthält insgesamt vier Indikatoren, inklusive der Indikatoren *Breitbandverfügbarkeit Haushalte* und *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe*. Für diese Indikatoren sind die Daten auf Kreisebene verfügbar (Datenstand 2019). Deshalb kann eine Korrelationsanalyse über insgesamt 401 Kreis-Beobachtungen hinweg durchgeführt werden. Sie ergibt einen Korrelationskoeffizienten von etwa 0,83. Inhaltlich ist die statistische Beziehung durch die Dominanz von Mischgebieten erklärbar, die gleichzeitig Kleinstunternehmen und private Haushalte beherbergen. Ein Indiz hierfür bilden sehr hohe CATV-Quoten (Cable Television) an Gewerbestandorten. Demnach besitzen bundesweit 61,7 Prozent der Gewerbestandorte einen CATV-Anschluss, also ehemals Kabelfernsehen, wobei es bei den Haushalten mit 66,4 Prozent nur geringfügig mehr sind (BMVI, 2020, 25, 32). Daher werden beide Breitband-Indikatoren untergewichtet, damit der treibende Effekt nur einmal Eingang in den Index findet. Somit resultieren Gewichte von jeweils 1/6 für beide Breitband-Indikatoren und jeweils 1/3 für die übrigen zwei nicht-korrelierenden Indikatoren *Festnetz- und Internetpreis* und *Mobilfunkpreis* der Kategorie *Technische Infrastruktur*.

In der Kategorie *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten* stehen die Indikatoren *FuE-Ausgaben Unternehmen* und *FuE-Personal Unternehmen* in inhaltlich enger Relation zueinander. Die Datengrundlage erlaubt zwei getrennte Korrelationsanalysen über je 401 Kreis-Beobachtungen aus den Jahren 2011 und 2013 (derzeitiger Datenstand 2017). Es resultieren in beiden Fällen Korrelationskoeffizienten oberhalb von 0,94. Zu der Kategorie *Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten* gehört zudem noch der Indikator *Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen*. Patente gelten als messbarer Output der FuE-Aktivitäten der Unternehmen und stehen somit im direkten inhaltlichen Zusammenhang zu den FuE-Aufwendungen, die von Unternehmen aufgebracht werden. Höhere Aufwendungen begünstigen maßgeblich einen vielversprechenderen FuE-Output. Da in der betrachteten Kategorie nur die drei genannten Indikatoren vorhanden sind, führt dieser inhaltliche Zusammenhang der Indikatoren zu einer Gleichgewichtung. Es wird an dieser Stelle aus folgendem Grund auf einen Ausschluss von zwei der drei Indikatoren verzichtet, wenngleich sie in enger korrelierender Beziehung stehen: Es besteht zwar eine hohe, aber nicht perfekte Korrelation zwischen den Indikatoren. Sie erklären sich also nicht zu 100 Prozent gegenseitig oder anders ausgedrückt: Es existieren noch andere Faktoren, die die Indikatorspezifischen Verteilungen erklären. Da die Kategorie nur die drei korrelierenden Indikatoren enthält, besagt eine Gleichgewichtung zwar, dass der treibende Effekt dreimal in den Kategorienwert eingeht, allerdings jeweils mit dem Gewicht von 1/3. Der Vorteil bei einem Nicht-Ausschluss von zwei der drei Indikatoren ist, dass die Einbeziehung aller drei Indikatoren auch Platz für Indikatorspezifische, divergierende Entwicklungen in der Zukunft lässt, die nicht durch den gemeinsamen Effekt getrieben werden.

In der Kategorie *Innovationslandschaft* sind die Indikatoren *FuE-Ausgaben Bund und Länder* und *FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen* ebenfalls inhaltlich eng verwandt. Staatliche Forschungsgelder fließen meist an Standorte, an denen Forschung in großem Maße betrieben wird und demnach auch viel institutionelles Forschungs- und Entwicklungspersonal ansässig ist oder durch die Forschungsgelder finanziert wird. Um diesen gemeinsamen Effekt nur einmal im Index zu berücksichtigen, werden die beiden Indikatoren daher untergewichtet. Die fünf übrigen, nicht-

korrelierenden Indikatoren der Kategorie *Innovationslandschaft* erhalten ein Gewicht von 1/6; die korrelierenden Indikatoren *FuE-Ausgaben Bund und Länder* und *FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen* jeweils ein Gewicht von 1/12.

In der Kategorie *Qualifizierung* überschneiden sich alle drei enthaltenen Indikatoren inhaltlich (*Weiterbildung IT-Fachkräfte*, *Weiterbildung IT-Anwendende* und *Beschäftigung in Digitalisierungsberufen*). Ein Unternehmen, das in die Weiterbildungen seiner IT-Fachkräfte investiert, investiert höchstwahrscheinlich auch gleichzeitig in die Weiterbildung seiner IT-Anwendenden und umgekehrt. Relevant sind IT-Weiterbildungen möglicherweise auch eher für Unternehmen, die einen hohen Beschäftigungsanteil in Digitalisierungsberufen aufweisen. Als unterstützendes empirisches Indiz wird bei den beiden Weiterbildungsindikatoren ein Korrelationskoeffizient von etwa 0,90 bei einer Einbeziehung der Jahre 2012 und 2014 bis 2019 berechnet (70 Branchen-Beobachtungen). Die jeweiligen Korrelationsanalysen der *Beschäftigung in Digitalisierungsberufen* mit beiden Weiterbildungsindikatoren stützen sich auf die Jahre 2014 bis 2019 (jeweils 60 Branchen-Beobachtungen). Dabei beträgt die Korrelation mit *Weiterbildung IT-Fachkräfte* etwa 0,92 und mit *Weiterbildung IT-Anwendende* circa 0,86. Auch wenn die empirischen Ergebnisse mit Vorsicht betrachtet werden müssen, da Beobachtungen derselben Branche in verschiedenen Jahren nicht gänzlich unabhängig voneinander sind, wird hier von einer stichhaltigen Korrelation ausgegangen. Auch aufgrund der inhaltlich fundierten Überschneidung aller drei Indikatoren werden diese mit einem Gewicht von jeweils 1/3 gleichgewichtet.

In der Kategorie *Gesellschaft*, die insgesamt sieben Indikatoren enthält, entsteht eine komplexere Thematik. Die Indikatoren *Datenvolumen kabelgebunden* und *Datenvolumen mobil* sind inhaltlich sehr eng miteinander verknüpft. Streaming-Angebote und Soziale Medien erfreuen sich in jüngster Vergangenheit einer enorm wachsenden Beliebtheit (Büchel/Rusche, 2020). Das Datenvolumen steigt aufgrund der höheren Nachfrage und der höheren Anforderungen beispielsweise an die Videoqualität. Dabei können die Inhalte meist gleichzeitig auf mobilen Endgeräten und Geräten mit kabelgebundenem Zugang zum Internet genutzt werden. Die Betrachtung der Volumenentwicklung mobil und kabelgebunden zeigt demnach auf Deutschlandebene in den letzten Jahren eine ähnlich zunehmende Entwicklung. Dieser nachfrage- und technologiegetriebene Effekt wird deshalb nur einfach im Index berücksichtigt, indem beide Indikatoren untergewichtet werden.

