



Vodafone Institut
für Gesellschaft
und Kommunikation

prognos

Wir geben Orientierung.

Studie

Innovationsindex Deutschland 2023 (IID.2023)

Resilienz in Krisenzeiten: Die Booster-Wirkungen des
Netzausbaus auf innovative Wertschöpfung



shutterstock - 1934207456



Vodafone Institut
für Gesellschaft
und Kommunikation

prognos

Wir geben Orientierung.

Studie

Innovationsindex Deutschland 2023 (IID.2023)

Resilienz in Krisenzeiten: Die Booster-Wirkungen des
Netzausbaus auf innovative Wertschöpfung

Von

Dr. Oliver Ehrentraut

Josh Klier

Dr. Georg Klose

Philipp Kreuzer

Dr. Andreas Sachs

Jonathan-Aton Talamo

Im Auftrag des

Vodafone Institut für Gesellschaft und
Kommunikation GmbH

Abschlussdatum

Dezember 2023

Die Unternehmen im Überblick

Vodafone Institut für Gesellschaft und Kommunikation GmbH

Das Vodafone Institut ist der europäische Think Tank von Vodafone. Wir analysieren die Potenziale digitaler Technologien und deren verantwortungsvolle Nutzung für Innovation, Wachstum und nachhaltige Entwicklung. Gemeinsam mit unseren wissenschaftlichen Partnern formulieren wir Handlungsempfehlungen, die einen sozialverträglichen und ökologisch nachhaltigen Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft ermöglichen. Mit Studien und Veranstaltungen bieten wir eine Plattform für den Dialog zwischen Vordenkern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Prognos – wir geben Orientierung.

Die Prognos AG ist eines der ältesten Wirtschaftsforschungsunternehmen Europas. An der Universität Basel gegründet, forschen Prognos-Expertinnen und -Experten seit 1959 für verschiedenste Auftraggeber aus dem öffentlichen und privaten Sektor – politisch unabhängig, wissenschaftlich fundiert. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit über 200 Expertinnen und Experten ist das Unternehmen an zehn Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München, Stuttgart und Wien. In Wien sitzt die Prognos Europe GmbH, unsere Tochtergesellschaft in Österreich. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Kernergebnisse	III
1 Einleitung	1
2 Gesamtindex 2023	3
2.1 Impuls für Deutschland: Jährliche Gesamteffekte in Deutschland	3
2.2 Spitzenreiter und Schlusslichter 2023	4
2.3 Aufsteiger & Absteiger 2023	8
3 Regionen im Fokus: Wer profitiert wie vom Netzausbau?	11
3.1 Wirtschaftsstärke	11
3.2 Innovative Ideen und Produkte	13
3.3 Qualifizierte Arbeitskräfte	15
4 Exkurs: Mit Netzausbau resilient durch Corona	18
5 Fazit & Ausblick	22
6 Methodik	23
6.1 Indikatoren des Netzausbaus und der Outputgrößen	24
6.1.1 Netzausbau im Betrachtungszeitraum	24
6.1.2 Outputgrößen im Betrachtungszeitraum	24
6.2 Regionale Strukturmerkmale	25
6.3 Modellspezifikation	26
6.4 Indexbildung	27
Quellen	28
Impressum	29

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau des IID.2023 - Indikatoren	2
Abbildung 2:	Gesamtindex der Wirkungsstärke des Netzausbaus in Deutschlands Regionen	5
Abbildung 3:	Großstädte im Gesamtindex mit deutlichem Vorsprung	7
Abbildung 4:	Vergleich der Indexwerte 2022 und 2023	9
Abbildung 5:	Effekt des Netzausbaus auf die Wirtschaftsstärke	12
Abbildung 6:	Effekt des Netzausbaus auf innovative Ideen und Produkte	14
Abbildung 7:	Histogramm im Teilindex Innovative Ideen und Produkte	15
Abbildung 8:	Effekt des Netzausbaus auf qualifizierte Arbeitskräfte	16
Abbildung 9:	Ausgewählte Zahlen zum Impact der Corona-Pandemie	18
Abbildung 10:	Wirtschaftliche Effekte des Netzausbaus während der Corona-Pandemie	20
Abbildung 11:	Durchschnittlich vermiedene Bruttowertschöpfungsverluste nach Branchen	21

Kernergebnisse

Digitalisierung sichert Deutschland während Corona 130 Milliarden Euro

Eine gute Netzinfrastruktur ist essenziell für schnelles und effektives Handeln in der Krise. Mit Beginn der Corona-Pandemie wechselten digitalisierte Unternehmen innerhalb kürzester Zeit zu Home-Office und Online-Handel. Eine Überschlagsrechnung zeigt, dass **durch die Digitalisierung etwa 130 Milliarden Euro an wirtschaftlichen Schäden vermieden** werden konnten. Damit ist die Digitalisierung zur Abmilderung der Corona-Folgen **genauso bedeutsam wie die Wirtschaftshilfen des Bundes**. Eine geringere Digitalisierung hätte für jede Beschäftigte und jeden Beschäftigten Mindereinnahmen von über 1.200 Euro pro Jahr bzw. 100 Euro je Pandemie-Monat bedeuten können. Gerade Unternehmen aus stark digitalisierten Branchen konnten ihren „Flexibilitätsvorteil“ in der Corona-Krise nutzen: Allein die IKT-Branche und die unternehmensnahen Dienstleister vermieden etwa 15 Milliarden Euro Wertschöpfungsausfall zwischen 2020 und 2022. Damit sind Netzausbau und Digitalisierung die Grundpfeiler für eine widerstandsfähige und resiliente Wirtschaft.

Netzausbau als verlässliche Quelle für Innovationen: Mehr als 42 Milliarden Euro zusätzliche Wertschöpfung seit 2013

Innovationen, die durch den Netzausbau angestoßen werden, sind ein zentraler Treiber von Wertschöpfungszuwächsen in der deutschen Wirtschaft. Mehr als 5,3 Milliarden Euro zusätzliches Bruttoinlandsprodukt pro Jahr sind mit dem Netzausbau verbunden. Gerade **in wachstumsschwachen Zeiten** bietet der Netzausbau damit eine **verlässliche wirtschaftliche Stütze**. Seit 2013 hat der Netzausbau **rund 42 Milliarden Euro zusätzlich zur Wertschöpfung** beigetragen. Das entspricht knapp sieben Prozent des Wertschöpfungszuwachses der deutschen Gesamtwirtschaft zwischen 2013 und 2020.¹ Dabei stärkt der Netzausbau das vorhandene Leistungspotenzial der Kreise und Regionen. So findet über die Hälfte des Wirtschaftswachstums in 50 besonders produktiven Kreisen statt. Großstädte wie Wolfsburg, Berlin, Ingolstadt, Köln, Frankfurt am Main, Hannover, aber auch innovative Landkreise können die verbesserte digitale Infrastruktur in wirtschaftlichen Mehrwert umwandeln. Hier trifft der Netzausbau auf eine gute wirtschaftliche Ausgangslage und kann bestehende Stärken als Booster von Innovationen weiter befeuern.

Regionen in ganz Deutschland gewinnen an Wertschöpfung, Innovationen und Standortattraktivität

Alle Regionen in Deutschland profitieren vom Netzausbau, allerdings in unterschiedlichem Maße. **Die Großstädte können aufgrund ihrer guten Ausgangsbedingungen den Digitalimpuls am besten nutzen**. Im Durchschnitt erreichen sie im IID.2023 fast zwei Indexpunkte (entspricht zehn Prozent) mehr als mittlere Städte oder ländlichere Regionen. **Dafür konnten ländlichere Kreise gegenüber mittleren Städten vor allem wirtschaftlich vom Netzausbau profitieren**. Sie weisen im Durchschnitt um fast 50 Prozent höhere Produktivitätsgewinne auf als mittlere Städte. Zentrale, bevölkerungsreiche und wachsende Kreise wiederum verzeichnen die höchsten Zugewinne bei Publikationen und Patenten. Die Standortattraktivität für qualifizierte Arbeitskräfte steigt in Kreisen mit gutem Netzausbau relativ unabhängig von der Bevölkerungsgröße.

¹ Berechnet auf Grundlage von Destatis (2022): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktberechnung, Detaillierte Jahresergebnisse.

1 Einleitung

Kaum eine Technologie prägt unseren Alltag so sehr wie die Kommunikationsinfrastruktur und ist dennoch so selten sichtbar. Im Vergleich zu Anwendungstechnologien wie Smartphones oder KI-gestützter Software macht die Netzinfrastruktur als Basistechnologie weit weniger große Schlagzeilen. Damit digitale Lösungen von der Idee in die Praxis gelangen und unser Leben verbessern können, benötigen sie jedoch die richtigen Ausgangsbedingungen. Entscheidend dabei ist eine leistungsstarke, zuverlässige und belastbare Netzinfrastruktur. Sie bietet die technische Grundlage für den Einsatz innovativer Technologien und die reibungslose, ortsungebundene Kommunikation mit anderen Menschen. Genau diese intensive (soziale) Vernetzung hat sich zu einer Grundvoraussetzung für das Funktionieren unserer Gesellschaft entwickelt. Ohne eine geeignete Netzinfrastruktur wäre ein solcher Vernetzungsgrad undenkbar. Wer nicht auf die Netzinfrastruktur schaut, übersieht damit einen essenziellen Schlüssel für ein smarteres, besseres Leben.

Als zentraler Enabler unserer Informationsgesellschaft ist es die Netzinfrastruktur, die Menschen miteinander vernetzt, technische Grundlagen bietet, Innovationen vorantreibt und damit Wohlstand schafft. Insbesondere in Zeiten größerer Krisen zeigt sich deshalb die Bedeutung einer guten Netzinfrastruktur. So ermöglichte die vorhandene Netzinfrastruktur den Menschen in Deutschland eine resiliente Antwort auf das Corona-Virus. Der agile Einsatz digitaler Infrastrukturen gab der Gesellschaft die Möglichkeit, Tätigkeiten und Prozesse innerhalb kürzester Zeit von Präsenz ins Digitale umzustellen. Damit hat die Netzinfrastruktur wirtschaftlichen und gesundheitlichen Schaden abgewendet. Eine gute Netzinfrastruktur fördert aber auch die Entwicklung und Umsetzung innovativer Impulse und effizientere Arbeitsprozesse. **Damit trägt die Netzinfrastruktur dazu bei, Phasen der wirtschaftlichen Schwäche zu überwinden und den Grundstein für kommendes Wirtschaftswachstum zu legen. Ein Ausbau der Netzinfrastruktur ist somit eine Investition in die Zukunft.** Um die Chancen des Netzausbaus vollständig auszuschöpfen, bedarf es dabei guter Rahmenbedingungen vor Ort. Manchen Regionen gelingt es daher besser, den digitalen Impuls in messbare Erfolge umzusetzen. Denn eine ausgewogene Wirtschaftsstruktur oder eine solide Arbeitskräftebasis verändern den wirtschaftlichen Hebeleffekt des Netzausbaus.

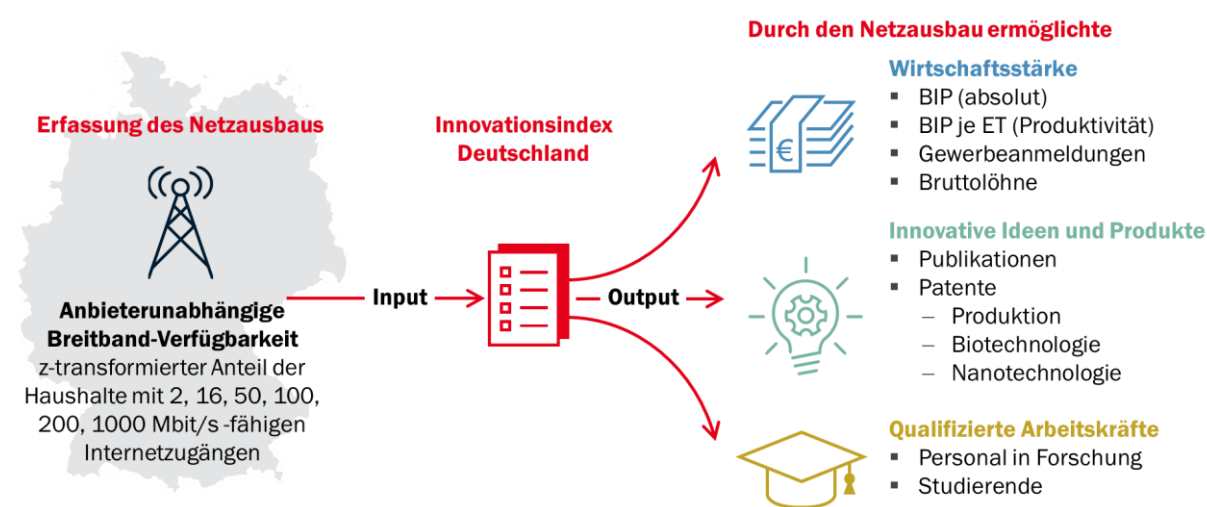
Diese Zusammenhänge beschreiben den Leitgedanken des Innovationsindex Deutschland (IID). Bereits zum zweiten Mal erscheint der IID, der jährlich die wirtschafts- und innovationstreibende Wirkung des Netzausbaus in allen deutschen Landkreisen und Städten misst. Durch diesen Index können regionale Unterschiede in der innovationsfördernden Wirkung des Netzausbaus fortlaufend erfasst und verglichen werden. Damit macht der IID die vielfältigen und positiven Wirkungen des Netzausbaus in Deutschland nachvollziehbar und empirisch fundiert sichtbar.

