

AUF EINEN BLICK

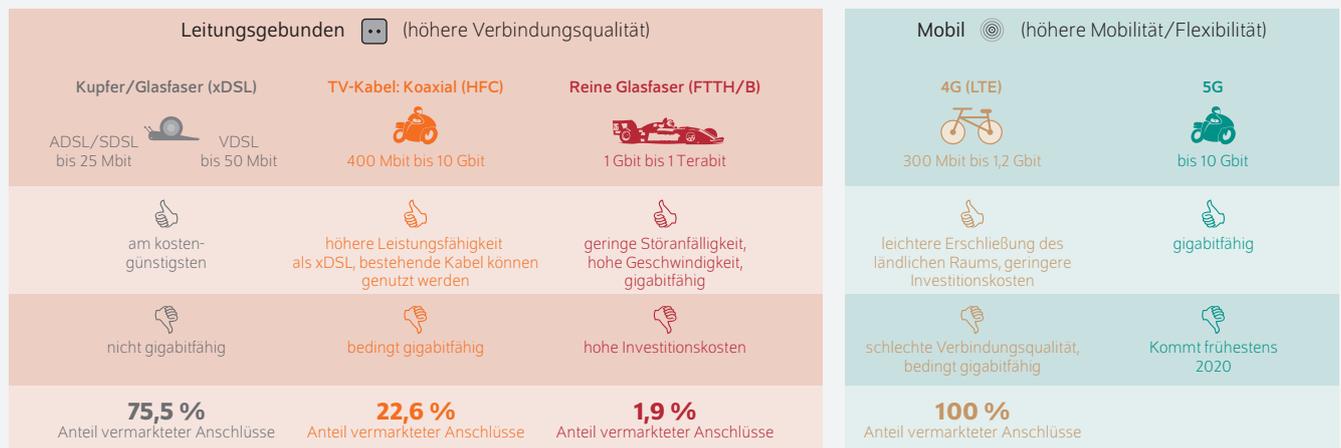
Gigabitzugang in Deutschland: im internationalen Vergleich rückständig, aber auch wenig nachgefragt

Von Yann Girard, Anselm Mattes und Claus Michelsen

- Breitbandabdeckung bei fast 100 Prozent für sechs Megabit/Sekunde, jedoch hohes Defizit bei gigabitfähigen Anschlüssen
- Im internationalen Vergleich hinkt Deutschland hinterher: Nur zwei Prozent der vermarkteten Anschlüsse (OECD 21 Prozent) sind reine Glasfaseranschlüsse
- Ballungsgebiete in Deutschland besser angeschlossen als dünnbesiedelte ländliche Regionen, aber viele lokale Lücken innerhalb von Ballungsgebieten
- Derzeit bremsen fehlende Zahlungsbereitschaft und hohe Ausbaurkosten sowohl Nachfrage als auch Angebotsentwicklung – doch Nachfrage wächst stetig
- Geeignete Kombination von privatwirtschaftlich getriebenem Ausbau und staatlicher Förderpolitik erforderlich

Von Kupferkabel bis Glasfaser

Breitbandtechnologien und ihre Leistungsstärken



Quelle: Eigene Darstellung.

© DIW Berlin 2018

ZITAT

„Der privatwirtschaftliche Ausbau wird aller Voraussicht nach nicht flächendeckend erfolgen, weil es sich für die Unternehmen nicht rechnet. Um tatsächlich eine flächendeckende Gigabitnetzversorgung zu erreichen, wird daher weiterhin eine staatliche Förderung in ‚weiße Flecken‘ notwendig sein.“

— Yann Girard, Studienautor —

Gigabitzugang in Deutschland: im internationalen Vergleich rückständig, aber auch wenig nachgefragt