In der gleichen Kategorie stehen die drei Indikatoren *Mobile Internetnutzung*, *Nutzung Soziale Medien* und *Nutzung E-Commerce* ebenfalls in enger inhaltlicher Relation zueinander. Auf den ersten Blick lässt sich eine Art Cluster der drei Indikatoren im Sinne eines gemeinsamen Interneteffekts vermuten, der gleichzeitig alle drei Indikatoren treibt. Dabei ist die Internetnutzung an sich zweifelsfrei die Voraussetzung der Nutzung von Anwendungen wie Soziale Medien oder E-Commerce. Jedoch existiert noch ein weiterer treibender Faktor, der über die Internetnutzung als Voraussetzung hinausgeht und eher die tatsächliche Akzeptanz der genannten Anwendungen in der Gesellschaft misst. Letztere wird beispielsweise durch das Ausmaß der Datenschutzbedenken oder den Umfang digitaler Kompetenzen beeinflusst. Soziale Medien und E-Commerce verlangen dem Nutzer fortgeschrittenere digitale Kompetenzen ab als die Internetnutzung per se. Das legt eher nahe, dass hier zwei treibende Effekte auftreten, die durch die drei betrachteten Indikatoren abgebildet werden. Jedoch sind beide Effekte nicht klar voneinander zu trennen.

Insgesamt messen die zwei nicht-korrelierenden Indikatoren der Kategorie (*Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug* und *Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug*) und die zwei untereinander korrelierenden Datenvolumen-Indikatoren in Summe drei unabhängige Effekte. Kombiniert mit den zwei identifizierten Effekten aus den Internetnutzungs-Indikatoren liegen demnach insgesamt fünf treibende Effekte in der betrachteten Kategorie vor. Die fünf Effekte dienen nun als inhaltliche Ausgangsbasis zur Festlegung der Gewichtung der einzelnen Indikatoren. Da die zwei

Effekte hinter den Internetnutzungs-Indikatoren nicht separiert werden können, wird folgendermaßen vorgegangen: Zur Aggregation auf den Kategorienwert erhalten beide Effekte in Summe ein Gewicht von 2/5 (im Sinne von zwei von fünf Effekten), das sie gleichverteilt aus den drei *Indikatoren Mobile Internetnutzung, Nutzung Soziale Medien und Nutzung E-Commerce* beziehen. Demnach resultieren Gewichte von jeweils 2/15 für die drei genannten Indikatoren. Dazu kommen Gewichte von jeweils 1/10 für die zwei korrelierenden Indikatoren *Datenvolumen kabelgebunden* und *Datenvolumen mobil* (im Sinne von gemeinsam einen von fünf Effekten der Kategorie) und jeweils 1/5 für die übrigen zwei nicht-korrelierenden Indikatoren *Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug* und *Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug*.

Kategorienübergreifende Korrelationen wurden nicht aufgefunden. Tabelle 1 zeigt die Gewichte aller 37 Indikatoren in der Übersicht.

Tabelle 1: Gewichtung der einzelnen Indikatoren

Subindex	Kategorie	Indikator	Gewicht zur Aggregation der Indikatoren auf Kategorienebene
unternehmens-intern	Prozesse	Digitaler Reifegrad Prozesse	1/2
		Digitale Vernetzung	1/2
	Produkte	Rein digitale Produkte	1/2
		Produkte mit digitalen Komponenten	1/2
	Geschäftsmodelle	Digitale Beschaffungskanäle	1/3
		Digitale Absatzkanäle	1/3
		Digitale Geschäftsmodelle	1/3
	Qualifizierung	Weiterbildung IT-Fachkräfte	1/3
		Weiterbildung IT-Anwendende	1/3
		Beschäftigung in Digitalisierungsberufen	1/3
	Forschungs- und Innovationsaktivitäten	FuE-Ausgaben Unternehmen	1/3
		FuE-Personal Unternehmen	1/3
		Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen	1/3
unternehmens-extern	Technische Infrastruktur	Breitbandverfügbarkeit Haushalte	1/6
		Breitbandverfügbarkeit Gewerbe	1/6
		Festnetz- und Internetpreis	1/3
		Mobilfunkpreis	1/3
	Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen	Anpassung Rechtlicher Rahmen	1/3
		Öffentliche Onlinedienste	1/3
		Öffentliche Onlineformulare	1/3
	Gesellschaft	Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug	1/5
		Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug	1/5
		Mobile Internetnutzung	2/15
		Datenvolumen mobil	1/10
		Datenvolumen kabelgebunden	1/10
		Nutzung Soziale Medien	2/15
		Nutzung E-Commerce	2/15
	Humankapital	Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen	1/3
		IT-Absolventen	1/3
		Auszubildende in Digitalisierungsberufen	1/3
	Innovationslandschaft	Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	1/6
		FuE-/Innovations-Kooperationen	1/6
		Digitale Startups	1/6
		FuE-Ausgaben Bund und Länder	1/12
Digitalisierungsaffine Patente Natürliche Personen		1/6	
FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen		1/12	
Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen		1/6	

Quelle: Eigene Darstellung

2.3 Aggregation der Kategorienwerte und Gewichtung

Die Gewichtung der zehn Kategorien wird aus einer Befragung im Rahmen des IW-Zukunftspanels im Jahr 2020 abgeleitet und in den folgenden Erhebungsjahren konstant gehalten. In dieser repräsentativen Befragung unter 2.095 Unternehmen aus Industrie- und Dienstleistungsbranchen wurden diese dazu befragt, wie wichtig die einzelnen Kategorien für die Digitalisierung des eigenen Unternehmens sind. Daraus wird dann eine Gewichtung der einzelnen Kategorien gebildet, bei der sich alle zehn Gewichte zu 1 addieren. Die Gewichtung der Kategorien wird also endogen gebildet und zeigt, welche Bedeutung die jeweiligen Kategorien aus Sicht der Unternehmen haben.

Auf dieser Basis berechnet sich der DE-Index im Erhebungsjahr t folgendermaßen:

$$DE - Index^t = \sum_i \alpha_i * Kategorienwert(i)_{DE}^t \quad (2)$$

für Erhebungsjahr $t = 2020, 2021, \dots$

Kategorie $i = Technische Infrastruktur, Humankapital, \dots$

Gewichtungsfaktor α_i aus dem IW – Zukunftspanel mit $\sum_i \alpha_i = 1$

Zusätzlich können nun die zwei Subindizes *unternehmensintern* und *unternehmensextern* gebildet werden. Dabei werden jeweils nur die fünf für den Subindex relevanten Kategorien mit ihren korrespondierenden Gewichtungsfaktoren multipliziert und aggregiert. Die Subindizes sind allerdings nicht derart zu interpretieren, dass ihr Mittelwert den DE-Index ergibt, sondern dieser errechnet sich als ihre Summe. Die Subindizes weisen die Entwicklungen der unternehmensinternen und -externen Effekte separiert aus.

Ferner werden die Werte der beiden Subindizes für das Erhebungsjahr 2020 auf 100 kalibriert. Ausgehend davon messen der *kalibrierter DE-Subindex unternehmensintern* und der *kalibrierter DE-Subindex unternehmensextern* in den zukünftigen Erhebungsjahren dann die Entwicklung der zwei Subindizes getrennt voneinander. Dies erlaubt eine noch differenziertere Darstellung der Veränderung des DE-Index im Zeitverlauf, da die spezifischen Entwicklungen der unternehmensinternen und -externen Komponenten separiert voneinander betrachtet werden.

Tabelle 2 zeigt die aus dem IW-Zukunftspanel resultierenden Gewichte aller Kategorien.