Übersicht zum Aufbau des IID.2023

Um die verschiedenen Wirkungen des Netzausbaus auf das Wirtschafts- und Innovationsgeschehen zu isolieren und abzubilden, nutzt der IID die Entwicklung der regionalen Breitbandverfügbarkeit (ausschließlich Festnetz) in den Haushalten als Input-Maß. Im Fokus steht hierbei der Netzausbau, das heißt die Anbindung zusätzlicher Haushalte oder die Verbesserung der verfügbaren Geschwindigkeit der bereits angebotenen Haushalte (siehe auch Kapitel 6.1.1 für eine detaillierte Beschreibung des Netzausbau-Indikators). Für die ganzheitliche Darstellung des Wirtschafts- und Innovationsgeschehens wird der Zusammenhang zwischen dem Netzausbau und einer Vielzahl an etablierten Innovationsindikatoren erfasst (siehe auch Kapitel 6.1.2). Der Gesamtindex verrechnet

deshalb Netzausbauwirkungen aus drei Teilbereichen, die wiederum die Effektgrößen der Indikatoren summieren. Die drei Teilbereiche des IID sind **Wirtschaftsstärke**, **innovative Ideen und Produkte** und **qualifizierte Arbeitskräfte**. Jeder der Teilbereiche wird durch mehrere Indikatoren gespeist (Abbildung 1). Für eine robuste Schätzung der Effekte basiert der IID auf einem Zeit- und Regionenvergleich. Der Index weist damit stabile Wirkungspfade mithilfe von Daten für alle deutschen Städte und Landkreise über einen Beobachtungszeitraum von 2010 bis maximal 2021 aus.² Dadurch können Unterschiede in örtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden und langfristige Trends sichtbar gemacht werden.

Abbildung 1: Aufbau des IID.2023 - Indikatoren



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2023

² In die Berechnung der Ergebnisse gehen Netzausbau-Daten von 2010 bis maximal 2019 ein. Denn der Netzausbau wirkt zeitverzögert auf den jeweiligen Outputindikator. Die Zeitverzögerung der Wirkungsbeziehung ist Indikator-spezifisch und beträgt ein bis maximal drei Jahre. Auf Seiten der Outputindikatoren ist der Beobachtungszeitraum durch die Verfügbarkeit regional differenzierter Daten der statistischen Ämter begrenzt. In einigen Fällen ist der aktuelle Datenrand 2020 (bspw. Wertschöpfungsindikatoren) bei anderen können Daten bis 2021 einbezogen werden. Es ergibt sich folglich ein Gesamtbeobachtungszeitraum von 2010 bis maximal 2021.

2 Gesamtindex 2023

Der Gesamtindex zeigt in einem Wert, welcher Landkreis und welche kreisfreie Stadt in Deutschland im regionalen Vergleich am stärksten vom Netzausbau, gemessen als anbieterunabhängige Breitbandverfügbarkeit der Haushalte, seit 2010 profitiert hat. Methodische Details zur Berechnung des Index sind in Kapitel 6 gegeben. Dabei können Kreise maximal 30 Punkte - zehn Punkte aus jedem der drei Teilbereiche - und minimal null Punkte erreichen. Die Analyse veranschaulicht, ausgehend von den Wirkungen auf Deutschland insgesamt, die räumliche Verteilung des Gesamtindex und beleuchtet, wer die Gewinner des Netzausbaus seit 2010 sind. Die Ergebnisse des aktuellen Index werden dabei mit denen aus dem Vorjahr verglichen. Damit wird deutlich, wer während des letzten Beobachtungsjahres am stärksten vom Netzausbau profitieren konnte.

2.1 Impuls für Deutschland: Jährliche Gesamteffekte in Deutschland

Wirtschaftsstärke – 5,3 Milliarden Euro jährlich mehr Wertschöpfung durch Netzausbau

In jedem Jahr trägt der Netzausbau durchschnittlich **5,3 Milliarden Euro zur Wirtschaftsleistung** in Deutschland – gemessen als Bruttoinlandsprodukt (BIP) - bei. Das entspricht dem Fünffachen der Ausgaben des Bundes für digitale Infrastruktur 2022.³ Über den gesamten Beobachtungszeitraum hat der Netzausbau entsprechend 42,4 Milliarden Euro zusätzliche Wertschöpfung ausgelöst. **Damit gehen knapp sieben Prozent des Wertschöpfungszuwachses der deutschen Gesamtwirtschaft zwischen 2013 und 2020 auf den Netzausbau zurück.** Der Wirtschaftseffekt durch den Netzausbau wird auf vielfältige Weise erreicht. Beispielsweise ermöglicht bzw. erleichtert eine stabile, flächendeckende und schnelle Breitbandverbindung die Etablierung und Erweiterung von internetbasierten Geschäfts- und Produktionsprozessen. Unternehmen können ihre Zugänge zu potenziellen Lieferanten und Kunden ausweiten und effizienter strukturieren.

Effizienzgewinne zeigen sich in Produktivitätszuwächsen, die durch Netzausbau erreicht werden.

- So generiert im Durchschnitt jeder Erwerbstätige in Deutschland durch den Netzausbau 107 Euro pro Jahr mehr Wertschöpfung verglichen mit einem Szenario ohne Netzausbau.

Der Produktivitätszuwachs kommt anteilig bei den Beschäftigten an.

- So erhalten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer jährlich durchschnittlich rund 32 Euro mehr Lohn. Dies entspricht einem Lohnzuwachs von insgesamt knapp 1,5 Milliarden Euro jährlich.

Der Netzausbau ist nicht nur für bestehende Unternehmen wichtig. Er sorgt auch für einen lebendigeren Wettbewerb, indem Neugründungen, insbesondere von Unternehmen mit internetbasierten Geschäftsmodellen, möglich werden.

- So lassen sich jährlich rund 6.000 Gewerbeanmeldungen in Deutschland direkt auf den Netzausbau zurückführen.

³ Bundeshaushalt (2022): Ausgaben des Bundes für digitale Infrastruktur 2022. Berechnung des Durchschnittswerts auf Grundlage des Untersuchungszeitraums dieser Studie 2013 bis 2020.

Innovative Ideen und Produkte – Tausende zusätzliche Publikationen und Patente geben Wissensimpuls

Der Netzausbau trägt maßgeblich zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für Forschende und Unternehmen in den Kreisen und kreisfreien Städten Deutschlands bei. Eine gut ausgebaute Netzinfrastruktur bildet die Grundlage für die Entwicklung und die flächendeckende Verbreitung neuer technologiegetriebener Ideen und Produkte. Erfolgreiche Forschungsaktivitäten können durch die Zahl wissenschaftlicher Publikationen oder die Anmeldung von Patenten abgebildet werden. Durch den Netzausbau werden in Deutschland insgesamt mehr national und international relevante wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht. Ein höherer Forschungsoutput durch Netzausbau zeigt sich zudem in zusätzlichen Patenten in verschiedenen digitalen Themenfeldern. **Konkret werden in Deutschland jährlich insgesamt gut 2.000 Publikationen mehr veröffentlicht und rund 700 Patente (rund 7 Prozent aller Patente in den betrachteten Bereichen) mehr angemeldet, als es ohne Netzausbau der Fall gewesen wäre.**

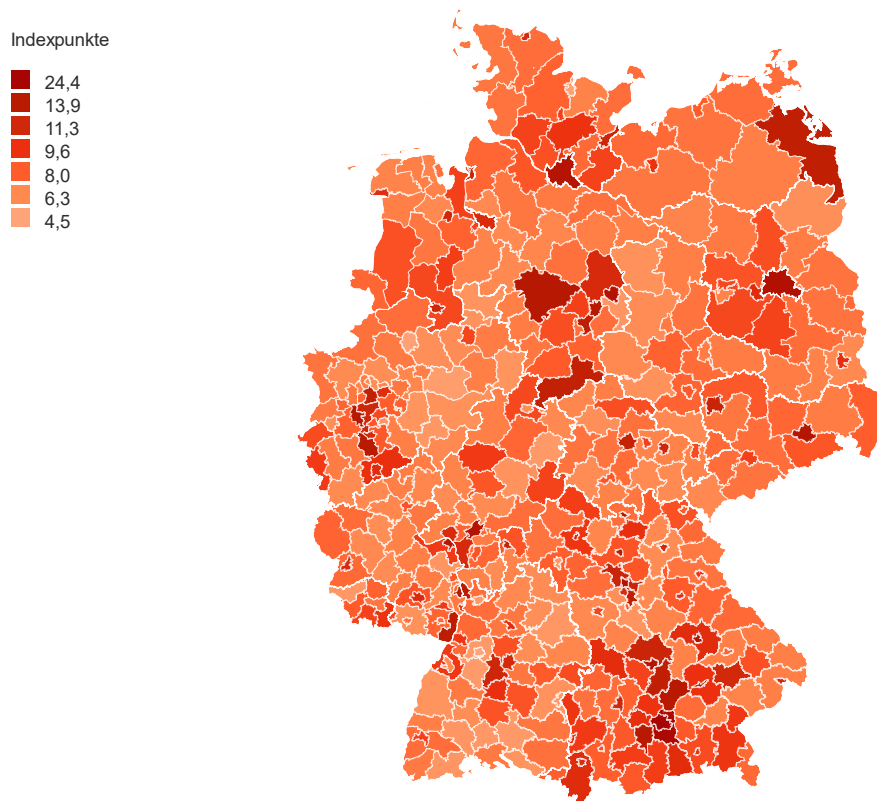
Qualifizierte Arbeitskräfte - Gutes Netz als Grundvoraussetzung bei der Standortwahl

Der Netzausbau bildet auch die Grundvoraussetzung für die Anwerbung sowie die Aus- und Weiterbildung qualifizierter Arbeitskräfte. Die Entwicklung neuer Ideen und die Nutzung bestehender Technologien sind ein wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Digitalisierung. Dafür nötig ist qualifiziertes Personal – sowohl heute als auch zukünftig. **Pro Jahr werden in Kreisen mit überdurchschnittlichem Netzausbau 2.000 zusätzliche Personalstellen in Forschung und Entwicklung geschaffen.** Zudem generieren Kreise mit einem überdurchschnittlichen Netzausbau attraktive Rahmenbedingungen für Studierende. **Rund 10.000 zusätzliche Studierende jährlich nehmen ihr Studium in Kreisen mit hohem Netzausbau auf, weil ihnen hier geeignete Rahmenbedingungen bereitgestellt werden.** Forschende und Studierende profitieren dabei von digitalen Angeboten, die beispielsweise mobiles Arbeiten und Lernen ermöglichen oder vereinfachen.

2.2 Spitzenreiter und Schlusslichter 2023

Auf Ebene der Landkreise und kreisfreien Städte zeigt sich, dass die Regionen die Chancen des Netzausbau unterschiedlich für sich zu nutzen wissen. Zum einen weisen das Ausmaß und die Geschwindigkeit des Netzausbau ausgeprägte regionale Unterschiede auf. Zum anderen ist entscheidend, wie der Ausbau vor Ort in messbare Erfolge überführt wird. Die Karte des Gesamtindex 2023 vermittelt das heterogene Bild der Gesamteffekte des Netzausbau (Abbildung 2).

Abbildung 2: Gesamtindex der Wirkungsstärke des Netzausbaus in Deutschlands Regionen



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos/ 23degrees 2023

Gewinner des Netzausbaus sind über ganz Deutschland verstreut (Tabelle 1). Neben den Landeshauptstädten München und Dresden, den Stadtstaaten Hamburg und Berlin und der Großstadt Frankfurt am Main haben städtische Kreise wie Erlangen, Wolfsburg, Regensburg und Ingolstadt überdurchschnittlich stark vom Netzausbau seit 2010 profitiert. Am Ende der Rangliste stehen neben den kreisfreien Großstädten Pforzheim, Münster und Kiel auch weniger dicht besiedelte Kreise aus verschiedenen Regionen Deutschlands. Zu beachten ist, dass auch die Kreise am Ende der Rangliste ihr Netz ausgebaut und davon profitiert haben. Allerdings profitierten diese Kreise unterdurchschnittlich stark.

Trotz des heterogenen Bildes lassen sich verschiedene Charakteristika ausmachen, die eine Clusterung der erfolgreichen Landkreise und kreisfreien Städte erlauben und damit die Erfolgsfaktoren der Gewinner des Netzausbaus in Deutschland seit 2010 aufzeigen.

Mit 42 der 100 Top-Kreise profitiert Bayern am stärksten vom Netzausbau der letzten Jahre

Ein Großteil der Landkreise und kreisfreien Städte, die am stärksten vom Netzausbau profitiert haben, liegt in Bayern. **42 der 100 Kreise mit der höchsten Punktezahl im Gesamtindex liegen in Südosten der Republik.** Ein Grund für das gute Abschneiden der bayerischen Regionen ist die Ausgangssituation. Der Gesamtindex berücksichtigt im Wesentlichen den relativen *Netzausbau ab 2010*. Vor allem in den ländlichen Regionen in Bayern wurde der Netzausbau genau im Beobachtungszeitraum – und damit später als in einigen anderen Bundesländern – flächendeckend

vorangetrieben. Entsprechend kommt Bayern der Nutzen dieses Ausbaus vollständig im Ergebnis zugute. Zudem wurde das Netz in Bayern seit 2010 kontinuierlich und stärker als im deutschen Durchschnitt ausgebaut. So war das Netz 2018 in Bayern so gut ausgebaut wie sonst nur in den Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen sowie in Schleswig-Holstein und im Saarland.