Von Yann Girard, Anselm Mattes und Claus Michelsen

ABSTRACT

Der Ausbau des Breitbandinternets wird gegenwärtig intensiv diskutiert. Doch noch hinkt Deutschland den gesteckten Zielen hinterher. Zwar sind inzwischen fast 100 Prozent der Haushalte mit Breitbandanschlüssen bis sechs Megabit pro Sekunde versorgt, doch bei gigabitfähigen Anschlüssen hat Deutschland noch viel Aufholpotential – vor allem in dünn besiedelten Regionen. Nachfrageseitig sind Kupferkabelanschlüsse die Technologie mit dem größten Marktanteil, während die reinen Glasfaseranschlüsse mit ein bis zwei Prozent nur eine nachgelagerte Rolle spielen. Im internationalen Vergleich wird der Nachholbedarf besonders deutlich: Der OECD-Durchschnitt der nachgefragten Glasfaseranschlüsse am Gesamtbreitbandmarkt liegt bei 21 Prozent. Derzeit bremsen eine noch nicht hinreichend große Zahlungsbereitschaft und die hohen Ausbaukosten sowohl die Nachfrage- als auch die Angebotsentwicklung. Doch der Bedarf wächst stetig. Um bis zum Jahr 2025 flächendeckend eine Gigabitinfrastruktur aufzubauen, bedarf es einer geeigneten Kombination von Regulierung für privatwirtschaftlich getriebenen Ausbau und wirksamer staatlicher Förderpolitik.

Die Digitalisierung wird als wesentlicher Motor technologischen Fortschritts im 21. Jahrhundert gesehen. Der Treibstoff für den digitalen Wandel sind Daten und neue Geschäftsmodelle; die Gigabitnetze stellen die notwendigen Transportwege dar.¹ Nach Einschätzung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) könnte die Wirtschaftsleistung in Deutschland bis 2020 zusätzlich um 82 Milliarden Euro steigen, wenn digitale Technologien und die Fähigkeiten zu ihrer Nutzung von deutschen Unternehmen konsequent vorangetrieben werden. Eine entsprechende Absichtserklärung hat die Bundesregierung im Jahr 2016 mit ihrer Digitalen Strategie 2025 vorgelegt.²

Eine Grundvoraussetzung, um dieses Potential auszuschöpfen, ist die flächendeckende Verfügbarkeit von gigabitfähigen Breitbandanschlüssen. Hier liegt Deutschland jedoch momentan im internationalen Vergleich zurück. Besonders deutlich wird dies mit Blick auf den Ausbaustand und die Nutzung des Glasfasernetzes.

Digitalisierung und digitale Infrastruktur spielen auch im aktuellen Koalitionsvertrag eine bedeutende Rolle. Ziel der Regierungsparteien ist es, Deutschland „in allen Bereichen zu einem starken Digitalland [zu] entwickeln“.³ Dafür setzt die neue Bundesregierung auf den flächendeckenden Ausbau mit Gigabitnetzen bis in das Jahr 2025. Unterstützt wird dieser durch eine Kombination aus öffentlicher Förderung und einer Regulierung für die Privatwirtschaft, die auf Wettbewerb durch offene Netze und Investitionsanreize durch eine Ex-post-Wettbewerbskontrolle von der

¹ Anwendungen wie Homeoffice VPN, Cloud Computing, Gaming oder progressives TV (4K, Ultra-HD) werden zukünftig Down- und Uploadraten im dreistelligen Mbit/s-Bereich aufweisen. Dabei wird die Bandbreitennachfrage insbesondere durch die parallele Nutzung verschiedener Anwendungen verstärkt. Vgl. Christian Wernick et al. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK-Studie im Auftrag des BMWi, 21.

² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016): Digitale Strategie 2025, 6 (online verfügbar, abgerufen am 5. Juni 2018. Dies gilt auch für alle anderen Online-Quellen in diesem Bericht, sofern nicht anders vermerkt).

³ Vgl. CDU/CSU/SPD (2018): Ein neuer Aufbruch für Europa – Eine neue Dynamik für Deutschland – Ein neuer Zusammenhalt für unser Land; Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD zur 19. Legislaturperiode, 37.

Bundesnetzagentur setzt.⁴ Zudem ist bei der Ausbauförderung ein Wechsel von einer technologieoffenen hin zu einer Glasfaser-spezifischen Förderung vorgesehen.⁵ Das öffentliche Fördervolumen soll dabei bis 2021 zehn bis zwölf Milliarden Euro betragen.

Die Alternativen: leitungsgebundene und mobile Technologien

Grundsätzlich kann bei der Breitbandübertragung zwischen leitungsgebundenen und drahtlosen, also mobilen Technologien unterschieden werden. Es wird diskutiert, inwiefern diese Alternativen in einem komplementären beziehungsweise substitutiven Verhältnis zueinander stehen. Als leitungsgebundene Alternativen stehen derzeit reine Glasfaseranschlüsse (Fibre-to-the-Building, FTTB/H), TV-Kabel (Hybrid Fiber Coax, HFC) sowie Kupferkabel (Digital Subscriber Line, xDSL) zur Verfügung. Mobile Technologien sind zurzeit Long Term Evolution (LTE, 4G) und der zukünftige Mobilfunkstandard 5G.