Tabelle 2: Gewichtung der Kategorien

Subindex	Kategorie	Gewicht zur Aggregation der Kategorien auf Indexebene	Indikator
unternehmens-intern	Prozesse	0,11	Digitaler Reifegrad Prozesse
			Digitale Vernetzung
	Produkte	0,08	Rein digitale Produkte
			Produkte mit digitalen Komponenten
	Geschäftsmodelle	0,08	Digitale Beschaffungskanäle
			Digitale Absatzkanäle
			Digitale Geschäftsmodelle
	Qualifizierung	0,12	Weiterbildung IT-Fachkräfte
			Weiterbildung IT-Anwendende
			Beschäftigung in Digitalisierungsberufen
	Forschungs- und Innovationsaktivitäten	0,07	FuE-Ausgaben Unternehmen
			FuE-Personal Unternehmen
Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen			
unternehmens-extern	Technische Infrastruktur	0,14	Breitbandverfügbarkeit Haushalte
			Breitbandverfügbarkeit Gewerbe
			Festnetz- und Internetpreis
			Mobilfunkpreis
	Administrativ-rechtliche Rahmenbedingungen	0,11	Anpassung Rechtlicher Rahmen
			Öffentliche Onlinedienste
			Öffentliche Onlineformulare
	Gesellschaft	0,11	Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug
			Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug
			Mobile Internetnutzung
			Datenvolumen mobil
			Datenvolumen kabelgebunden
			Nutzung Soziale Medien
			Nutzung E-Commerce
	Humankapital	0,10	Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen
			IT-Absolventen
			Auszubildende in Digitalisierungsberufen
	Innovationslandschaft	0,08	Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug
FuE-/Innovations-Kooperationen			
Digitale Startups			
FuE-Ausgaben Bund und Länder			
Digitalisierungsaffine Patente Natürliche Personen			
FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen			
Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen			

Gerundet. Die Gewichte stammen aus einer Befragung unter 2.095 Unternehmen im Rahmen des IW-Zukunftspanels.

Quelle: Eigene Darstellung

2.4 Interpretation des DE-Index

Der DE-Indexwert für das Erhebungsjahr t ist stets als die Veränderung der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft im Vergleich zum Status quo im Erhebungsjahr 2020 (=100) zu interpretieren.

Da sich im ersten Erhebungsjahr auf Deutschlandebene der Wert 100 ergibt, sind hier in diesem Jahr keine weiteren Interpretationen möglich. Der DE-Index dient in diesem Jahr zur Vermessung des Status quo. In den folgenden Erhebungsjahren wird dann stets auf diesen Status quo Bezug genommen, und es sind Aussagen zur Entwicklung der Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland möglich.

Um im ersten Erhebungsjahr 2020 Aussagen zum Status quo der Digitalisierung der Wirtschaft in diesem Jahr zu machen, sollte auf die Indexwerte für die verschiedenen Differenzierungsebenen *Bundeslandgruppen, Branchen, Unternehmensgrößen* und *Regionstypen* fokussiert werden, deren Berechnung im nächsten Kapitel erläutert wird.

3 Das Konzept des Index der Digitalisierung auf den Differenzierungsebenen

Der Digitalisierungsindex wird nun kleinräumiger auf verschiedenen Differenzierungsebenen (*Branchen, Unternehmensgrößenklassen, Bundeslandgruppen, Regionstypen*) betrachtet. Die Haupt-herausforderung dabei liegt darin, dass im Gegensatz zum DE-Index auf den Differenzierungsebenen nicht alle Indikatoren relevant oder vorhanden sind. So werden beispielsweise unternehmens-externe Indikatoren weitestgehend nicht nach *Branchen* oder *Unternehmensgrößenklassen* differenziert. Tabelle 3 gibt eine Übersicht dazu, welche Indikatoren auf der jeweiligen Differenzierungsebene vorliegen.

Tabelle 3: Verfügbarkeit der Indikatoren auf den einzelnen Differenzierungsebenen

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
	Administrativ-rechtliche 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
	Innovationslandschaft	Auszubildende in Digitalisierungsberufen	x	x	✓	x
		Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	x	x	✓	x
		FuE-/Innovations-Kooperationen	✓	✓	x	x
		Digitale Startups	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

Nachfolgend wird erläutert, wie mit der Herausforderung der fehlenden Indikatoren umgegangen wird. Die Berechnung der Indexwerte auf den Differenzierungsebenen erfolgt davon abgesehen weitestgehend analog zu der in Kapitel 2 beschriebenen. Die nachfolgende Erläuterung bedient sich des Beispiels der *Bundeslandgruppe Süd* (Bayern und Baden-Württemberg), das sich konzeptionell ebenso auf den Branchen-, Unternehmensgrößenklassen- und Regionstypen-Index übertragen lässt.

3.1 Berechnung der Indikatorwerte

Um unterschiedlich große Bundeslandgruppen sinnvoll miteinander vergleichen zu können, werden die zugrunde liegenden Daten der Indikatoren zunächst, wo möglich und notwendig, auf eine andere sinnvolle Größe bezogen.

BEISPIEL: BEZUG VON INDIKATORWERTEN AUF ANDERE GRÖßEN

Beim Indikator *IT-Absolventen* beträgt die Anzahl der Erstabsolventinnen und -absolventen im Fachbereich Informatik für das Indexerhebungsjahr 2020 für die Bundeslandgruppe West (Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Saarland) 5.014 und für die Bundeslandgruppe Nord (Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein) 2.080 Personen (Datenstand 2018). Im Umkehrschluss bedeutet dies nicht unmittelbar, dass der Fachbereich Informatik in der Bundeslandgruppe West einen höheren Stellenwert als in der Bundeslandgruppe Nord besitzt. Dies ist auch davon abhängig, wie viele Personen jeweils überhaupt studieren und ihren (Erst-)Abschluss erlangen. Ein Vergleich über die absolute Anzahl an Informatik-Erstabsolventinnen und -absolventen wäre also verzerrt, nähme man die Dimension der Gesamtzahl an Erstabsolventinnen und -absolventen aller Fachbereiche nicht mit auf. Deshalb werden beide Größen zueinander in Relation gesetzt. Es resultiert ein Anteil der Informatik-Erstabsolventinnen und -absolventen an allen Erstabsolventinnen und -absolventen für die Bundeslandgruppe West von 4,79 Prozent und für die Bundeslandgruppe Nord von 4,82 Prozent. Relativ gesehen schneidet die Bundeslandgruppe Nord hier also besser ab.

Für jeden einzelnen Indikator wird für alle Differenzierungsebenen sowie für den Deutschlandwert stets eine identische Bezugsgröße verwendet, um konsistent vorzugehen. Andere Indikatoren wie beispielsweise *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* benötigen eine solche Bezugsgröße nicht, da die Einheit (in Prozent) bereits einen unverzerrten Vergleich über die Bundeslandgruppen erlaubt.³

Zunächst bildet sich auf der Mikroebene des einzelnen Indikators der Indikatorwert der jeweiligen Bundeslandgruppe j für das Erhebungsjahr t beispielsweise für den Indikator *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* wie folgt:

³ Eine Übersicht über die verwendeten Bezugsgrößen aller Indikatoren liefert Tabelle A - 1 im Anhang sowie das separate Dokument „Glossar der Indikatoren“.

Indikatorwert (Breitband Gewerbe) $_j^t$

$$= \frac{\text{Breitbandverfügbarkeit } _j^t}{\text{Breitbandverfügbarkeit } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^t} * \frac{\text{Breitbandverfügbarkeit } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^t}{\text{Breitbandverfügbarkeit } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^{2020}} * 100 \quad (3)$$



Relative Breitbandperformance der Bundeslandgruppe j im Vergleich zum Durchschnitt der Bundeslandgruppen im Jahr t

Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit von 2020 auf Jahr t im Durchschnitt der Bundeslandgruppen

$$= \frac{\text{Breitbandverfügbarkeit } _j^t}{\text{Breitbandverfügbarkeit } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^{2020}} * 100$$

für Erhebungsjahr $t = 2020, 2021, \dots$

Bundeslandgruppe $j = \text{Süd, West, Nord, Ost, } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}} \text{ (Bundeslandgruppen)}$

Da im ersten Jahr der Indexerhebung noch keine Entwicklung zum Vorjahr betrachtet wird, ist der Indexwert im Jahr 2020 ein Spezialfall. Hier ergibt der zweite Multiplikator der Gleichung (3) den Wert 1.