Tabelle 1: Rangliste des Gesamtindex, Landkreise und kreisfreie Städte in Deutschland

Rang 1-10 (links) und Ränge 400-391 (rechts)

Rang	Landkreis/ Kreisfreie Stadt	Indexwert	BL	Rang	Landkreis/ Kreisfreie Stadt	Indexwert	BL
1	München, Landeshauptstadt	24,4	BY	400	Pforzheim, Stadt	4,5	BW
2	Landkreis München	21,9	BY	399	Münster, Stadt	4,7	NRW
3	Berlin, Stadt	18,4	BE	398	Kiel, Landeshauptstadt	4,8	SH
4	Erlangen, Stadt	18,2	BY	397	Soest	5,0	NRW
5	Wolfsburg, Stadt	18,1	NS	396	Calw	5,1	BW
6	Ingolstadt, Stadt	17,7	BY	395	Heidelberg, Stadt	5,2	BW
7	Regensburg, Stadt	17,4	BY	394	Enzkreis	5,2	BW
8	Hamburg, Freie u. Hansestadt	17,3	HH	393	Hersfeld-Rotenburg	5,2	HE
9	Frankfurt am Main, Stadt	17,2	HE	392	Sigmaringen	5,2	BW
10	Dresden, Stadt	16,2	SA	391	Ulm, Universitätsstadt	5,2	BW

Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2023

Legende: BE = Berlin, BW = Baden-Württemberg, BY = Bayern, HE = Hessen, HH = Hamburg, NRW = Nordrhein-Westfalen, NS = Niedersachsen, SA = Sachsen, SH = Schleswig-Holstein

Stillstand gleich Rückschritt – einige Kreise in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen ohne kontinuierlichen Ausbau

Dagegen haben einige Landkreise und kreisfreie Städte in Sachsen-Anhalt, Thüringen, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg deutlich schwächer vom Netzausbau seit 2010 profitiert. In den beiden westdeutschen Bundesländern ist dies vor allem darauf zurückzuführen, dass in diesen beiden Regionen der **Netzausbau bereits vor 2010** flächendeckend vorangetrieben wurde. **In der untersuchten Periode seit 2010 fiel der Ausbau in Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen in einigen Kreisen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt aber unterdurchschnittlich aus.** Andere Bundesländer konnten sich durch einen kontinuierlichen Ausbau einen größeren Anteil der Innovationseffekte und damit die vorderen Plätze im IID.2023 sichern. Gleichwohl deuten die Ergebnisse ebenfalls darauf hin, dass es in allen vier Bundesländern weniger gut gelungen ist, den umgesetzten Netzausbau in messbaren Erfolg zu übertragen.

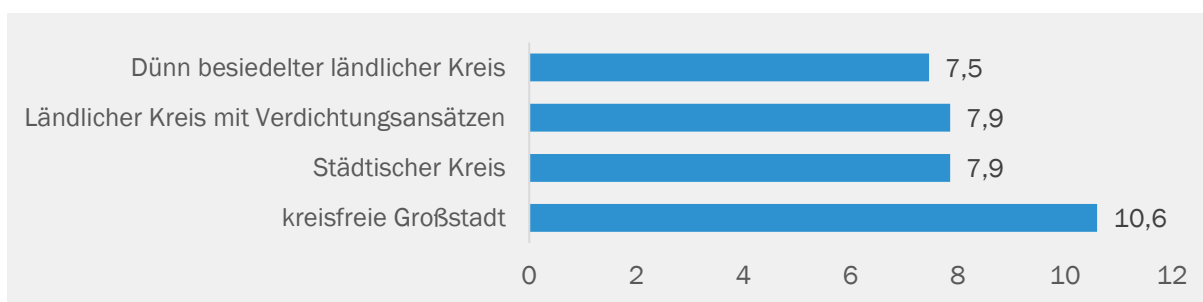
Großstädte können fast 10 Prozent mehr Nutzen aus dem Netzausbau ziehen als dünner besiedelte Kreise

Großstädte sind überdurchschnittlich häufig im Gesamtindex auf den vorderen Plätzen zu finden – sie haben entsprechend stärker ihr Netz ausgebaut und / oder konnten den Ausbau besser in messbare Erfolge übertragen. Neben den drei Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen sowie

Großstädten wie München, Frankfurt und Dresden finden sich mit Wolfsburg, Ingolstadt, Heilbronn oder Salzgitter auch einige mittelgroße Städte aus verschiedenen Bundesländern auf den vorderen Rängen des Gesamtindex. Ein Blick auf die durchschnittlich erreichte Punktzahl nach Raumtypen (Abbildung 3) ergibt: **Großstädte erzielen im Mittel fast zwei Indexpunkte mehr als dünner besiedelte Kreise. Großstädte ziehen damit etwa zehn Prozent mehr Effekt aus dem Netzausbau.**

Abbildung 3: Großstädte im Gesamtindex mit deutlichem Vorsprung

Durchschnitt der Gesamtpunkte nach Raumtyp



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos 2023

i

Infobox Regionale Clustermerkmale

Die Landkreise und kreisfreien Städte lassen sich anhand verschiedener Merkmale in Cluster einordnen. Genutzt werden im IID.2023 drei Merkmale, die in Kapitel 6.2 im Detail beschrieben werden:

- Der **siedlungsstrukturelle Kreistyp** umfasst die vier Kategorien „Dünn besiedelter ländlicher Kreis“, „Ländlicher Kreis mit Verdichtungsansätzen“, „Städtischer Kreis“ und „Kreisfreie Großstadt“. Der siedlungsstrukturelle Kreistyp wird insbesondere anhand der Einwohnerdichte ermittelt.
- Der **Demografiety** umfasst die fünf Kategorien „überdurchschnittlich schrumpfend“, „schrumpfend“, „keine eindeutige Entwicklungsrichtung“, „wachsend“ und „überdurchschnittlich wachsend“. Der Demografiety ordnet Kreise anhand ihrer Bevölkerungsentwicklung der vergangenen fünf Jahre ein.
- Der **Lagety** umfasst die vier Kategorien „sehr peripher“, „peripher“, „zentral“ und „sehr zentral“. Der Lagety bewertet die „erreichbare Tagesbevölkerung“.

Bevölkerungswachstum befördert Netzausbau – und umgekehrt

Ob Netzausbau betrieben wird, ist eng mit der Bevölkerungsentwicklung verbunden (siehe Infobox Regionale Clustermerkmale). In einem Landkreis mit rückläufiger Bevölkerungszahl verläuft der Ausbau in der Regel unterdurchschnittlich, in Landkreisen mit wachsender Bevölkerungszahl überdurchschnittlich. **Entsprechend ist der messbare Erfolg des Netzausbaus in Kreisen mit einer**

wachsenden Bevölkerungszahl im Durchschnitt deutlich stärker ausgeprägt. Gleichzeitig machen sich Kreise mit einer guten Netzinfrastruktur attraktiv für einen Zuzug von Fachkräften und Unternehmen.

Periphere und ländliche Kreise profitieren weniger vom Netzausbau

Ein städtischer Kreis muss nicht durch eine zentrale Lage gekennzeichnet sein. Die Lage eines Kreises - berechnet durch die erreichbare Tagesbevölkerung der Gemeinden innerhalb der Kreisgrenzen - ist im Rheinland aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte immer „sehr zentral“, unabhängig von der Bevölkerungszahl im Kreis. Andersherum ist ein Kreis im Nordosten Mecklenburg-Vorpommerns „sehr peripher“ aufgrund der geringen erreichbaren Tagesbevölkerung. So gibt es einerseits einige ländliche Kreise mit zentraler Lage wie beispielsweise die Landkreise Marburg-Biedenkopf, Bad-Tölz-Wolfratshausen oder den Hohenlohekreis. Andererseits weisen verschiedene städtische Kreise eine periphere Lage auf. Hierzu zählen etwa die städtischen Kreise Wilhelmshaven, Tuttlingen oder Greiz. **Insgesamt zeigt sich, dass sehr periphere und periphere Kreise deutlich schwächer vom Netzausbau profitiert haben als zentral gelegene Kreise.** Dies legt nahe, dass der Netzausbau insbesondere dort vorangetrieben und wirtschaftlich genutzt wurde, wo die Zahl der in Reichweite lebenden Bevölkerung - sei es als Kunden oder als Arbeitnehmer - hoch ist.

2.3 Aufsteiger & Absteiger 2023

Der Vergleich der Indexpunkte zwischen dem IID.2023 und IID.2022 zeigt: Einige Landkreise und kreisfreie Städte konnten die Chancen des Netzausbaus besonders gut nutzen. In anderen Regionen hingegen dominiert das Aufholpotenzial (Abbildung 4).⁴

Die Region München nutzte zuletzt am besten die Chancen des Netzausbaus

Im Vergleich zum Vorjahr konnten insbesondere Kreise in Bayern und Mitteldeutschland ihre Position stärken. **Bayerische Kreise wie die Landeshauptstadt München und der Landkreis München, und Kreise im Herzen Deutschlands wie Erfurt, der Burgenlandkreis oder der Wartburgkreis, aber auch Hannover, konnten deutliche Punktgewinne erzielen.** Diese und weitere Kreise haben *im letzten Beobachtungsjahr* einen deutlich überdurchschnittlichen Netzausbau betrieben und können ihr zum Teil bereits weit über dem Mittel liegenden Ausbaugrad der Netzinfrastruktur weiter erhöhen.

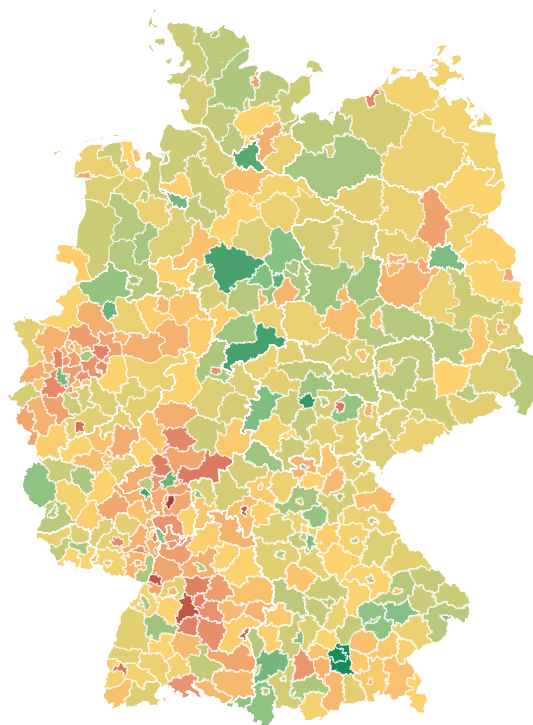
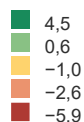
Teile Nordrhein-Westfalens, Hessens und Baden-Württembergs (unter den schwächsten zehn Profiteuren sind sechs baden-württembergische Regionen) fallen jedoch im Index weiter zurück. So findet sich keine Region Baden-Württembergs und Nordrhein-Westfalens unter den stärksten Profiteuren. Ausnahmen sind Düsseldorf und Köln unter den Top-20. **Gerade für innovative Universitätsstädte wie Darmstadt, Karlsruhe und Ulm sind Punktverluste im Vergleich zum Vorjahr zu beobachten.** Dies ist vor allem einem relativ schwachen Ausbau im letzten Beobachtungsjahr geschuldet. Dieser ist in der Mehrheit der Fälle auf ein bereits bestehendes sehr gutes Ausgangsniveau der Netzinfrastruktur im Vergleich zum deutschen Durchschnitt zurückzuführen, wirkt im IID.2023 aber dennoch dämpfend.

⁴ Für den IID.2022 wurde keine Rangliste des Gesamtindex gebildet, sondern Cluster aus Landkreisen und kreisfreien Städten gebildet. Für den IID.2023 wurden deshalb kleinere methodische Anpassungen vorgenommen. Um trotzdem Ergebnisse des IID.2023 mit denen des IID.2022 vergleichen zu können, wurde eine Rangliste für den IID.2022 mit der Methodik des IID.2023 nachberechnet. In diesem Abschnitt sind diese Ergebnisse dargestellt.

Abbildung 4: Vergleich der Indexwerte 2022 und 2023

Zugewinne und Verluste in Indexpunkten

Veränderung in
Punkten



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos/ 23degrees 2023

Mainz und weitere Landeshauptstädte unter den Top-10-Aufsteigern

Unter den Großstädten können zuletzt insbesondere Landeshauptstädte deutlich profitieren. München, Erfurt, Mainz und Hamburg können mit einem Plus von zwei und mehr Indexpunkten spürbare Zugewinne in den Netzausbaueffekten erzielen. Hier wurde das Netz, ausgehend von einem bereits relativ hohen Niveau, im Beobachtungszeitraum kontinuierlich weiter ausgebaut. Gleichzeitig bieten diese Großstädte als hochinnovative Zentren mit universitärer und unternehmerischer Kompetenz herausragende Ausgangsbedingungen, um die Vorteile des Netzausbaus in die Praxis umzusetzen. Insbesondere zur Corona-Zeit konnten diese Städte ihre zentrale Bedeutung im jeweiligen Bundesland ausspielen. Gerade Mainz als Standort des Corona-Impfstoffherstellers BioNTech sticht in der Region Südwest deutlich hervor.