Leitungsgebundene Breitband-Übertragungstechnologien

Die verschiedenen Kupferkabel-Varianten werden unter dem Begriff **xDSL** zusammengefasst, wobei das x durch verschiedene Buchstaben kennzeichnet, ob es sich um eine symmetrische (S) oder asymmetrische (A) Übertragung im Up- und Downstream, beziehungsweise um eine „Very High Speed“ (V)DSL-Verbindung handelt.

Mittels A/SDSL-Anschlüssen können Downloadgeschwindigkeiten von bis zu 25 Megabit pro Sekunde (Mbit/s) realisiert werden. Höhere Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 50 Mbit/s im Download werden durch VDSL ermöglicht.⁶ Dafür ist jedoch eine partielle Aufrüstung der zugrundeliegenden Kupferinfrastruktur mit Glasfaserleitungen bis zum Kabelverzweiger (KVz) notwendig. Mit Einsatz der Vectoring-Technologie können dann bis zu 100 Mbit/s im Download und 40 Mbit/s im Upload erzielt werden. Die Breitbandgeschwindigkeiten reduzieren sich jedoch bei zunehmender Kabellänge.

Das **TV-Kabelnetz** besteht heute aus einer Kombination von Glasfaser- und Koaxialkabelnetz. Auf Basis des aktuellen Übertragungsstandards DOCSIS 3.0 können bereits heute Bandbreiten von bis zu 400 Mbit/s im Downstream angeboten werden. Darüber hinaus soll der zukünftige Standard DOCSIS 3.1 Downstream-Geschwindigkeiten von bis zu zehn Gigabit pro Sekunde (Gbit/s) ermöglichen.⁷

Das Kürzel **FTTH/B** beschreibt reine Glasfaseranschlüsse bis zur Wohnung beziehungsweise zum Gebäude, mit denen bereits heute stabile Übertragungsgeschwindigkeiten von über einem Gigabit pro Sekunde bis in den Terabit-Bereich realisiert werden. Diese Technologie bietet neben den hohen Übertragungsgeschwindigkeiten die Vorteile, dass ihre Störanfälligkeit durch äußere Einflüsse relativ gering und die Datenübertragungsrate auch bei größeren Reichweiten gegeben ist. Demgegenüber stehen jedoch die im Verhältnis zu anderen Zugangstechnologien hohen Investitionsbedarfe.⁸

Mobile Breitband-Übertragungstechnologien

Seit Mitte der 1990er Jahre besteht der Internetzugang über Mobilfunk. Diese Technologie basiert auf dem automatischen Wechsel zwischen Funkzellen, welcher die mobile Nutzung erst ermöglicht. Mit **LTE (4G)** sind theoretisch Downloadraten von bis zu 300 Mbit/s und Uploadrate von 75 Mbit/s möglich. Mit LTE-Advanced beziehungsweise LTE-Advanced Pro sollen zukünftig auch Downloadraten von bis zu 1,2 Gbit/s beziehungsweise drei Gbit/s realisierbar sein.⁹ Die durchschnittlichen tatsächlichen Downloadraten der deutschen Anbieter liegen jedoch wesentlich hinter diesen Werten zurück, die nur unter Laborbedingungen erreicht werden.

Derzeit wird an der nächsten Mobilfunk-Generation gearbeitet (**5G**), welche Übertragungsraten von bis zu zehn Gbit/s ermöglichen sowie deutliche qualitative Verbesserungen beinhalten soll. Die Einführung von 5G in Deutschland ist frühestens 2020 zu erwarten und wird im Markt und auf politischer Ebene bereits intensiv diskutiert.¹⁰

Leitungsgebundene und mobile Dienste nur teilweise substituierbar

Sowohl Mobilfunk als auch das Festnetz ermöglichen den Sprach- als auch den Datenverkehr, was die Frage aufwirft, in welcher Beziehung die Dienste zueinander stehen. Für die Theorie einer substitutiven, das heißt gegeneinander austauschbaren Technologie spricht, dass Festnetz und Mobilfunk im Prinzip die gleichen Leistungen erbringen, Letzterer aber zusätzlich eine hohe Mobilität bietet. Demnach wäre langfristig eine Substitution des Festnetzes durch Mobilfunk zu erwarten. Für einen komplementären, also sich gegenseitig ergänzenden Charakter spricht hingegen, dass kabelgebundene Dienste zurzeit höhere Verbindungsqualitäten aufweisen. Demzufolge würden mittelfristig leitungsgebundene und mobile Dienste parallel genutzt werden. Weiterhin