Zum Vergleich der vier Bundeslandgruppen wird auch ein (gewichteter) Bundeslandgruppen-Durchschnitt berechnet. Dieser ist auf Ebene der einzelnen Indikatoren nicht notwendigerweise gleich dem Wert für Deutschland, da zum Beispiel beim Branchenvergleich im Vergleich zum Deutschlandwert einzelne Branchen wegfallen und nicht genauer betrachtet werden (z. B. Landwirtschaft oder Gesundheitsbranche; siehe auch nachfolgendes Beispiel). Wird mit Gleichung (3) der Indikatorwert für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt im Jahr t berechnet, wird die absolute Breitbandverfügbarkeit des Bundeslandgruppen-Durchschnitts für das Jahr t durch die korrespondierende Breitbandverfügbarkeit für das Jahr 2020 dividiert und mit 100 multipliziert. Anders ausgedrückt, ergibt der erste Multiplikator aus Gleichung (3) für die Berechnung des Durchschnitts immer 1, da nun statt einer einzelnen Bundeslandgruppe der Bundeslandgruppen-Durchschnitt betrachtet wird.

BEISPIEL: NOTWENDIGKEIT VON DURCHSCHNITTEN DER DIFFERENZIERUNGSEBENEN

Für die DE-Indexberechnung 2020 aus Kapitel 2 ergeben sich für Deutschland insgesamt 7.404 digitalisierungsaffine Patentanmeldungen von juristischen Personen und 32,16 Millionen Beschäftigte (jeweils Datenstand 2017), wonach eine Patentintensität von etwa 2,302 Patentanmeldungen pro 10.000 Beschäftigte resultiert.

Auf die zehn für den Digitalisierungsindex relevanten Branchengruppen entfallen in Summe nur 7.356,5 der 7.404 Patentanmeldungen und 19,44 Millionen der 32,16 Millionen Beschäftigten. Der Rest wird Branchen zugeordnet, die im Digitalisierungsindex nicht betrachtet werden (z. B. Gewinnung von Steinen und Erden). Für *Branchen* ergibt sich demnach ein an der Beschäftigtenzahl gewichteter Branchengruppen-Durchschnitt von etwa 3,784 Patentanmeldungen pro 10.000 Beschäftigte, der oberhalb der Patentintensität des gesamtdeutschen Durchschnitts liegt. Um die Performance der zehn betrachteten Branchen im Vergleich und im Vergleich zum Durchschnitt der zehn Gruppen zu ermitteln, wird hier dieser Durchschnitt der zehn Branchengruppen als Vergleichsgröße gewählt.

Zwar decken die *Unternehmensgrößenklassen* 1-49, 50-249 und mehr als 249 Beschäftigte üblicherweise alle möglichen Unternehmensgrößen ab, so dass der Deutschlanddurchschnitt dem Durchschnitt der Unternehmensgrößenklassen entsprechen müsste. Der Indikator *Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen* zeigt aber, dass dies nicht immer stimmt. Von den 7.404 Patentanmeldungen auf gesamtdeutscher Ebene (Datenstand 2017) entfallen 21,5 auf im Erhebungsjahr 2020 nicht mehr wirtschaftsaktive Unternehmen, die nicht weiter nach Unternehmensgrößenklassen aufgeteilt werden können. Auch wenn die betrachteten Unternehmen im Jahr 2020 nicht mehr wirtschaftsaktiv waren, haben sie im Jahr 2017 Patentanmeldungen durchgeführt und damit in diesem Jahr unter Umständen eine bedeutende Rolle für die Innovationslandschaft gespielt. Die Patentanmeldungen der nicht-wirtschaftsaktiven Unternehmen gehen daher mit in den Index ein. Da sie nicht nach Unternehmensgröße differenziert werden können, entfallen sie bei dieser Differenzierungsebene jedoch. Es resultieren hier somit in Summe nur 7.382,5 Patentanmeldungen, die auf die gleiche Beschäftigtenanzahl wie Gesamtdeutschland bezogen werden (32,16 Millionen). Demnach bildet sich auch für die *Unternehmensgrößenklassen* ein von der gesamtdeutschen Patentintensität abweichender Unternehmensgrößenklassen-Durchschnitt von 2,295 (zum Vergleich zur DE-Patentintensität: 2,302).

Für *Bundeslandgruppen* lassen sich alle 7.404 Patentanmeldungen auf die betrachteten vier Bundeslandgruppen aufteilen. Jedoch lassen sich 1.519 der 32,16 Millionen Beschäftigten nicht eindeutig einer Bundeslandgruppe zuweisen. Deshalb entsteht auch hier eine (marginale) Divergenz zwischen gesamtdeutscher Patentintensität und der Patentintensität des gewichteten Bundeslandgruppen-Durchschnitts, die sich allerdings hier nur in der vierten Nachkommastelle bemerkbar macht (2,30199 im Vergleich zum DE-Wert von 2,30188).

Das Beispiel zeigt, dass auf Ebene des einzelnen Indikators der relevante Referenzpunkt auf den Differenzierungsebenen stets der Durchschnitt auf dieser Differenzierungsebene und nicht zwangsläufig der DE-Durchschnitt ist.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: ERMITTLUNG VON INDIKATORWERTEN FÜR BUNDESLANDGRUPPEN

Die Ermittlung des Indikatorwerts *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* für die Bundeslandgruppe Süd und für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt wird nachfolgend an einem hypothetischen Beispiel illustriert. Die Formeln in der Tabelle beziehen sich auf die Formel (3).

Tabelle 4: Beispielhafte Berechnung der Indikatorwerte *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* für den Bundeslandgruppen-Index

		2020	2021	2022	
i)	Basisdaten: Breitbandverfügbarkeit der Bundeslandgruppe Süd im Jahr t	$(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{Süd}}^t$	29,74%	30,24%	30,24%
ii)	Basisdaten: Breitbandverfügbarkeit des Durchschnitts der Bundeslandgruppen im Jahr t	$(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{ØBL-Gruppen}}^t$	28,66%	29,81%	30,00%
iii)	Relative Breitbandperformance der Bundeslandgruppe Süd im Vergleich zum Durchschnitt der Bundeslandgruppen im Jahr t	$\frac{(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{Süd}}^t}{(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{ØBL-Gruppen}}^t}$	1,0376	1,0144	1,0080
iv)	Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit von 2020 auf Jahr t im Durchschnitt der Bundeslandgruppen	$\frac{(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{ØBL-Gruppen}}^t}{(\text{Breitbandverfügbarkeit})_{\text{ØBL-Gruppen}}^{2020}}$	1,0000	1,0401	1,0468
v)	Normierter Indikatorwert der Bundeslandgruppe Süd im Jahr t	$\text{Indikatorwert (Breitband)}_{\text{Süd}}^t$	103,76	105,51	105,51
vi)	Normierter Indikatorwert des Durchschnitts der Bundeslandgruppen im Jahr t	$\text{Indikatorwert (Breitband)}_{\text{ØBL-Gruppen}}^t$	100,00	104,01	104,68

Werte für die Erhebungsjahre 2021 und 2022 des Index sind hypothetisch.