Auch dünner besiedelte Kreise wie der Wartburgkreis, Dingolfing-Landau, Gifhorn, Unterallgäu und Eifelkreis Bitburg-Prüm können den Netzausbau für sich nutzen. Hier hat der Netzausbau einen etwas geringeren Hebeleffekt im Vergleich zu den Großstädten. Dennoch können die dünn besiedelten Kreise deutliche Innovationseffekte aus dem Netzausbau ziehen und ihre Position um einen halben bis ganzen Punkt verbessern. Vielfach starten diese Kreise mit einem geringeren Netzinfrastrukturniveau als der deutsche Durchschnitt, ziehen jedoch mit einem deutlich überdurchschnittlichen Netzausbau im letzten Beobachtungsjahr nach.

Teilindizes: Bayrische Kreise gewinnen bei Wirtschaft und qualifizierten Arbeitskräften, Niedersachsen bei innovativen Ideen und Produkten

Ein Blick auf die Teilindizes zeigt, dass die Kreise in Deutschland den Netzausbau auf unterschiedliche Weise umzusetzen wissen. Die wirtschaftlichen Chancen – gemessen im Teilindex Wirtschaftsstärke – konnten mit fünf der zehn besten Plätze bayrische Kreise wie Freising, Nürnberg, Aschaffenburg und der Landkreis München am besten für sich nutzen. Übertroffen werden sie nur von wirtschaftlichen Magneten wie Frankfurt am Main und Düsseldorf. Am wenigsten profitierte die Wirtschaftskraft durch den Netzausbau in Stadtkreisen in Baden-Württemberg und in Nordrhein-Westfalen wie z.B. Bonn, Karlsruhe, Böblingen, Ulm oder Essen. Im Teilindex Innovative Ideen und Produkte profitierten neben dem Landkreis München insbesondere niedersächsische Regionen wie Göttingen, Hannover oder Northeim. Dagegen wirkte vor allem in hessischen Regionen wie Frankfurt am Main, Main-Kinzig-Kreis oder im Hochtaunuskreis der Netzausbau weniger stark auf das Innovationsgeschehen. Im Arbeitskräftepotenzial – gemessen am Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte – zeigt die Landeshauptstadt München den größten Sprung im Vergleich zum IID.2022. Auch weitere zentrale Städte ihres Bundeslandes wie Erfurt, Frankfurt am Main, Hamburg und die Studentenstadt Münster konnten ihre Position ausbauen. Am wenigsten stark haben die Städte Darmstadt, Böblingen, Stuttgart und Würzburg den Netzausbau zur Erhöhung ihrer Standortattraktivität nutzen können. Ein generell hohes Netzausbauniveau könnte darauf verweisen, dass für die Anziehungskraft dieser Kreise andere Faktoren als der Netzausbau eine Rolle spielen.

3 Regionen im Fokus: Wer profitiert wie vom Netzausbau?

3.1 Wirtschaftsstärke

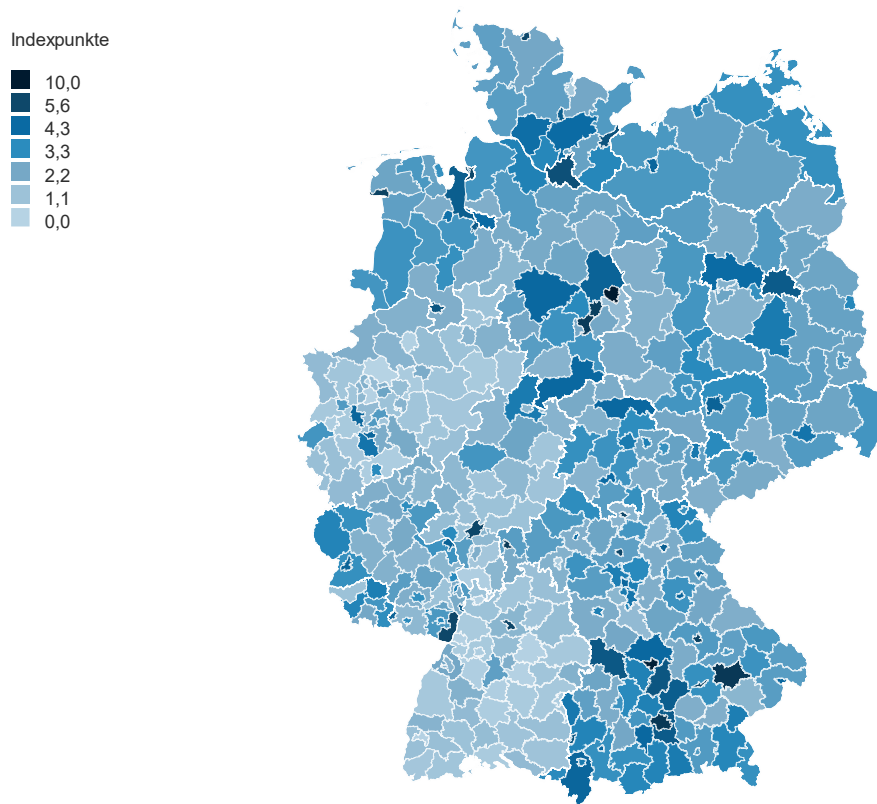
Im Teilindex Wirtschaftsstärke wird gezeigt, inwiefern Landkreise und kreisfreie Städte wirtschaftlich durch den Netzausbau hinzugewinnen. Dafür werden vier Indikatoren herangezogen: das absolute Bruttoinlandsprodukt (BIP), das BIP je Erwerbstätigen, die Zahl der Gewerbeanmeldungen und die Bruttolöhne. Diese Indikatoren repräsentieren wesentliche Aspekte der regionalen Wirtschaftsstärke. Neben dem absoluten BIP als gängiges Maß der nominalen Wirtschaftsleistung, gibt das BIP je Erwerbstätigen als Maß der Produktivität Aufschluss über netzausbau-getriebene Effizienzgewinne. Die Zahl der Gewerbeanmeldungen als Gründungsindikator spiegelt den innovativen Charakter der Wirtschaftseffekte. Zugewinne bei den Bruttolöhnen wiederum liefern wichtige Informationen dazu, ob die Netzausbauwirkung auch beim Einzelnen spürbar ankommt. Ein Kreis kann im Teilindex Wirtschaftsstärke einen Wert zwischen 0 und 10 erreichen (Kapitel 6.4). Die Stadt Wolfsburg hat durch den Netzausbau den größten wirtschaftlichen Zugewinn und erzielt damit 10 Punkte im Teilindex. Recklinghausen, der Kreis mit dem niedrigsten wirtschaftlichen Zugewinn durch den Netzausbau erhält den Wert 0.

Sowohl in Großstädten als auch in ländlichen Räumen steigert der Netzausbau die Wirtschaftsleistung

Betrachtet man die Gewinner im Teilindex Wirtschaftsstärke zeigen sich zwei Muster: Auf der einen Seite können vor allem deutsche Großstädte wirtschaftlich hinzugewinnen (Abbildung 5). Diese bereits vor dem Netzausbau leistungsfähigen Städte können ihre Wertschöpfung und Produktivität zusätzlich stützen. Auf der anderen Seite profitieren aber auch ländliche Räume wirtschaftlich vom Netzausbau, da dieser beispielsweise mobiles Arbeiten in diesen Räumen möglich macht bzw. verbessert und Investitionen anlockt. **Der Netzausbau unterstützt mit diesen Effekten die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands in der Breite.**

Die Ergebnisse des Teilindex Wirtschaftsstärke legen nahe, dass durch den Netzausbau Synergieeffekte über angrenzende Kreise entstehen. So zeigt sich eine räumliche Konzentration von Kreisen, die den Netzausbau in wirtschaftlichen Mehrwert umwandeln können. Cluster von Kreisen mit hohen Punktzahlen im Teilindex gruppieren sich etwa in Oberbayern, der Region zwischen Hannover und Wolfsburg und um Hamburg, Berlin und Bremen. Ergänzend dazu stechen die kreisfreien Großstädte in Bayern im Teilindex mit guten Ergebnissen hervor. Das bedeutet, dass gerade im Umfeld von wirtschaftlich relevanten Zentren können angrenzende Kreise durch einen Netzausbau an einem Aufschwung mitgewinnen. Ein plausibler Wirkungspfad ist etwa die erhöhte Attraktivität der Vororte. Durch eine gute Netzinfrastruktur verringert sich die Notwendigkeit zum Pendeln und auch etwas weniger zentrale Regionen kommen als Wohn- und Lebensort in Betracht.

Abbildung 5: Effekt des Netzausbaus auf die Wirtschaftsstärke



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos/ 23degrees 2023

Der Einfluss des Netzausbaus auf die Wirtschaftsstärke ist in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg am geringsten. Niedrige Werte gerade im wirtschaftlich starken Südwesten sind erst einmal überraschend. Die Netzausbau-Daten zeigen jedoch, dass Baden-Württemberg bereits vor dem Beobachtungszeitraum stark ausgebaut hat und im Verlauf etwas weniger als der deutsche Durchschnitt ausbaut.

Spitzenreiter nutzen Netzausbau als Produktivitätsbooster

Eine Gruppe an Spitzenreiter-Kreisen schneidet im Teilindex Wirtschaftsstärke besonders stark ab. **So vereinen die fünfzig vordersten Plätze gemeinsam über die Hälfte des netzausbau-getriebenen Wirtschaftswachstums und fast 50 Prozent der Produktivitätsgewinne auf sich.** Sie können vielfach auf eine gute wirtschaftliche Ausgangslage aufbauen, um mit dem Netzausbau den Turbo zu zünden. Neben Wolfsburg zeigen sich in den kreisfreien Großstädten Ingolstadt und München sowie im Landkreis Dingolfing-Landau besonders starke wirtschaftliche Effekte des Netzausbaus. Damit setzen sie sich von der Mehrheit der Kreise ab, die deutlich geringere Effekte erzielen kann. Auch in diesen Kreisen gibt es wirtschaftliche Effekte durch den Netzausbau, diese fallen jedoch etwas geringer aus. Beispielsweise steigen die Löhne im Kreis Nordfriesland, der im Teilindex Wirtschaftsstärke einen Wert von 2,5 erzielt, durch den Netzausbau an. Der Effekt des Netzausbaus auf die Löhne in Wolfsburg ist aber über viermal höher als im Kreis Nordfriesland.

Die Großstädte Wolfsburg und Ingolstadt, die Spitzenreiter im Teilindex Wirtschaftsstärke, haben wirtschaftlich eine starke Präsenz der Automobilindustrie, die auch in Dingolfing-Landau und der Landeshauptstadt München ein hochrelevanter Wirtschaftsbereich ist. Zusätzlich gehören Wolfsburg und Ingolstadt im Betrachtungszeitraum von 2010 bis 2020 zu den Kreisen mit dem stärksten Wachstum der nominalen Wirtschaftsleistung und der Produktivität – der Netzausbau hat hier also hervorragende Ausgangsbedingung weiter verstärkt. Diese Wirkung zieht sich aber nicht durch alle Spitzenplätze im Teilindex durch, so gehören der genannte Landkreis Dingolfing-Landau und die kreisfreie Großstadt Aschaffenburg zur weniger stark wachsenden Hälfte der deutschen Kreise (bezogen auf das BIP). Durch einen überdurchschnittlichen Netzausbau im Betrachtungszeitraum können sie aber die Effekte des Netzausbaus stärker nutzen und so einen Spitzenplatz im Ranking des Teilindex Wirtschaftsstärke erzielen.

Deutliche Lohnzuwächse für Arbeitnehmer durch Netzausbau

In den im Teilindex Wirtschaftsstärke gut abschneidenden Kreisen setzt sich der Netzausbau besonders gut in höhere Wirtschaftsleistung und Produktivität um. In diesen Indikatoren können die hoch platzierten Kreise wesentlich stärker vom Netzausbau profitieren als der deutsche Durchschnitt. Dieser Effekt ist bei den Gewerbeanmeldungen und den Bruttolöhnen nicht so stark ausgeprägt. Die durch den Netzausbau induzierten Zugewinne bei Gewerbeanmeldungen und Bruttolöhnen sind stärker gleichverteilt. Deutlicher wird das in einer beispielhaften Betrachtung von Kreisen: Die Stadt Ingolstadt ist mit 9,3 Punkten im Teilindex Wirtschaftsstärke in der Spitzengruppe, der Landkreis Vorpommern-Rügen erzielt mit 2,2 Punkten ein durchschnittliches Ergebnis. Während der Effekt des Netzausbaus auf die Produktivität in Ingolstadt knapp achtmal höher als in Vorpommern-Rügen liegt, ist der Effekt des Netzausbaus auf die Bruttolöhne nur viermal höher. Vorpommern-Rügen kann durch den Netzausbau also relativ zu Ingolstadt stärker bei den Löhnen als bei der Produktivität profitieren.

3.2 Innovative Ideen und Produkte

Eine gute Netzinfrastruktur ist von grundlegender Bedeutung, um innovative Ideen und Produkte im Bereich neuer technologiegetriebener Entwicklungen zu fördern. Mit zunehmendem Netzausbau steigen die Wissensproduktion und die Umsetzung von Wissen in ökonomisch relevante Innovationen. Dies wird im IID.2023 durch die Publikationsaktivität der Wissenschaft und die Patentanmeldungen der Unternehmen in einigen besonders an die innovative Wertschöpfung gekoppelten Themenfeldern operationalisiert. Der Teilindex innovative Ideen und Produkte verrechnet die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen sowie die Zahl der Patentanmeldungen in ausgewählten technologienahen Themenfeldern (Produktion, Biotechnologie und Nanotechnologie). Die Innovationswirkung in den Kreisen wird mit ebenfalls mit einem Wert zwischen 0 und 10 gemessen (Kapitel 6.4). Beispielsweise hat die Stadt München durch den Netzausbau den größten Zugewinn an innovativen Ideen und Produkten und erzielt damit 10 Punkte im Teilindex. Der Landkreis Stendal hat durch den Netzausbau den niedrigsten Zugewinn an innovativen Ideen und Produkten und erhält daher den Wert 0.