⁴ Zur Erleichterung des Aufbaus von Glasfasernetzen soll auf eine detaillierte Ex-ante-Regulierung wie im bisherigen Kupfernetz verzichtet und auf ein Modell des diskriminierungsfreien Zugangs (im Sinne des Open-Access) und auf Ausbaukooperationen gesetzt werden. Die Bundesnetzagentur soll Wettbewerb durch eine Ex-post-Kontrolle in Streitfällen sicherstellen.

⁵ CDU/CSU/SPD (2018): a. a. O., 38.

⁶ Vgl. Monopolkommission (2017): Telekommunikation 2017 – Auf Wettbewerb bauen!, Sondergutachten 78, 49 (online verfügbar).

⁷ Vgl. Christian Wernick et al. (2016): a. a. O., 25.

⁸ Die Investitionskosten für einen flächendeckenden Glasfaserausbau werden auf rund 30 Milliarden Euro geschätzt, vgl. Torsten Gerpott (2017): Breitbandsubventionen des Bundes 2015 bis 2017 – eine Analyse der Förderzusagen, ifo Schnelldienst, 20, 21. Andere Quellen kommen auf etwas höhere Werte von 45 Milliarden Euro, vgl. WIK (2014): Newsletter 95, 2.

⁹ Vgl. Rolf Schwab (2015): Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 394, Bad Honnef, 10.

¹⁰ Weiterhin existiert bundesweit die Möglichkeit des Breitbandempfangs per Satellit. Diese stellt aufgrund seiner hohen Latenzzeit und Kosten eher eine Ersatztechnologie dar und wird im Weiteren nicht diskutiert.

ist eine Konvergenz beider Technologien bis hin zu hybriden Modellen denkbar.

Bisher ist unklar, welcher Beziehungscharakter überwiegt.¹¹ Daten zur Internetnutzung in Deutschland zeigen, dass keine (vollständige) Substitutionsbeziehung von Festnetz zu Mobilfunk besteht. Für Sprachverbindungen kombiniert die Mehrheit der Haushalte Festnetz- und Mobiltelefonanschlüsse und es lässt sich nur eine leichte Abnahme reiner Festnetz-Haushalte feststellen.¹² Auch in puncto Datenübertragung ist ein komplementäres Verhältnis erkennbar: Sowohl die Anzahl mobiler als auch leitungsgebundener Anschlüsse nimmt zu; eine Verdrängung der Letzteren war bis 2014 nicht abzusehen.¹³

Beide Verbindungswege entwickeln sich technisch weiter. Einige Anwendungen wie beispielsweise Videostreaming, früher nur leitungsgebunden möglich, können heutzutage aufgrund verbesserter Mobilfunk-Technologien wie LTE auch drahtlos genutzt werden. Gleichzeitig bleiben moderne Glasfasernetze den mobilen Verbindungen in Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit überlegen.

Zudem ist schon eine geringe Substitution durch Mobilfunk ausreichend, um die Märkte leitungsgebundener Technologien zu beeinflussen, da sie direkten Wettbewerb zwischen beiden Technologien bei einem Teil der Nutzer schafft. Weiterhin führt eine gute Mobilfunkverfügbarkeit zu einem verringerten Ausbau leitungsgebundener Infrastruktur in einigen Gebieten.¹⁴ Bereits heute versorgen LTE(4G)-Verbindungen einige ländliche Regionen, die keine zufriedenstellende leitungsgebundene Abdeckung aufweisen. Es wird also von technologischen Entwicklungen und den zukünftigen Nutzungspräferenzen abhängen, ob der Mobilfunk die Modernisierung der leitungsgebundenen Infrastruktur nur ergänzt oder gar überflüssig macht.