Quelle: Eigene Darstellung, Breitbandatlas des Bundes; ©BMVI, atene KOM GmbH

Ab dem Erhebungsjahr 2021 geben die normierten Breitband-Indikatorwerte für die Bundeslandgruppe Süd aus Zeile v) das absolute Wachstum der Breitbandverfügbarkeit dieser Bundeslandgruppe aus i) wieder, ohne einen Bezug zum Abschneiden des Bundeslandgruppen-Durchschnitts (ii) herzustellen. Wird dann der Indikatorwert der Bundeslandgruppe Süd aus v) in Relation zum Indikatorwert des Bundeslandgruppen-Durchschnitts aus vi) des gleichen Jahres gesetzt, ergibt sich die aktuelle relative Performance im regionsübergreifenden Vergleich. Im obigen Beispiel bleibt die Breitbandverfügbarkeit der Bundeslandgruppe Süd von 2021 auf 2022 zwar absolut gleich (30,24 Prozent), die jeweils aktuelle relative Performance im Vergleich zum Bundeslandgruppen-Durchschnitt nimmt jedoch ab (aktuelle relative Performance 2021 = $105,51/104,01 > 105,51/104,68 =$ aktuelle relative Performance 2022). Der Grund dafür ist, dass die durchschnittliche Breitbandverfügbarkeit der Bundeslandgruppen im gleichen Zeitraum zunimmt.

Die genauere Betrachtung der vereinfachten Formel (3) zeigt, dass sich die Indikatorwerte der einzelnen Bundeslandgruppen aus den aktuellen Basisdaten (zum Beispiel *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe*) multipliziert mit einem unveränderlichen Faktor berechnen. Dieser Faktor ergibt sich als

$$\frac{100}{\text{Breitbandverfügbarkeit}_{\text{ØBL-Gruppen}}^{2020}}$$

Der Multiplikator ist unabhängig vom Erhebungsjahr t und somit in jedem Erhebungsjahr identisch. Praktisch bedeutet er in diesem Beispiel, dass alle Basisdaten (Breitbandverfügbarkeiten in Prozent) in Bezug zur Breitbandverfügbarkeit des Bundeslandgruppen-Durchschnitts im ersten Erhebungsjahr 2020 gesetzt werden. Die Werte sind dann stets im Vergleich zu diesem Status quo im ersten Erhebungsjahr zu interpretieren. Ein Zahlenbeispiel: Hat die Bundeslandgruppe Süd im Erhebungsjahr 2022 einen Indikatorwert von 105,51 bei *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe*, bedeutet dies eine um 5,51 Prozent bessere Breitbandverfügbarkeit als der Bundeslandgruppen-Durchschnitt im Erhebungsjahr 2020. Ein Indikatorwert für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt von 104,01 im Erhebungsjahr 2021 ist als Anstieg der Breitbandverfügbarkeit um 4,01 Prozent im Vergleich zum Bundeslandgruppen-Durchschnitt im Jahr 2020 zu werten. Gleichzeitig sorgt die Normierung der Basisdaten dafür, dass verschiedene Indikatoren nun vergleichbar werden. Beispielsweise besitzen die normierten Indikatorwerte für *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* und *Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen* nun eine identische Maßeinheit (Abweichung zum jeweiligen Status quo im Erhebungsjahr 2020), wenngleich die Basisdaten in verschiedenen Einheiten vorliegen (Breitbandverfügbarkeit in Prozent und Patentanmeldungen pro 10.000 Beschäftigte). Dies ist elementar, um im nächsten Schritt verschiedene Indikatoren zusammenzuführen.

3.2 Aggregation der Indikatorwerte

Im nächsten Schritt werden die Indikatoren pro Differenzierungsebene nun analog zu Abschnitt 2.2 auf die aggregierte Ebene der Kategorien gebracht. Dabei wird exakt die gleiche Gewichtung verwendet, die bei der Konstruktion des DE-Index Anwendung findet (vgl. Abbildung 1). Der hypothetische Sonderfall, dass beim DE-Index zwei Indikatoren aufgrund von Korrelationen untergewichtet wurden, für *Bundeslandgruppen* oder eine andere Differenzierungsebene nun jedoch nur einer der beiden Indikatoren vorhanden ist, tritt nicht auf.

Die Reduktion der Anzahl an Indikatoren für die Differenzierungsebenen hat folgende Konsequenz: Es gibt Kategorien, in denen sich die Gewichte der (noch vorhandenen) Indikatoren nicht auf 1 addieren, weil einzelne Indikatoren auf der Differenzierungsebene nicht vorliegen. Ein Beispiel ist hier die Kategorie *Technische Infrastruktur* (siehe Tabelle 3), in der für *Bundeslandgruppen* nur zwei der ursprünglich vier Indikatoren vorhanden sind. Damit liegt der Wert der gesamten Kategorie nicht mehr „um 100“, sondern darunter, weil Indikatoren und damit Gewichte wegfallen. Diese methodische Herausforderung wird in einem späteren Schritt gelöst, wonach eine Vergleichbarkeit unter den Bundeslandgruppen und im Gesamtkontext gewährleistet ist.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: KATEGORIENWERTE BEI FEHLENDEN INDIKATOREN AUF DEN DIFFERENZIERUNGSEBENEN

Zur Kategorie *Technische Infrastruktur* gehören die Indikatoren *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe*, *Breitbandverfügbarkeit Haushalte*, *Festnetz- und Internetpreis* und *Mobilfunkpreis*. Auf Bundeslandgruppenebene sind nun nur die beiden Breitband-Indikatoren vorhanden. Sie werden jeweils mit 1/6 gewichtet.

Für die Bundeslandgruppe Süd ergibt sich der Wert der Kategorie *Technische Infrastruktur* wie folgt:

$$\begin{aligned} & \text{Kategorienwert (Technische Infrastruktur)}_{\text{Süd}}^t \\ &= \frac{1}{6} * \text{Indikatorwert (Breitband Haushalte)}_{\text{Süd}}^t \\ & \quad + \frac{1}{6} * \text{Indikatorwert (Breitband Gewerbe)}_{\text{Süd}}^t . \end{aligned}$$

Für 2020 ergibt sich somit bei Indikatorwerten von 77,01 für *Breitbandverfügbarkeit Haushalte* und 103,76 für *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* ein Ergebnis von 30,13 in der Kategorie *Technische Infrastruktur* in der Bundeslandgruppe Süd. Wird für das Erhebungsjahr 2021 hier von Indikatorwerten in Höhe von 80,01 (*Breitbandverfügbarkeit Haushalte*) beziehungsweise 105,51 (*Breitbandverfügbarkeit Gewerbe*) ausgegangen, ergibt sich ein Wert von 30,92. Beide Kategorienwerte liegen nun weder „um 100“, noch kann man sie mit Durchschnittswerten anderer Kategorien der Bundeslandgruppe Süd vergleichen, bei denen alle Indikatoren des DE-Index vorhanden sind und sich die Gewichte somit auf 1 addieren.

3.3 Bildung des Durchschnitts auf Ebene der Kategorien

Aufgrund der geringeren Anzahl an vorhandenen Indikatoren ist der durchschnittliche Kategorienwert einer einzelnen Bundeslandgruppe nicht mit dem Durchschnittswert dieser Kategorie des DE-Index vergleichbar. Um dies zu kompensieren, wird im folgenden Schritt ein Durchschnitt der Bundeslandgruppen auf Ebene der Kategorien gebildet. Dieser enthält die gleiche Teilmenge an Indikatoren wie die einzelnen durchschnittlichen Kategorienwerte der Bundeslandgruppen. Der Durchschnitt der Bundeslandgruppen eignet sich als Referenz zum Index der einzelnen Bundeslandgruppen, um deren relatives Abschneiden beurteilen zu können.