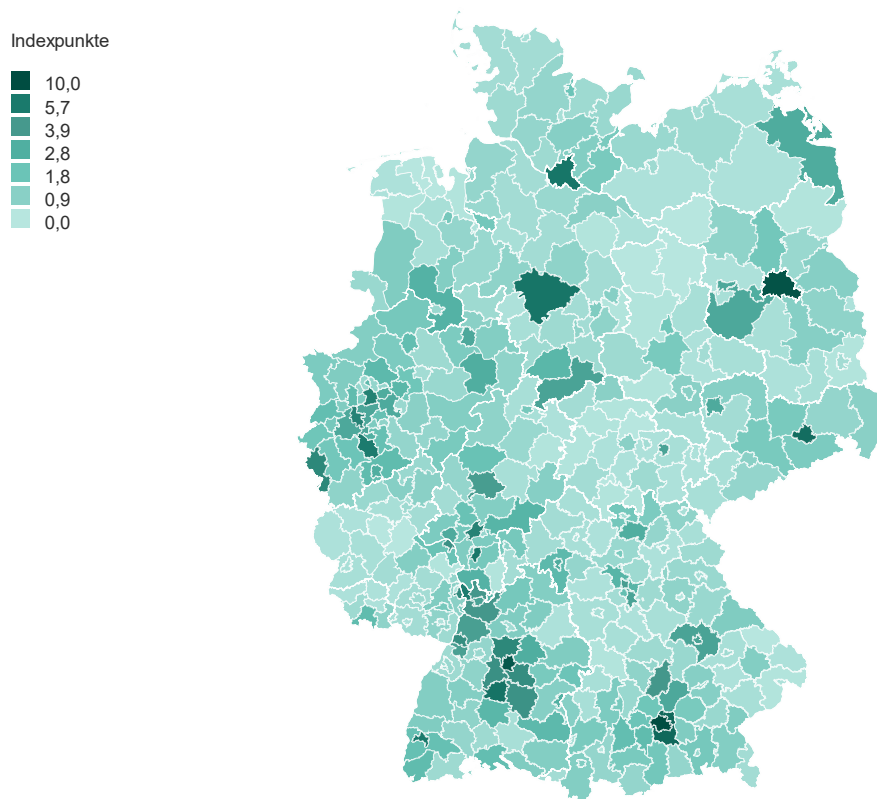
Netzgetriebene Innovationen kommen aus den Großstädten und wachsenden Kreisen

Im Ergebnis des Teilindex schneiden die innovativen Zentren München, Berlin und Stuttgart mit Abstand am besten ab (Abbildung 6). Auch der Landkreis München und die Stadt Dresden gehören zu den Kreisen, deren Innovationskraft am stärksten durch den Netzausbau zugelegt hat. Zusätzlich zeigt sich, dass demografisch relativ zur gesamtdeutschen Entwicklung aufstrebende Kreise im Teilindex besonders stark abschneiden. **Je stärker ein Kreis in der Vergangenheit gewachsen**

ist, desto mehr kann dieser Kreis Netzausbau in innovative Ideen und Produkte umsetzen. Der Zuzug neuer Köpfe mit frischen Ideen bietet hier gute Voraussetzungen für die Vernetzungswirkung der technischen Infrastruktur. Sehr stark schrumpfende Kreise können im Teilindex hingegen kaum vom Netzausbau profitieren.

In diesem Teilindex findet sich eine klare Stadt-Land-Differenz. **Neue Publikationen und Patente werden dort erarbeitet, wo bereits publizierende Universitäten und patentierende Unternehmen ansässig sind.** Kreise ohne vorherige Publikations- oder Patentaktivität gewinnen auch durch einen Netzausbau nicht an innovativen Ideen und Produkten hinzu. Deshalb finden sich im Teilindex auch kaum größere regionale Cluster. Lediglich im Großraum Stuttgart, im Rhein-Neckar- und Rhein-Main-Gebiet sowie im Rhein-Ruhr-Raum zwischen Essen, Düsseldorf, Aachen und Köln zeigen sich regionale Häufungen von stark überdurchschnittlich abscheidenden Kreisen. Grund dafür ist vor allem die regionale Häufung von städtischen Räumen in diesen Gebieten.

Abbildung 6: Effekt des Netzausbaus auf innovative Ideen und Produkte



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos/ 23degrees 2023

Etablierte Forschungsstandorte haben stärkste Innovationseffekte

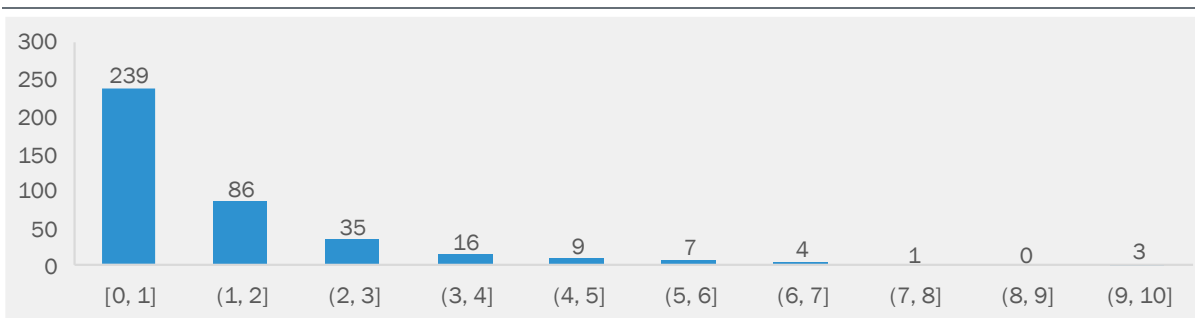
Im Teilindex innovative Ideen und Produkte erzielen insbesondere bestehende Forschungsstandorte in kreisfreien Großstädten und städtischen Kreisen hohe Punktzahlen. Die Top-Kreise gehören zudem zu den bevölkerungsstärksten Kreisen in Deutschland. Mit Berlin und München finden sich die größte und drittgrößte Stadt Deutschlands auf den Spitzenplätzen. Auch die Großstädte

Hamburg und Köln liegen im Teilindex mit den Plätzen acht und elf auf den vorderen Rängen. Es finden sich aber auch kleinere Großstädte, die durch eine lebendige akademische Kultur geprägt werden, im vorderen Drittel, etwa die Universitätsstädte Tübingen, Darmstadt und Freiburg. **Damit ist die Digitalisierung in Bezug auf die Innovationskraft ein Booster bestehender Tendenzen – es profitieren Kreise, die bereits eine hohe innovative Kapazität haben.**

Im Ergebnis fokussieren sich die positiven Effekte des Netzausbaus im Teilindex Innovative Ideen und Produkte auf wenige Kreise (Abbildung 7). Über die Hälfte der Kreise erzielt im Teilindex einen Wert zwischen 0 und 1 Punkten und nur 15 Kreise erzielen überhaupt mehr als 5 Punkte.

Abbildung 7: Histogramm im Teilindex Innovative Ideen und Produkte

Sortierung der Landkreise und kreisfreien Städte nach Punkten im Teilindex Innovative Ideen und Produkte



Quelle: Eigene Berechnungen

© Prognos 2023

Kleine Städte können vorwiegend Wissenschaft stärken

Anhand der Punktezusammensetzung der Indikatoren lässt sich ablesen, dass die Spitzenreiter im Teilindex innovative Ideen und Produkte recht ausgeglichen hinzugewinnen. Die Innovationskraft in den Kreisen profitiert also über die gesamte Breite der untersuchten Publikations- und Patentbereiche. In diesen Kreisen zeigt sich, dass die Universitäten und patentierenden Unternehmen in vielen technologischen Bereichen aktiv publizieren und patentieren. Das ermöglicht dem Netzausbau, an bestehenden Strukturen „anzudocken“ und diese weiter zu fördern.

Im Gegensatz dazu zeigt sich in den dünner besiedelten Kreisen kaum ein Effekt des Netzausbaus auf die Patenttätigkeit. Hier startet die Patentaktivität von einem eher geringen bzw. nicht diversifizierten Niveau. Dadurch hat der Netzausbau keine Möglichkeit, bestehende Tendenzen zu verstärken. **Dafür profitieren kleinere Städte vor allem durch eine verstärkte wissenschaftliche Publikationstätigkeit im Allgemeinen.** Die bestehende, wenn auch im Vergleich zu den Großstädten geringer ausgeprägte, wissenschaftliche Publikationstätigkeit in diesen Kreisen kann durch einen Netzausbau erfolgreich gestärkt werden.

3.3 Qualifizierte Arbeitskräfte

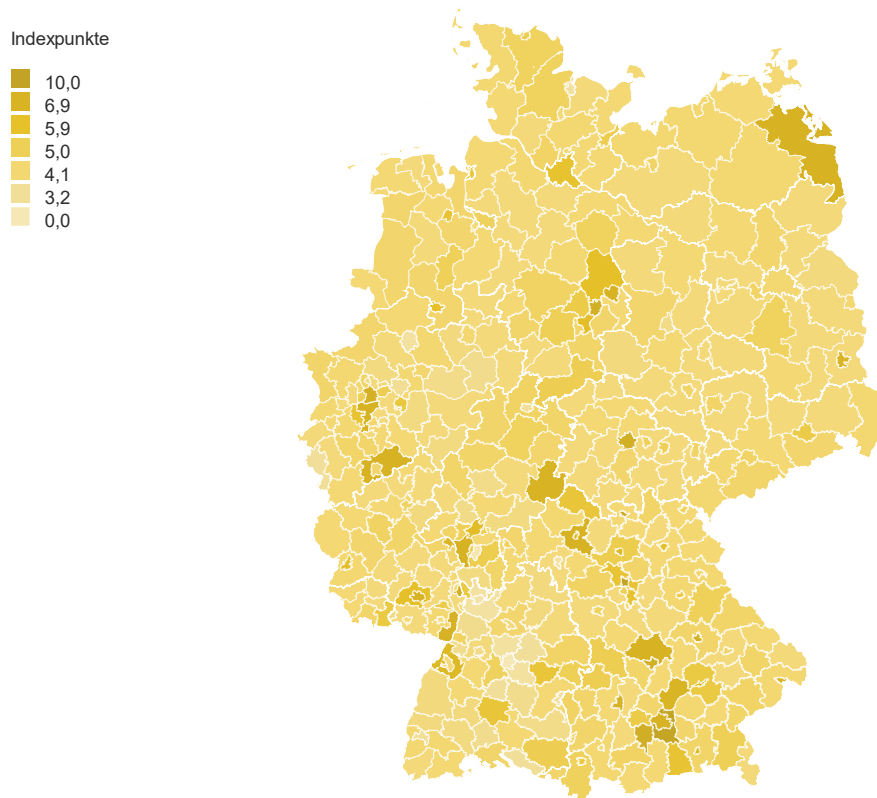
Der Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte weist die Netzausbauwirkung auf das aktuelle und zukünftige Arbeitskräftepotenzial aus. Dafür werden zwei zentrale Indikatoren herangezogen: die Zahl der Personalstellen in Forschung und Entwicklung (FuE) und die Zahl der Studierenden. Mit der Wirkung auf die Zahl der FuE-Stellen wird der aktive Beitrag des Netzausbaus zur Ansiedlung hochinnovativer Beschäftigung dargestellt. Wissensintensive Wirtschaftszweige brauchen diese

intelligenten Köpfe, um die Umsetzung neuer Ideen voranzutreiben. Eine hohe Zahl an FuE-Stellen weist auf ein etabliertes hochqualifiziertes Arbeitskräftepotenzial, das die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der ansässigen Branchen stärken kann. Auch im Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte werden die Innovationseffekte auf einer Skala von 0 bis 10 gemessen (Kapitel 6.4). Den größten Zugewinn über den Beobachtungszeitraum zeigt die Stadt Erlangen mit 10 Punkten. Den niedrigsten netzgetriebenen Arbeitskräfteeffekt hat Stuttgart mit 0 Punkten.

Verbesserung der Standortattraktivität durch Netzausbau

Die Auswertung des Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte zeigt, dass ein höherer Netzausbau das lokale Arbeitskräftepotenzial im ausbauenden Kreis steigert. Ein Wirkungspfad ist die höhere Standortattraktivität des ausbauenden Kreises. **Eine gute Netzinfrastruktur ist eine wichtige Größe bei der Standortwahl und bedeutet in der Folge den Zuzug von Studierenden und die Ansiedlung von innovativen Unternehmen.** Im Index landen vor allem mittelgroße Städte und städtische Kreise vorn (Abbildung 8). Neben dem Spitzenreiter Erlangen liegen die Städte Coburg und Regensburg sowie die Landkreise München und Starnberg auf den vorderen Rängen des Teilindex.