Der Bundeslandgruppen-Durchschnitt auf Ebene der Kategorien bildet sich dabei analog zu den Werten der einzelnen Bundeslandgruppen. Er verwendet jedoch die jeweiligen Indikatorwerte des Bundeslandgruppen-Durchschnitts anstelle der Indikatorwerte für einzelne Bundeslandgruppen. Im Erhebungsjahr 2020 ist dies stets der Wert 100. Für Kategorien, in denen sich die Gewichte nicht auf 1 addieren, liegt der Kategorienwert im Jahr 2020 für den Durchschnitt der Bundeslandgruppen dann entsprechend unterhalb von 100.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: BERECHNUNG DES BUNDESLANDGRUPPEN-DURCHSCHNITTS AUF EBENE DER KATEGORIEN

Der Kategorienwert für die Kategorie *Technische Infrastruktur* wird für den Durchschnitt der Bundeslandgruppen folgendermaßen gebildet:

$$\begin{aligned} & \text{Kategorienwert (Technische Infrastruktur)}_{\emptyset_{BL\text{-}Gruppen}}^t \\ &= \frac{1}{6} * \text{Indikatorwert (Breitband Haushalte)}_{\emptyset_{BL\text{-}Gruppen}}^t \\ &+ \frac{1}{6} * \text{Indikatorwert (Breitband Gewerbe)}_{\emptyset_{BL\text{-}Gruppen}}^t \end{aligned}$$

Für das Erhebungsjahr 2020 ergibt sich somit für die Indikatoren *Breitbandverfügbarkeit Haushalte* und *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* bei Indikatorwerten von jeweils 100 ein Kategorienwert von 33,33. Für das Erhebungsjahr 2021 ergibt sich bei einem hypothetischen Wert für *Breitbandverfügbarkeit Haushalte* von 110,92 und einem hypothetischen Wert für *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* von 104,01 ein Kategorienwert von 35,82.

Pro Kategorie und Erhebungsjahr sind die durchschnittlichen Kategorienwerte der Bundeslandgruppe Süd und des Durchschnitts der Bundeslandgruppen nun theoretisch vergleichbar. Somit liegt für 2020 in der Kategorie *Technische Infrastruktur* die relative Performance der Bundeslandgruppe Süd mit 30,13 unter dem Durchschnitt der Bundeslandgruppen mit 33,33. Ähnliches ergibt sich für das Erhebungsjahr 2021, wenn der Wert der Bundeslandgruppe Süd von 30,92 zum Bundeslandgruppenschnitt von 35,82 ins Verhältnis gesetzt wird. Jedoch zeigt der Vergleich auch, dass die relative Performance der Bundeslandgruppe Süd in der Kategorie *Technische Infrastruktur* im Vergleich mit dem Bundeslandgruppen-Durchschnitt von 2020 auf 2021 abgenommen hat, da

$$\frac{30,13}{33,33} \approx 0,90 > 0,86 \approx \frac{30,92}{35,82} .$$

3.4 Aggregation der Kategorienwerte

Die durchschnittlichen Kategorienwerte für die Bundeslandgruppe Süd werden an dieser Stelle jedoch noch nicht direkt ins Verhältnis zum Bundeslandgruppen-Durchschnitt gesetzt. Grund ist, dass die Thematik nicht vorhandener Indikatoren in ähnlichem Umfang im zweiten Aggregations-schritt von der Ebene der Kategorien auf die Ebene des Index auftreten kann.

Im nächsten Schritt werden deshalb die zehn durchschnittlichen Kategorienwerte für die Bundeslandgruppe Süd anhand der gleichen Gewichtung zusammengeführt, die bei der Konstruktion des DE-Index Anwendung findet. Abermals werden auch die Kategorienwerte des Bundeslandgruppen-Durchschnitts anhand der gleichen Methodik zusammengeführt. Es bildet sich ein vorläufiger Bundeslandgruppen-Index für die vier Bundeslandgruppen sowie für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt.

$$\text{Vorläufiger Index } j^t = \sum_i \alpha_i * \text{Kategorienwert } (i)_j^t \quad (4)$$

für Erhebungsjahr $t = 2020, 2021, \dots$

Bundeslandgruppe $j = \text{Süd, West, Nord, Ost, } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}$

Kategorie $i = \text{Technische Infrastruktur, Humankapital, } \dots$

Gewichtungsfaktor α_i aus dem IW – Zukunftspanel mit $\sum_i \alpha_i = 1$

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: AGGREGATION DER KATEGORIENWERTE FÜR BUNDESLANDGRUPPEN

Im zuvor verwendeten Beispiel ergibt sich für die Bundeslandgruppe Süd im Erhebungsjahr 2020 ein vorläufiger Bundeslandgruppen-Index von 70,10 und im Jahr 2021 ein hypothetischer vorläufiger Index von 72,00. Für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt lässt sich ein vorläufiger Bundeslandgruppen-Index von 63,45 für 2020 und ein hypothetischer vorläufiger Index von 63,96 für 2021 bestimmen.

3.5 Ermittlung des finalen Indexwerts

Schlussendlich ergibt sich aus den vorigen Schritten ein vorläufiger Indexwert für die Bundeslandgruppe Süd, der aufgrund fehlender Indikatoren und Kategorien nicht mit dem DE-Index zu vergleichen ist. Letzterer umfasst alle Indikatoren und beträgt im Erhebungsjahr 2020 unabhängig von der Gewichtung 100. Um dennoch die relative Performance der Bundeslandgruppe Süd im gesamtdeutschen Kontext beurteilen zu können, werden im nächsten Schritt der vorläufige Index der Bundeslandgruppe Süd sowie der vorläufige Index des Durchschnitts der Bundeslandgruppen folgendermaßen zueinander in Relation gesetzt und ein finaler Bundeslandgruppen-Index gebildet:

$$\begin{aligned} & \text{Finaler Bundeslandgruppen – Index } j^t \\ &= \underbrace{\frac{\text{Vorläufiger Index } j^t}{\text{Vorläufiger Index } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^t}}_{\text{Relative Index-Performance der Bundeslandgruppe } j \text{ im Vergleich zum Durchschnitt der Bundeslandgruppen im Jahr } t} * \underbrace{\frac{\text{Vorläufiger Index } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^t}{\text{Vorläufiger Index } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^{2020}}}_{\text{Entwicklung des vorläufigen Index von 2020 auf Jahr } t \text{ im Durchschnitt der Bundeslandgruppen}} * 100 \quad (5) \\ &= \frac{\text{Vorläufiger Index } j^t}{\text{Vorläufiger Index } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}}^{2020}} * 100 \\ & \text{für Erhebungsjahr } t = 2020, 2021, \dots \\ & \text{Bundeslandgruppe } j = \text{Süd, West, Nord, Ost, } \emptyset_{BL\text{-Gruppen}} \end{aligned}$$

Zunächst wird der vorläufige Index der Bundeslandgruppe Süd durch den vorläufigen Index des Durchschnitts der Bundeslandgruppen geteilt, um die relative Performance des Südens im Bundeslandgruppenvergleich beurteilen zu können. Der zweite Multiplikator bildet die überregionale Entwicklung zum Vorjahr zumindest im Rahmen der Indikatoren, die für den Bundeslandgruppen-Index relevant sind, ab.

Auch der Durchschnitt der Bundeslandgruppen erhält somit einen finalen Indexwert für das Jahr t , gebildet aus seinem vorläufigen Indexwert im Jahr t relativ zu seinem vorläufigen Indexwert für 2020. Dabei ist es entscheidend, dass die zeitliche Entwicklung des Durchschnitts der Bundeslandgruppen möglicherweise nicht parallel zur Entwicklung des DE-Index verläuft, da erstere nur eine Teilmenge der Indikatoren letzterer enthalten.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: ERMITTLUNG DER FINALEN INDEXWERTE FÜR BUNDESLANDGRUPPEN

Im zuvor verwendeten Beispiel ergeben sich für die Bundeslandgruppe Süd und den Durchschnitt der Bundeslandgruppen in den Erhebungsjahren 2020 und 2021 die folgenden finalen Bundeslandgruppen-Indexwerte:

$$\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_{\text{Süd}}^{2020} = \frac{70,10}{63,45} * 100 \approx 110,47$$

$$\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_{\text{Süd}}^{2021} = \frac{72,00}{63,45} * 100 \approx 113,48$$

$$\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_{\emptyset_{\text{BL-Gruppen}}}^{2020} = \frac{63,45}{63,45} * 100 = 100,00$$

$$\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_{\emptyset_{\text{BL-Gruppen}}}^{2021} = \frac{63,96}{63,45} * 100 \approx 100,80$$

Ähnlich zur Normierung der Indikatorwerte werden nun die vorläufigen Indexwerte analog normiert. Der Fixpunkt ist hierbei der vorläufige Indexwert des Bundeslandgruppen-Durchschnitts für das Jahr 2020. Danach sind die jeweiligen finalen Indexwerte nicht nur sinnvoll miteinander zu vergleichen, sondern „starten“ in Bezug zum Status quo des vorläufigen Index des Bundeslandgruppen-Durchschnitts im Erhebungsjahr 2020. Der finale Index für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt erhält dabei eben für 2020 den Wert 100. Wenn nun der Index für die Bundeslandgruppe Süd von 110,47 im Jahr 2020 auf 113,48 im Jahr 2021 steigt, besagt das zunächst einmal nur, wie sich die südliche Bundeslandgruppe absolut verbessert hat. Die Wachstumsrate des vorläufigen und des finalen Index für die Bundeslandgruppe Süd sind also gleich, wie nachfolgend illustriert wird.

$$\begin{aligned} \frac{\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_j^{t+1}}{\text{Finaler Bundeslandgruppen – Index}_j^t} &= \frac{\frac{\text{Vorläufiger Index}_j^{t+1}}{\text{Vorläufiger Index}_{\emptyset_{\text{BL-Gruppen}}}^{2020}} * 100}{\frac{\text{Vorläufiger Index}_j^t}{\text{Vorläufiger Index}_{\emptyset_{\text{BL-Gruppen}}}^{2020}} * 100} \\ &= \frac{\text{Vorläufiger Index}_j^{t+1}}{\text{Vorläufiger Index}_j^t} \end{aligned} \quad (6)$$

Die Normierung in diesem letzten Schritt ermöglicht nun jedoch eine direkte Interpretation des finalen Bundeslandgruppen-Index für die Bundeslandgruppe Süd in Bezug auf den Status quo des Bundeslandgruppen-Durchschnitts im Erhebungsjahr 2020.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: INTERPRETATION DER FINALEN INDEXWERTE FÜR BUNDESLANDGRUPPEN

Ein finaler Index für die Bundeslandgruppe Süd von 113,48 im Jahr 2021 besagt also, dass die südliche Bundeslandgruppe im Jahr 2021 um 13,48 Prozent besser abschneidet als der Bundeslandgruppen-Durchschnitt im Jahr 2020. Die finalen Indizes der verschiedenen Bundeslandgruppen können nun direkt miteinander verglichen werden und bewegen sich „um 100“ als Ausgangspunkt des Digitalisierungsstands des Bundeslandgruppen-Durchschnitts im Erhebungsjahr 2020.

Darüber hinaus kann aber auch die aktuelle relative Performance der Bundeslandgruppe Süd im überregionalen Vergleich gemessen werden. Dafür wird der finale Index für die Bundeslandgruppe Süd im Jahr t ins Verhältnis zum finalen Index des Bundeslandgruppen-Durchschnitts im Jahr t gesetzt. Für die Bundeslandgruppe Süd ergibt sich demnach eine aktuelle relative Performance von $110,47 / 100 = 1,1047$ im Jahr 2020, also 10,47 Prozent oberhalb des aktuellen Bundeslandgruppen-Durchschnitts. Im Erhebungsjahr 2021 sind es $113,48 / 100,80 \approx 1,1258$, also nun 12,58 Prozent oberhalb des aktuellen Bundeslandgruppen-Durchschnitts im Jahr 2021. Die Bundeslandgruppe Süd schneidet im Vergleich zum Bundeslandgruppen-Durchschnitt demnach 2021 besser ab als 2020.

3.6 Interpretation und Bezug zum Deutschland-Index

Ein wesentlicher Unterschied in der Interpretation des DE-Index und der Indizes der verschiedenen Differenzierungsebenen besteht darin, dass letztere ab dem Erhebungsjahr 2021 gleichzeitig zwei Effekte messen:

- die Entwicklung der Digitalisierung im Zeitablauf
- die relative Performance beispielsweise einer *Bundeslandgruppe* im Vergleich zum DE-Durchschnitt.

HYPOTHETISCHES BEISPIEL: INTERPRETATION DER INDIKATORWERTE AUF BUNDESLANDGRUPPEN-EBENE

Der normierte Indikatorwert für die Bundeslandgruppe Süd für den Indikator *Breitbandverfügbarkeit Gewerbe* für das Erhebungsjahr 2020 liegt bei 103,76. Dies ist als 103,76 Prozent des DE-Durchschnitts (beziehungsweise des Bundeslandgruppen-Durchschnitts) für diesen Indikator zu interpretieren, da im Erhebungsjahr 2020 noch keine historische Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit betrachtet wird.

Nun steigt die Breitbandverfügbarkeit von 2020 auf 2021 zwar absolut für die Bundeslandgruppe Süd, aber unterproportional zum DE-Durchschnitt. Der DE-Durchschnitt für diesen Indikator nimmt in diesem Zeitraum von 100,00 auf 104,01 zu. Im Erhebungsjahr 2021 wird für die Bundeslandgruppe Süd nun ein Indikatorwert von 105,51 ausgewiesen, der auf den ersten Blick höher erscheint als der Wert der Bundeslandgruppe von 103,76 im Jahr 2020. Allerdings ist der Wert für 2021 nun in Relation zum DE-Wert von 104,01 anstelle von 100,00 (DE-Wert in 2020) zu interpretieren. Bezogen auf die oben angesprochenen Effekte bedeutet dies:

1. Die absolute Breitbandverfügbarkeit der Bundeslandgruppe Süd verbessert sich, da $105,51 > 103,76$.
2. Die relative Performance der Bundeslandgruppe Süd im Vergleich zum DE-Durchschnitt sinkt jedoch, da

$$\frac{103,76}{100,00} \approx 1,0376 > 1,0144 \approx \frac{105,51}{104,01} .$$

Diese beiden Effekte sind bei der Interpretation der Ergebnisse ab dem zweiten Jahr der Messung (also ab 2021) zu beachten und einzuordnen.

4 Relation der verschiedenen Indizes

Die fünf Indizes oder vielmehr Indexebenen für *Deutschland, Branchen, Bundeslandgruppen, Regionstypen* und *Unternehmensgrößenklassen* sind nur begrenzt miteinander zu vergleichen. Aus Gesichtspunkten der methodischen Zusammenstellung der einzelnen Indikatoren und der Interpretierbarkeit handelt es sich um verschiedene Indizes. Dennoch greift beispielsweise der Bundeslandgruppen-Index auf eine Teilmenge von Indikatoren zu, die auch beim DE-Index herangezogen werden. Wenn ein Indikator Eingang in beide Indizes für Bundeslandgruppen und DE erhält, ist somit eine gewisse Verbindung zwischen DE- und Bundeslandgruppen-Index dennoch gegeben. Um aber einen unverzerrten Vergleich der jeweiligen Bundeslandgruppe im Deutschlandkontext durchführen zu können, muss das Abschneiden der jeweiligen Bundeslandgruppe im Kontext zu dem methodisch identisch zusammengestellten Durchschnitt der Bundeslandgruppen gesehen werden.