Abbildung 8: Effekt des Netzausbaus auf qualifizierte Arbeitskräfte



Quelle: Eigene Darstellung

© Prognos/ 23degrees 2023

Insgesamt ist der Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte mit einem Mittelwert von 4,4 deutlich ausgewogener als die anderen beiden Teilindizes. Das bedeutet, dass sich die Effekte des Arbeitskräftepotenzials weniger auf einige wenige Gewinner-Kreise fokussieren. Als Ergebnis zeigt sich damit,

dass **Kreise mit kleinerer Bevölkerung ihre Standortattraktivität ähnlich stark, wie die großen Wachstumszentren mit einem Netzausbau steigern können.** Es gilt zu beachten, dass in vielen Kreisen Deutschlands bereits ein hohes Infrastruktur-Niveau vorhanden ist. Neben den Qualitätsunterschieden der Netzinfrastruktur spielen deshalb wohlmöglich andere Beweggründe eine noch bedeutsamere Rolle bei der Standortattraktivität.

Bayern zieht mit Netzausbau am stärksten qualifizierte Arbeitskräfte an

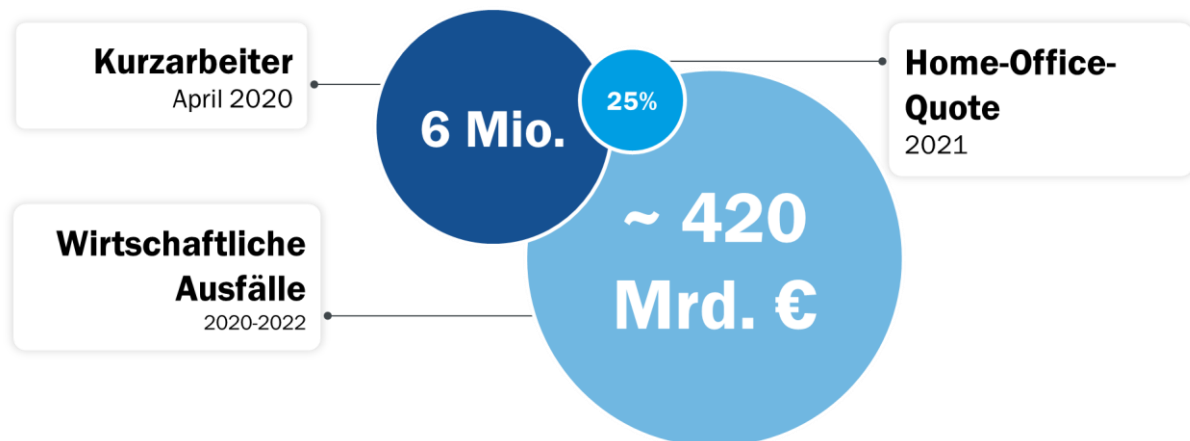
Auffällig ist, dass viele der Gewinner-Kreise des Teilindex qualifizierte Arbeitskräfte in Bayern liegen. Von den 20 Kreisen, die am stärksten vom Netzausbau profitiert haben, liegen zehn in Bayern. Dies liegt an einem flächendeckend hohen Netzausbau in Bayern im Beobachtungszeitraum. Bayern kann sich so als Gesamttraum attraktiver für FuE-Personal und Studierende aus anderen Regionen Deutschlands machen. Durch den flächendeckenden Ausbau werden netzgetriebene Arbeitskräfteeffekte nicht durch einen zeitlich versetzten Ausbau nivelliert. Viele Kreise in Baden-Württemberg hingegen weisen mit einem geringeren Netzausbau im Beobachtungszeitraum eher geringe Effekte auf und befinden sich entsprechend auf den hinteren Rängen des Teilindex.

4 Exkurs: Mit Netzausbau resilient durch Corona

Die besondere Bedeutung des Netzausbaus hat sich wohl noch nie so deutlich gezeigt wie in der Corona-Pandemie. Innerhalb weniger Wochen haben das Corona-Virus und Maßnahmen zu seiner Eindämmung unsere Gesellschaft auf den Kopf gestellt (Abbildung 9). Restriktive Maßnahmen wie Kontaktbeschränkungen, die Schließung der Gastronomie und des Einzelhandels, aber auch die allgemeine Verunsicherung belasteten das soziale und wirtschaftliche Leben gleichermaßen. Ob direkt, etwa durch Ausgangsbeschränkungen, oder indirekt, zum Beispiel durch Lieferengpässe und geringeren privaten Konsum, eine Vielzahl an Unternehmen hatte mit den Folgen der Corona-Pandemie zu kämpfen. In Folge von Teilschließungen und der wirtschaftlich unsicheren Lage nahm eine historisch beispiellose Zahl an Unternehmen die Möglichkeit der Kurzarbeit in Anspruch. In der Spitze war deshalb fast jeder Fünfte sozialversicherungspflichtig Beschäftigte – knapp 6 Millionen Menschen – in Kurzarbeit tätig.⁵ Mit einem durchschnittlichen Arbeitsausfall von 50 Prozent entsprach das einer Situation, in der auf einen Schlag drei Millionen Erwerbstätige weniger am Wirtschaftsleben teilnahmen. Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass sich der wirtschaftliche Schaden – also der Verlust an preisbereinigtem Bruttoinlandsprodukt gegenüber einer Entwicklung ohne Corona, in den Jahren 2020 bis 2022 auf 420 Milliarden Euro summiert.⁶

Abbildung 9: Ausgewählte Zahlen zum Impact der Corona-Pandemie

Personen in Kurzarbeit, BIP-Rückgang ggü. Wachstumsfortschreibung von 2019 und Erwerbstätige, die von zu Hause aus arbeiten



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Statistisches Bundesamt (2022), IW (2022) und Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023). © Prognos 2023

Die pandemie-bedingten Einschränkungen erforderten eine schnelle gesellschaftliche Reaktion und soziale Innovationen. Denn häufig konnte die „normale“, auf physischer Präsenz basierende Wertschöpfung nicht mehr stattfinden. In dieser Zeit demonstrierte Deutschland sein enormes

⁵ Bundesagentur für Arbeit (2023): Angezeigte und realisierte Kurzarbeit (Zeitreihe Monats- und Jahreszahlen). Tabellen.

⁶ IW (2023).

Innovationspotenzial. Innerhalb weniger Wochen und Monate wurden Prozesse von „vor Ort“ zu „remote“ umgestellt. Vielfach wurden vorhandene Netzinfrastrukturen für einen Fernzugriff auf Arbeitsressourcen genutzt, sodass Menschen ihrer Arbeit aus dem Home-Office nachgehen konnten. Das spiegelt sich in den Daten des statistischen Bundesamts. Hier zeigt sich fast eine Verdopplung der Home-Office-Quote von 13 Prozent im Jahr 2019 auf 25 Prozent 2021.⁷ Damit führte die Pandemie zu einem erheblichen Fortschritt bei der Digitalisierung der Gesellschaft.

Internet als Rettungsanker in der Krise

Das Internet und der technische Enabler Netzinfrastruktur nahmen in der Pandemiezeit die Rolle eines Rettungsankers ein. So konnten stärker digitalisierte Unternehmen ihre Prozesse schneller umstellen oder waren durch einen hohen Digitalisierungsgrad von den Corona-Maßnahmen weniger stark betroffen. Digitalisierte Unternehmen konnten per Home-Office ein Arbeiten trotz räumlicher Trennung ermöglichen. Insbesondere in den virus-intensiven Wintermonaten konnten Beschäftigte so trotz Kontaktbeschränkungen, Dienstreiseverboten und Lockdowns arbeitsfähig bleiben. Das Home-Office hat sich im Zuge der Pandemie als neue soziale Praxis normalisiert. So ist der Anteil der Home-Office-Nutzung kaum zurückgegangen.⁸ Auch der Online-Handel erlebte ein rasantes Wachstum in der Corona-Zeit. Viele Unternehmen mit lokal gebundener Wertschöpfung wie Restaurants konnten ihr Produkte über das Internet verkaufen und somit zumindest einen Anteil ihrer Geschäftstätigkeit erhalten. Durch Social Media und Online-Kundenpflege konnten digitalisierte Unternehmen selbst bei strikten Maßnahmen Kunden ansprechen und binden. Einige Unternehmen hatten ihr Geschäftsmodell mit digitalen Dienstleistungen und Automatisierung bereits vor dem Ausbruch der Corona-Pandemie digital aufgestellt und waren entsprechend weniger von den raumbezogenen Restriktionen betroffen. Eine frühere Digitalisierung zahlte sich somit in der Krisenzeit besonders aus.

Digitalisierung schützt die Wirtschaft: 130 Milliarden Euro vermiedener Schaden

Um die Rolle der Netzinfrastruktur und Digitalisierung in der Corona-Zeit auch quantitativ einzuordnen, kann der Effekt der Digitalisierung auf die Wirtschaftsleistung unter Berücksichtigung der Restriktionen der Corona-Maßnahmen geschätzt werden. Im Rahmen der Studie wurde deshalb mit einer Regression untersucht, ob Unternehmen und Branchen, die stärker digitalisiert waren, während der Pandemie einen geringeren Einbruch ihrer Wirtschaftsleistung erlebten. Dazu wurden Daten zum Ausmaß der Digitalisierung der Branchen sowie Daten zur Wirtschaftsleistung auf Branchenebene sowie der Oxford University Stringency Index als Maß für die Restriktionsstrenge der ergriffenen Pandemie-Maßnahmen herangezogen.

Diese Rechnung zeigt, dass im Zeitraum von 2020 bis 2022 bis zu 130 Milliarden Euro wirtschaftlicher Schaden von Deutschland durch die netzausbau-getriebene Digitalisierung abgewendet wurden. Mit anderen Worten, das BIP in Deutschland als Maß der Wirtschaftsleistung wäre ohne die Netzinfrastruktur entsprechend geringer ausgefallen. **Damit trägt die Digitalisierung genauso stark zur Abmilderung der Corona-Folgen bei wie die Wirtschaftshilfen des Bundes.** Die staatlichen Hilfen für Unternehmen in Form von Zuschüssen, Krediten, Rekapitalisierungen und Bürgschaften lagen bei insgesamt 130 Milliarden Euro.⁹ **Heruntergerechnet auf den einzelnen Beschäftigten bzw. die einzelne Beschäftigte bedeutet dies über 1.240 Euro jährlich an**

⁷ Statistisches Bundesamt (2022).

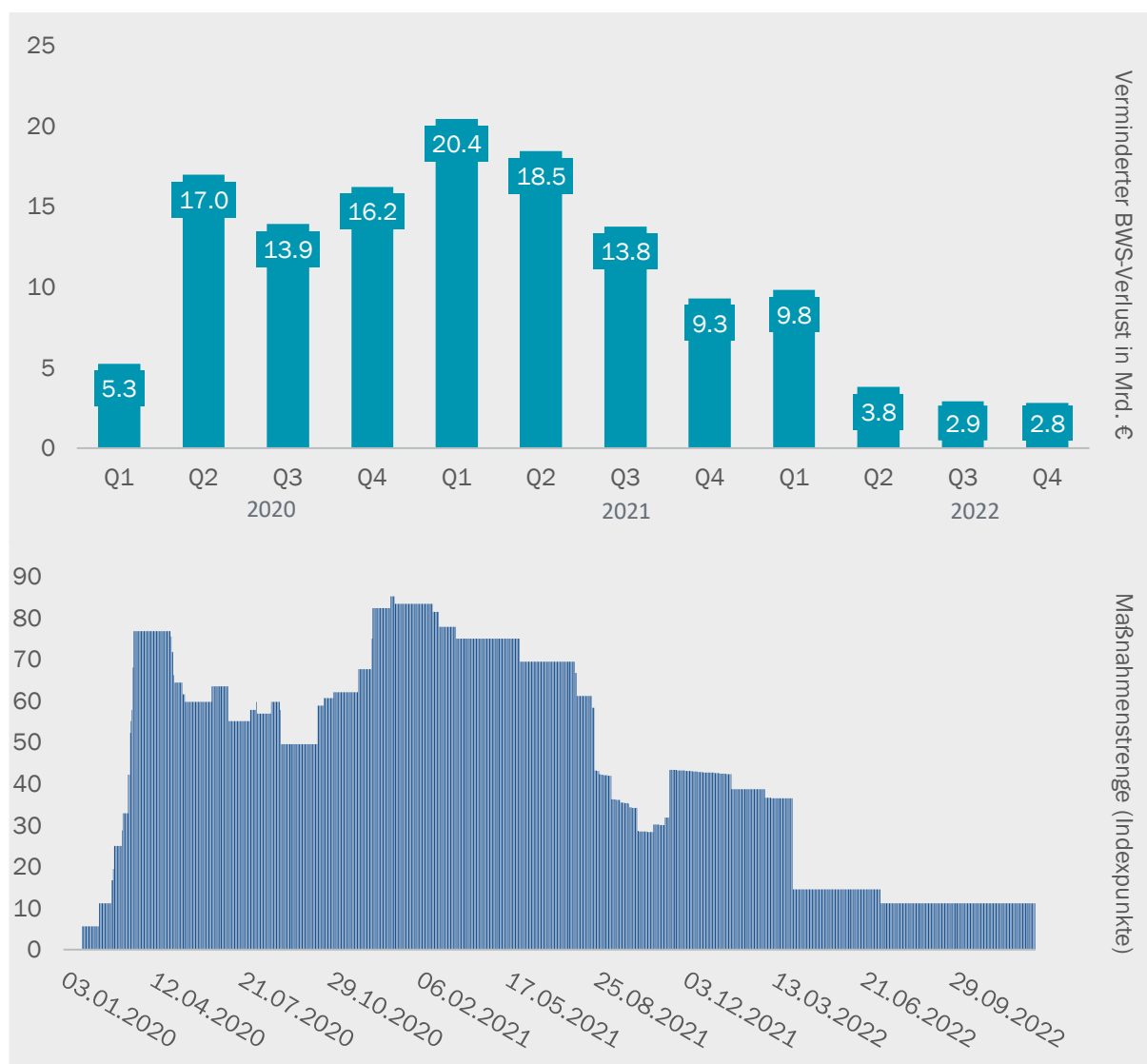
⁸ Statistisches Bundesamt (2022) und Tagesschau.de (2023).

⁹ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022).

vermiedenen Einbußen.¹⁰ Insbesondere in den Quartalen mit besonders restriktiven Maßnahmen zeigen sich starke Wirtschaftseffekte der Digitalisierung (Abbildung 10). So ist der positive Effekt, gemessen als vermiedener Schaden, dank Home-Office und E-Commerce im Winter und Frühling 2021 am größten. Mit dem Aufheben der meisten Maßnahmen ab dem Sommer 2022 nimmt der vermiedene Wirtschaftsschaden der Digitalisierung ab.

Abbildung 10: Wirtschaftliche Effekte des Netzausbaus während der Corona-Pandemie

Vermiedener Bruttowertschöpfungsverlust in Mrd. Euro (oben) und Index der Maßnahmenstrenge (unten)



Quelle: Eigene Darstellung aus eigenen Berechnungen und Hale et al. (2021).

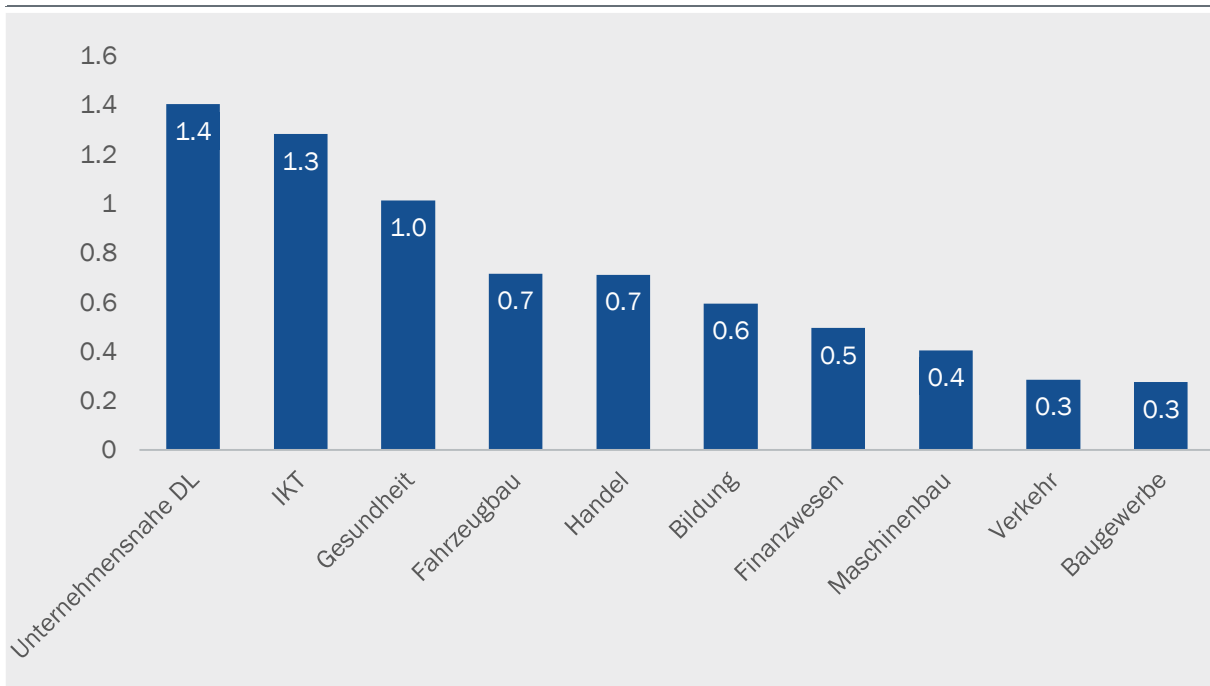
© Prognos

¹⁰ Berechnet mit einer Anzahl von 34,9 Millionen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten aus Angaben des Statistischen Bundesamts (2023a). Rund 43 Milliarden Euro jährlich vermiedener Schaden bezogen auf 34,9 Millionen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte.

Digitale Branchen können in Corona ihre Flexibilität ausspielen

Die Ergebnisse der Regression zeigen zudem, dass der Rückgang der Wirtschaftsleistung in den Branchen stärker ausgefallen ist, die im Zeitraum der Pandemie weniger digitalisiert waren. Entsprechend weisen die digitalisierungsnahen Branchen wie der IKT-Bereich oder unternehmensnahe Dienstleistungen die größten wirtschaftlichen Vorteile auf. Sie konnten trotz der Corona-Einschränkungen ihre Geschäftstätigkeit fortführen (Abbildung 11). Unternehmen dieser Branche konnten viele ihrer Tätigkeiten in den digitalen Raum verlagern. Hingegen waren Unternehmen mit anderen Geschäftsmodellen, beispielsweise Anbieter von Dienstleistungen mit direktem Kontakt zum Menschen, naturgemäß nicht oder nur eingeschränkt in der Lage, ihre Tätigkeiten „zu digitalisieren“. Unternehmen im Verkehr oder im Baugewerbe sind darauf angewiesen ihre Tätigkeit vor Ort durchzuführen. Eine Umstellung auf Home-Office ist hier nicht möglich. Dadurch sind sie von den strengeren Corona-Maßnahmen besonders betroffen.

Abbildung 11: Durchschnittlich vermiedene Bruttowertschöpfungsverluste nach Branchen
in Mrd. Euro je Quartal, Q1 2020- Q4 2022



Quelle: Eigene Berechnungen; DL= Dienstleistung, IKT= Informations- und Kommunikationstechnologie.

© Prognos 2023

5 Fazit & Ausblick

IID.2023: So wirkt der Netzausbau

Mit dem IID.2023 wird bereits zum zweiten Mal die wirtschafts- und innovationstreibende Wirkung des Netzausbaus in allen deutschen Landkreisen und Städten gemessen. Damit gelingt es, die Bedeutung einer guten Netzinfrastruktur für den Wirtschafts- und Innovationsstandort Deutschland und seine Regionen sichtbar zu machen. Durch die robuste Schätzung im Zeit- und Regionenvergleich veranschaulicht der IID.2023, welcher Anteil der Wertschöpfungs- und Innovationstätigkeiten seit 2010 eng mit dem Netzausbau verbunden ist.

Die Ergebnisse des IID.2023 machen die enorme Wirkung deutlich: Mit 42 Milliarden Euro Wertschöpfung seit 2013 (durchschnittlich 5,3 Mrd. Euro jährlich) ist der Netzausbau eine wesentliche Quelle für Innovation und Wirtschaftswachstum. Dabei zeigt sich ein außergewöhnlich nachhaltiger Effekt auf die Wissensgenerierung und -verwertung mit tausenden zusätzlichen Publikationen und hunderten Patenten jährlich. Der Netzausbau macht Regionen und Kreise zu attraktiven Standorten für Unternehmen und Studierende und zieht tausende qualifizierte Arbeitskräfte an. Insbesondere in Krisenzeiten demonstrieren Netzinfrastruktur und Digitalisierung ihre Rolle als Rettungsanker. Sie ermöglichen Resilienz und innovative Wertschöpfung: Ohne eine digitalisierte Wirtschaft wäre der Wirtschaftseinbruch durch Lock-downs und Kontaktbeschränkungen um 130 Milliarden Euro größer gewesen. Damit trägt die Digitalisierung genau so viel bei zur Abmilderung der Corona-Folgen wie die Wirtschaftshilfen des Bundes.

Der IID zeigt anhand konkreter Indikatoren die langfristigen Erfolge eines kontinuierlichen Ausbaus der Netzinfrastruktur. Insbesondere Bayern - mit einem flächendeckenden und kontinuierlichen Netzausbau im Beobachtungszeitraum - weiß den Netzausbau als Wachstumsmotor für sich zu nutzen. Andere Bundesländer wie Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen bleiben im Beobachtungszeitraum im Ausbauevergleich zurück und verlieren damit den Anschluss an die Spitze der netzgetriebenen Innovationsgewinner. Neben München können kleinere Landeshauptstädte wie Mainz und Erfurt gegenüber dem IID.2022 deutlich hinzugewinnen und sich in den Top 10 festsetzen.

Potenzialindex: So geht es weiter

Der IID.2023 beleuchtet bereits realisierte positive Effekte des Netzausbaus. In Zeiten der Krise gilt es aber auch, ungenutzte Potenziale zu identifizieren und zu nutzen. In unserer sich schnell verändernden Welt ist die Digitalisierung ein Schlüsselfaktor, von dem die gesamte Gesellschaft in allen Lebensbereichen profitieren kann. Im Auftrag des Vodafone Instituts entwickelt Prognos dazu einen Potenzialindex, der für jede Region anhand aggregierter Daten und konkreter Anwendungsbeispiele aufzeigt, was durch eine konsequente Digitalisierung (noch) möglich ist. Potenziale, die Wirtschaft und Gesellschaft in Deutschland dringend brauchen, um auf einen stabilen Wachstumspfad zurückzukehren und die Zukunft Deutschlands lebenswert und erfolgreich zu gestalten.

6 Methodik

Der IID.2023 ist das Ergebnis eines systematischen zeitlichen und regionalen Vergleichs der, soweit möglich die kausale Wirkung des Netzausbaus auf verschiedene Output-Größen für alle 400 Landkreise und kreisfreien Städte in Deutschland aufzeigt. Die Analyse basiert auf Daten der Jahre 2010 bis 2020, teilweise auch 2021. Berücksichtigt wird im IID.2023 der Netzausbau bis Ende 2018 bzw. 2019, da die Wirkungen des Ausbaus im Fokus der Untersuchung stehen und diese in den Daten bis 2022 abgebildet sind. Ausbauaktivitäten ab 2020 schlagen sich erst in späteren Jahren nieder und sind im IID.2023 noch nicht (vollständig) messbar. Aufgrund der verzögerten Wirkung des Netzausbaus werden Ergebnisse generell für den Zeitraum 2013 bis 2020, vereinzelt bis 2021 berichtet.

Das Vorgehen lässt sich in drei Schritten beschreiben:

Schätzung des Zusammenhangs zwischen Netzausbau und Outputgrößen.

Zunächst wird mittels einer Regressionsanalyse der lineare Zusammenhang zwischen dem Netzausbau und der Entwicklung der Outputgrößen geschätzt. Dazu wird die Varianz zwischen Kreisen über die Zeit ausgenutzt, d. h., es wird abgeschätzt, wie groß der Effekt eines Netzausbaus im Durchschnitt in einem Kreis und in einem Jahr auf die Outputgrößen ist – unter Berücksichtigung der kreis- und jahresspezifischen Gegebenheiten. Es wird also der originär auf den Netzausbau zurückführbare Effekt isoliert. Aspekte wie die konjunkturelle Lage, die Branchenstruktur oder geopolitische Ereignisse beeinflussen diesen isolierten Durchschnittseffekt des Netzausbaus nicht.

Bestimmung des Nutzens des Netzausbaus je Jahr und je Kreis.

Anschließend wird für jeden Kreis und für jedes Jahr der tatsächliche Effekt des Netzausbaus im jeweiligen Kreis und im jeweiligen Jahr bestimmt. Wurde der Netzausbau in einem Kreis und in einem Jahr stärker vorangetrieben, ist der Effekt auf die Outputgrößen stärker. Dieser kreis- und jahresspezifische Effekt des Netzausbaus wird von der tatsächlichen Entwicklung der Outputgrößen subtrahiert. Es ergibt sich die kontrafaktische Entwicklung der Outputgrößen, wie sie – ceteris paribus – gewesen wäre, hätte es keinen Netzausbau gegeben. Diese Differenz entspricht dem Nutzen des Netzausbaus je Jahr und Kreis.

Aggregation und Normierung der kreisspezifischen Ergebnisse.

Abschließend wird der Nutzen des Netzausbaus über die Zeit summiert. Diese kreisspezifischen Aggregate werden für jeden Teilindex auf den Wertebereich 0 bis 10 normiert, um eine einfache Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Der Gesamtindex ergibt sich als Summe der kreisspezifischen Werte der drei Teilindizes.

6.1 Indikatoren des Netzausbaus und der Outputgrößen

6.1.1 Netzausbau im Betrachtungszeitraum

Die im Rahmen des IID.2023 genutzten Daten zur **mittleren anbieterunabhängigen Breitband-Verfügbarkeit der Haushalte in Deutschland** zur Erfassung des Netzausbaus auf Ebene der Kreise werden regelmäßig für den Breitbandatlas erhoben. Dazu werden die Informationen im Breitbandatlas zum Festnetz-Ausbaustand je Kreis in jedem Jahr zu einem Wert aggregiert, indem der Anteil an Haushalten mit der entsprechenden Breitband-Verfügbarkeit (2, 16, 50, 100, 200, 1000 Mbit/s-fähiger Internetzugang) verrechnet wurde. Damit wurde ein Gesamtwert für den Ausbaustand des Breitbandnetzes je Kreis und je Jahr bestimmt. Eine Zunahme dieses Wertes im Vergleich zum Vorjahr kann als Netzausbau interpretiert werden. Grundlage der Rechnung waren alle im jeweiligen Jahr verfügbaren Technologien (FTTB/H, FTTC, HFC und Sonstige).