Tabelle 5 gibt eine Übersicht der verschiedenen Indizes und zeigt einerseits, welche verschiedenen Indextypen pro Erhebungsjahr berechnet werden können. Andererseits zeigt sie, ob der jeweilige Index im Jahr 2020 dem Wert 100 entspricht oder schon einen Erklärungsgehalt besitzt.

Tabelle 5: Übersicht über die verschiedenen Indextypen und Ausprägungen

Index	2020	2021, ...
DE-Index	= 100	≠ 100
DE-Subindex unternehmensintern	≠ 100	≠ 100
Kalibrierter DE-Subindex unternehmensintern	= 100	≠ 100
DE-Subindex unternehmensextern	≠ 100	≠ 100
Kalibrierter DE-Subindex unternehmensextern	= 100	≠ 100
Index für die einzelnen Bundeslandgruppen	≠ 100	≠ 100
Index für den Bundeslandgruppen-Durchschnitt	= 100	≠ 100
Index für die einzelnen Regionstypen	≠ 100	≠ 100
Index für den Regionstypen-Durchschnitt	= 100	≠ 100
Index für die einzelnen Branchengruppen	≠ 100	≠ 100
Index für den Branchengruppen-Durchschnitt	= 100	≠ 100
Index für die einzelnen Unternehmensgrößenklassen	≠ 100	≠ 100
Index für den Unternehmensgrößenklassen-Durchschnitt	= 100	≠ 100

Die Summe aus DE-Subindex unternehmensintern und DE-Subindex unternehmensextern ergibt stets den DE-Index desselben Jahres.

Quelle: Eigene Darstellung

5 Zusammenfassung

Der Digitalisierungsindex erlaubt einen detaillierten Blick auf den Status quo und die Entwicklung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland. Insbesondere ist eine Betrachtung von unterschiedlichen Branchen, Bundeslandgruppen, Regionstypen und Unternehmensgrößenklassen möglich. Der Digitalisierungsindex für Deutschland verwendet 37 unterschiedliche Indikatoren, die verschiedene Bereiche der Digitalisierung abdecken. Auf den Differenzierungsebenen liegen diese nicht alle vor. Die resultierende Komplexität ist enorm. Wichtig ist, dass innerhalb des Deutschland-Index und innerhalb der einzelnen Differenzierungsebenen jeweils konsistent vorgegangen ist. Die verschiedenen Indexwerte sind aufgrund ihrer unterschiedlichen Zusammenstellung jedoch nicht miteinander vergleichbar.

Anhang

Tabelle A - 1: Bezugsgrößen der Indikatoren

Indikator	Einheit der Basisdaten	Bezugsgröße
Digitaler Reifegrad Prozesse	Prozent der Unternehmen	-
Digitale Vernetzung	Prozent der Unternehmen	-
Rein digitale Produkte	Prozent des Gesamtumsatzes	-
Produkte mit digitalen Komponenten	Prozent des Gesamtumsatzes	Hypothetischer Umsatzrückgang ohne Digitalkomponente in Prozent
Digitale Beschaffungskanäle	Prozent der Beschaffungen	-
Digitale Absatzkanäle	Prozent des Absatzes	-
Digitale Geschäftsmodelle	Prozent der Unternehmen	-
Weiterbildung IT-Fachkräfte	Prozent der Unternehmen	-
Weiterbildung IT-Anwendende	Prozent der Unternehmen	-
Beschäftigung in Digitalisierungsberufen	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Digitalisierungsberufen	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in allen Berufen
FuE-Ausgaben Unternehmen	Aufwendungen für FuE (in Euro)	Gesamtumsatz (in Euro)
FuE-Personal Unternehmen	Anzahl FuE-Personal (Vollzeitäquivalent)	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in allen Berufen
Digitalisierungsaffine Patente Unternehmen	Anzahl digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen von juristischen Personen	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in allen Berufen
Breitbandverfügbarkeit Haushalte	Prozent der privaten Haushalte	-
Breitbandverfügbarkeit Gewerbe	Prozent der Gewerbestandorte	-
Festnetz- und Internetpreis	Preisindex	-
Mobilfunkpreis	Preisindex	-
Anpassung Rechtlicher Rahmen	Anpassungsgeschwindigkeit auf einer Skala von 1 („überhaupt nicht schnell“) bis 7 („sehr schnell“)	-
Öffentliche Onlinedienste	DESI-Score auf einer Skala von 0 bis 100	-
Öffentliche Onlineformulare	DESI-Score auf einer Skala von 0 bis 100	-
Twitter-Meldungen mit Digitalisierungsbezug	Tonalitätsanalyse von Twitter-Meldungen	-
Zeitungsartikel mit Digitalisierungsbezug	Anzahl Zeitungsartikeln mit Digitalisierungsbezug	Anzahl aller Zeitungsartikel
Mobile Internetnutzung	Prozent der Personen (ab 14 Jahren)	-
Datenvolumen mobil	Datenvolumen in Milliarden Gigabyte	-
Datenvolumen kabelgebunden	Datenvolumen in Milliarden Gigabyte	-
Nutzung Soziale Medien	Prozent der Personen (16-74 Jahre)	-
Nutzung E-Commerce	Prozent der Personen (16-74 Jahre)	-
Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen	Absolute Fachkräftelücke in Digitalisierungsberufen	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Digitalisierungsberufen
IT-Absolventen	Anzahl Informatik-Erstabsolventinnen und -absolventen	Anzahl Erstabsolventinnen und -absolventen aller Fachbereiche

Auszubildende in Digitalisierungsberufen	Anzahl neu abgeschlossener Ausbildungsverträge in Digitalisierungsberufen	Anzahl neu abgeschlossener Ausbildungsverträge in allen Berufen
Wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	Anzahl wissenschaftliche Publikationen mit Digitalisierungsbezug	FuE-Personal in privaten und staatlichen Hochschulen sowie in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Vollzeitäquivalent)
FuE-/Innovations-Kooperationen	Anzahl Unternehmen mit FuE-/Innovations-Kooperationen	Anzahl aller Unternehmen
Digitale Startups	Anzahl Unternehmensgründungen mit digitalen Geschäftsmodellen	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in allen Berufen
FuE-Ausgaben Bund und Länder	Aufwendungen für FuE (in Euro)	Nominales Bruttoinlandsprodukt (in Euro)
Digitalisierungsaffine Patente Natürliche Personen	Anzahl digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen von natürlichen Personen	Einwohnerzahl (Personen ab 16 Jahren)
FuE-Personal Wissenschaftliche Einrichtungen	Anzahl FuE-Personal der wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Vollzeitäquivalent)	Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in allen Berufen
Digitalisierungsaffine Patente Hochschulen	Anzahl digitalisierungsaffine DPMA-Patentanmeldungen von privaten und staatlichen Hochschulen	Anzahl FuE-Personal in privaten und staatlichen Hochschulen (Vollzeitäquivalent)

Quelle: Eigene Darstellung

Literaturverzeichnis

BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2020, Bericht zum Breitbandatlas Ende 2019 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) - Teil 1: Ergebnisse, https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2019-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [aufgerufen am 26.08.2020]

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. 31/2020, Köln

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Schematische Darstellung des Digitalisierungsindex.....</i>	<i>4</i>
---	----------

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Gewichtung der einzelnen Indikatoren.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 2: Gewichtung der Kategorien.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 3: Verfügbarkeit der Indikatoren auf den einzelnen Differenzierungsebenen.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabelle 4: Beispielhafte Berechnung der Indikatorwerte Breitbandverfügbarkeit Gewerbe für den Bundeslandgruppen-Index.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 5: Übersicht über die verschiedenen Indextypen und Ausprägungen.....</i>	<i>25</i>