Daten des Breitbandatlas sind allerdings nur eingeschränkt zwischen verschiedenen Jahren vergleichbar. Ein Netzausbau um 10 MBit/s zu Beginn und gegen Ende des Untersuchungszeitraums sind nicht linear vergleichbar. Um trotzdem die Zeitreihenstruktur der Daten ausnutzen zu können, wird eine z-Transformation der Daten durchgeführt. Dazu werden in jedem Jahr Abweichungen jedes Kreiswerts vom Mittelwert durch die Standardabweichung geteilt. Die so ermittelten Werte haben einen Mittelwert von 0. Hat ein Kreis einen Wert, der exakt diesem Mittelwert entspricht, so entspricht auch der Netzausbaustand exakt dem Durchschnitt.

Der Netzausbau wird nun als Differenz zwischen den z-transformierten Werten je Kreis für zwei Jahre bestimmt. Ein Differenzwert von 0 zeigt, dass ein Kreis genau im Durchschnitt der Kreise in Deutschland ausgebaut hat. Entsprechend zeigen negative Differenzen einen unterdurchschnittlichen Ausbau, positive Werte einen überdurchschnittlichen Ausbau.

Berücksichtigt wird im IID.2023 der Netzausbau bis Ende 2018 bzw. vereinzelt 2019, da die Wirkungen des Ausbaus im Fokus der Untersuchung. Ausbauaktivitäten im Jahr 2018 zeigen sich in den Outputindikatoren des Jahres 2020. Ausbauaktivitäten ab 2020 schlagen sich erst in späteren Jahren nieder und sind im IID.2023 noch nicht (vollständig) messbar.

6.1.2 Outputgrößen im Betrachtungszeitraum

Insgesamt wird der Effekt des Netzausbaus anhand von zehn Indikatoren bestimmt, die sich auf die drei Teilindizes Wirtschaftsstärke, innovative Ideen und Produkte und qualifizierte Arbeitskräfte verteilen.

Wirtschaftsstärke

- Bruttoinlandsprodukt (BIP absolut)
- Bruttoinlandsprodukt je Erwerbstätigen (BIP je ET, Produktivität)
- Gewerbeanmeldungen
- Bruttolöhne

Innovative Ideen und Produkte

- Publikationen
- Patente
 - Produktion
 - Biotechnologie
 - Nanotechnologie

Qualifizierte Arbeitskräfte

- Personal in Forschung
- Studierende

Die Berücksichtigung weiterer möglicher Indikatoren, wie etwa der Anteil der Hochqualifizierten an den Erwerbstätigen, wurde geprüft, aber verworfen. Die Qualität der Ergebnisse zeigte sich durch zusätzliche Indikatoren nicht verbessert.

6.2 Regionale Strukturmerkmale

Die Landkreise und kreisfreien Städte Deutschlands lassen sich gemäß ihrer Raumstruktur ordnen. Genutzt wird dazu eine vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) vorgegebene Raumstrukturierung.

Deutschlands Regionen werden dabei zum einen in **siedlungsstrukturelle Kreistypen** eingeordnet und für die Typenbildung drei Bereiche genutzt. Dies ist neben dem Bevölkerungsanteil in Groß- und Mittelstädten die Einwohnerdichte der Kreisregion und zuletzt die Einwohnerdichte der Kreisregion ohne Berücksichtigung der Groß- und Mittelstädte. Auf diese Weise können vier Gruppen unterschieden werden (siehe auch Infobox Regionale Clustermerkmale in Kapitel 2.1):

- Kreisfreie Städte,
- städtische Kreise,
- ländliche Kreise mit Verdichtungsansätzen sowie
- dünn besiedelte ländliche Kreise.

Zum anderen wird eine Abgrenzung des BBSR genutzt, welche die Landkreise und kreisfreien Städte in wachsende und schrumpfende Regionen unterteilt und damit **Demografietypen** unterscheidet. Die Einordnung erfolgt dabei zunächst über die durchschnittliche jährliche Bevölkerungsentwicklung der letzten fünf Jahre als zentraler Indikator zur Erfassung von Wachstum und Schrumpfung. In einer zweiten Dimension wird die Schrumpfung als mehrdimensionaler Prozess mit tiefgreifenden Umstrukturierungen in Wirtschaft, Bevölkerung und Baustruktur betrachtet. Das Wachstum von Kreisen wird eingestuft in: „überdurchschnittlich wachsend“, „wachsend“, „keine eindeutige Entwicklungsrichtung“, „schrumpfend“ sowie „überdurchschnittlich schrumpfend“.

Über die „Lage“ der Kreise und kreisfreien Städte kann der Einfluss von Lagegunst und -ungunst auf regionale Entwicklungen untersucht werden. Die Berechnung des **Lagetyps** der Regionen erfolgt dabei durch die erreichbare Tagesbevölkerung. Auf Ebene der Kreise wird die durchschnittliche erreichbare Tagesbevölkerung der Gemeinden innerhalb des Kreises als Maß der Zentralität dargestellt. Die vier Lagen von Kreisen umfassen: „sehr zentral“, „zentral“, „peripher“ sowie „sehr peripher“.

6.3 Modellspezifikation

Die Datenstruktur erlaubt die Nutzung von Informationen über die Zeit und zwischen Kreisen. Solche Paneldaten ermöglichen es, für querschnittsspezifische zeitinvariante sowie für zeitspezifische und querschnittsinvariante Einflüsse zu kontrollieren. Damit sind zum einen Indikatoren von Einflussfaktoren auf die Outputvariable gemeint, die sich im Schätzungszeitraum nicht verändern und die gegebenenfalls nicht durch einen Indikator erfassbar und damit beobachtbar sind. Beispielsweise kann dadurch für regionsspezifische kulturelle oder geografische Gegebenheiten kontrolliert werden. Technisch gesehen handelt es sich dabei um eine regionsspezifische Konstante. Zum anderen können dadurch nicht beobachtbare Effekte erfasst werden, die zu einem Zeitpunkt auf alle Kreise gleichermaßen wirken – etwa geopolitische Ereignisse.

Das **Basismodell** ist wie folgt spezifiziert:

$$\Delta(y_{i,t}) = \beta_1 \Delta(y_{i,(t-1)}) + \beta_2 \Delta(y_{i,(t-2)}) + \sum_{l=1}^k \gamma_l \Delta(z_{i,t-l}) + \sum_{n=1}^m \delta_n \Delta(x_{i,t-1}^n) + \alpha_i + \lambda_t + k + \varepsilon_{i,t}$$

$y_{i,t}$ ist die jeweilige Outputvariable. Dieser geht um eine und um zwei Jahre verzögert als Einflussfaktor in die Schätzung ein, um Dynamiken abzubilden. $z_{i,t}$ ist der Indikator zur Abbildung der digitalen Infrastruktur. Dieser wird um eine, um zwei und teilweise um drei Jahre verzögert als Einflussfaktor der Outputvariable in die Schätzung aufgenommen. $x_{i,t}$ sind m Kontrollfaktoren, die das Risiko einer Fehlspezifikation reduzieren. i steht für den jeweiligen Kreis, t für das jeweilige Jahr. k ist die gemeinsame Konstante, während α_i und λ_t die kreisspezifische bzw. die zeitspezifische Konstante ist, die, siehe oben, für zeitinvariante bzw. einmalige Einflüsse während des Schätzzeitraums kontrolliert. $\varepsilon_{i,t}$ ist der gegen Heteroskedastie robuste Fehlerterm der Schätzung. Δ ist ein Differenzenoperator, in der Regel die Wachstumsrate (Differenz der Logarithmen). Der Einfluss der digitalen Infrastruktur auf die jeweilige Outputvariable (y) wird in Differenzen geschätzt, da eine Spezifikation in Niveaus vermutlich fehlspezifiziert ist (*spurious regression*) und Ergebnisse eines solchen Niveau-Modells unbrauchbar wären. Für die Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Werte der digitalen Infrastruktur z-transformiert sind. Entsprechend ist eine negative Differenz ein unterdurchschnittlicher Ausbau, eine positive Differenz entspricht einem überdurchschnittlichen Ausbau.

Die weiteren Rechnungen basieren auf dem Koeffizienten γ^k . Mithilfe dieses Koeffizienten wird für jede Periode bestimmt, wie hoch die digital induzierte Wachstumsrate der Outputvariablen (y) ist. Anschließend wird berechnet, wie hoch das Niveau der Outputvariablen gewesen wäre, wenn die digitale Infrastruktur exakt durchschnittlich ausgebaut worden wäre. Für jede Periode wird anschließend die Differenz zwischen der beobachteten Outputvariablen und der so berechneten Outputvariablen – ohne Ausbau der digitalen Infrastruktur – bestimmt. Die Summe dieser Differenzen über alle Perioden ergibt den Nutzen durch den vom Mittelwert in Deutschland abweichenden Ausbau der digitalen Infrastruktur.

6.4 Indexbildung

Die Indexbildung dient dem Zweck, den in absoluten Werten ermittelten Nutzen des Netzausbaus sowohl zwischen Kreisen als auch zwischen verschiedenen Indikatoren vergleichbar zu machen. Dazu wurden zunächst eine z-Transformation durchgeführt, diese so generierten Ergebnisse einer Korrektur um Ausreißer unterzogen und schließlich zu drei Teilindizes aggregiert:

- Wirtschaftsstärke
- Innovative Ideen und Produkte
- Qualifizierte Arbeitskräfte

Die aggregierten Ergebnisse je Teilindex wurden anschließend auf den Wertebereich von null bis zehn standardisiert. Der Gesamtindex ergibt sich als Summe der drei Teilindizes. Er kann entsprechend maximal einen Wert von 30 erreichen.

Konkret wird je Outputgröße der Nutzen des Netzausbaus je Kreis bestimmt. Die Position des über die Zeit aggregierten Kreiswerts ist die Grundlage einer Normierung auf einen einheitlichen Wertebereich. Je besser ein Kreis positioniert ist, desto höher ist der entsprechende Punktwert. Die Punkte je Outputgröße werden nach Teilindex summiert und auf einen einheitlichen Wertebereich zwischen 0 und 10 gebracht, wobei der „beste“ Kreis in einem Teilindex den Maximalwert 10 erhält. Der Gesamtindex als Summe der drei Teilindizes kann demnach maximal 30 betragen. Während je Teilindex der Maximalwert per Definition einmal vergeben wird, ist dies für den Gesamtindex nicht der Fall.

Quellen

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Überblickspapier Corona-Hilfen Rückblick – Bilanz- Lessons Learned. Online unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/C-D/Corona/ueberblickspapier-corona-hilfen.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (abgerufen am 10.10.2023).

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023). Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland. Digitalisierungsindex 2022. Online unter: https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2022-langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (abgerufen am 10.10.2023).

Bundeshaushalt (2022): Ausgaben des Bundes für digitale Infrastruktur 2022. Online unter: <https://www.bundeshaushalt.de/DE/Bundeshaushalt-digital/bundeshaushalt-digital.html> (abgerufen am 10.10.2023).

IW (2022). Wirtschaftsverluste: Krieg und Pandemie kosten 420 Milliarden Euro. Pressemitteilungen. Online unter: <https://www.iwkoeln.de/presse/pressemitteilungen/michael-groemling-krieg-und-pandemie-kosten-420-milliarden-euro.html> (abgerufen am 09.10.2023).

Statistik der Bundesagentur für Arbeit (2023). Angezeigte und realisierte Kurzarbeit, Nürnberg, Oktober 2023. Online unter: https://statistik.arbeitsagentur.de/SiteGlobals/Forms/Suche/Einzelheftsuche_Formular.html?nn=15024®iontype_f=BA&r_f=ur_Deutschland&topic_f=kurzarbeit-zr2&dateOfRevision=202001-202310 (abgerufen am 10.11.2023).

Statistisches Bundesamt (2022). Pressemitteilung. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_24_p002.html (abgerufen am 09.10.2023).

Statistischen Bundesamts (2023) a. Themenseite Arbeitsmarkt. Erwerbstätigkeit. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/_inhalt.html (abgerufen am 10.10.2023).

Statistischen Bundesamts (2023) b. Bruttowertschöpfung nach ausgewählten Wirtschaftsbereichen.

Tagesschau.de (2023). Homeoffice-Quote nach Pandemie kaum zurückgegangen. Online unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/arbeitsmarkt/homeoffice-deutschland-100.html> (abgerufen am 09.10.2023).

Thomas Hale, Noam Angrist, Rafael Goldszmidt, Beatriz Kira, Anna Petherick, Toby Phillips, Samuel Webster, Emily Cameron-Blake, Laura Hallas, Saptarshi Majumdar, and Helen Tatlow. (2021). “A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker).” Nature Human Behaviour. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01079-8>

Impressum

Innovationsindex Deutschland 2023 (IID.2023)

Erstellt im Auftrag des Vodafone Institut für Gesellschaft und Kommunikation GmbH

Vodafone Institut für Gesellschaft und Kommunikation GmbH / Vodafone Institute for Society and Communications
Behrenstraße 18
10117 Berlin
E-Mail: kontakt.institut(at)vodafone.com

Bearbeitet von

Prognos AG
Goethestraße 85
10623 Berlin
Telefon: +49 30 52 00 59-210
E-Mail: info(at)prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/Prognos_AG

Autorinnen und Autoren

Dr. Oliver Ehrentraut
Josh Klier
Dr. Georg Klose
Philipp Kreuzer
Dr. Andreas Sachs
Jonathan-Aton Talamo (Projektleitung)

Satz und Layout: Prognos AG
Stand: Dezember 2023
Copyright: 2023, Prognos AG

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG /dem Vodafone Institut. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG /des Vodafone Institut.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG (2023): Innovationsindex Deutschland (IID.2023).