Übertragungstechnologien und ihre Gigabitfähigkeit

Gigabitnetze werden in der Regel entlang der folgenden Qualitätsmerkmale charakterisiert:¹⁵ hochbitratige Bandbreiten (>1 Gbit/s), Symmetriefähigkeit, geringe Latenzzeiten und geringe Paketverlustraten. Vergleicht man die verschiedenen Zugangstechnologien hinsichtlich ihrer Gigabitfähigkeiten, zeigt sich, dass reine Glasfaseranschlüsse (FTTH/B) die Kriterien bereits heute erfüllen. Voraussichtlich werden mit dem Übertragungsstandard DOCSIS 3.1

Abbildung 1

Zugangstechnologien und ihre Gigabit-Qualitätsfähigkeit

Kriterien	Leitungsgebunden			Drahtlos/mobil	
	Kupferkabel	TV-Kabel	Glasfaserkabel	LTE (4G)	5G
Geschwindigkeit: Mindestens 1 Gbit/s					
Qualität: > 1 Gbit/s auch bei starker Auslastung					
> 1 Gbit/s auch bei Entfernung					
Geringe Latenz					
Symmetriefähigkeit					

Erfüllt Kriterien Wird Kriterium voraussichtlich erfüllen
 Wird Kriterium voraussichtlich nicht erfüllen Erfüllt Kriterium nicht Unklar

Quelle: WIK-Studie im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums; eigene Darstellung.

© DIW Berlin 2018

Wirklich zukunftsfähig sind voraussichtlich nur reine Glasfaseranschlüsse und der Mobilfunkstandard 5G.

aufgerüstete TV-Kabelnetze¹⁶ die genannten Qualitätskriterien ebenfalls erfüllen.¹⁷ Zudem wird aller Voraussicht nach die Übertragungstechnologie 5G ebenso gigabitfähig sein (Abbildung 1). Allerdings benötigt das 5G-Netz im Hintergrund eine leistungsfähige Glasfaserinfrastruktur, um die einzelnen Funkzellen anzubinden. Daher wird das 5G-Netz die Glasfaserinfrastruktur nicht ersetzen können, vielmehr ergeben sich Synergieeffekte.¹⁸

Verfügbarkeit und Nachfrage

Deutschland hinkt im internationalen Vergleich hinterher

Der Vergleich verfügbarer Breitbandgeschwindigkeiten in Europa zeigt, dass die meisten Länder mindestens 60 Prozent der privaten Haushalte mit Breitbandgeschwindigkeiten von 30 Mbit/s oder mehr versorgen können. Deutschland liegt mit der Verfügbarkeit von mindestens 30 beziehungsweise 100 Mbit/s bei 81 beziehungsweise 65 Prozent der Haushalte zwar über dem EU-28-Durchschnitt von 75 beziehungsweise 51 Prozent, nimmt aber bei weitem keine führende Rolle ein (Abbildung 2).

¹¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2015): Tätigkeitsbericht – Telekommunikation 2014/2015, 47f (online verfügbar).

¹² Vgl. Eurobarometer (2014): Spezial Eurobarometer 414, Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation und zum Binnenmarkt für Telekommunikation, 28. Vgl. Bundesnetzagentur (2015): a. a. O., 47ff.

¹³ Bundesnetzagentur (2015): a. a. O., 48.

¹⁴ Vgl. Plum Consulting (2016): Fostering investment and competition in the broadband access markets of Europe. A report for ETNO, 47.

¹⁵ Vgl. Christian Wernick et al. (2016): a. a. O., 23ff.

¹⁶ Gemäß Fraunhofer-Institut sind typische Datenraten über HFC-Netze (Koaxialkabel): DOCSIS 3.0 bis 400/20 Mbit/s, DOCSIS 3.1 bis 1.000/100 Mbit/s, noch in Entwicklung und Labor, DOCSIS 3.1+ mit 10 Gbit/s symmetrisch (Full Duplex), vgl. Fraunhofer FOKUS (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft (online verfügbar).

¹⁷ Vgl. Fraunhofer FOKUS (2016): a. a. O.

¹⁸ Impulspapier der Projektgruppe „Konvergente Netze als Infrastruktur für die Gigabit-Gesellschaft“ (2017); Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft“, Digital-Gipfel Plattform „Digitale Netze und Mobilität“ (Hg.), Juni 2018.

Abbildung 2

Breitbandverfügbarkeit und durchschnittlich nachgefragte Breitbandgeschwindigkeit

Technologieunabhängige Verfügbarkeit in Prozent der Haushalte 2016 und Geschwindigkeit in Megabit pro Sekunde



Quellen: Europäische Kommission (2017) (online verfügbar); Akamai (2017) (online verfügbar).

Deutschland nimmt im internationalen Vergleich keine führende Rolle ein.

Auch bei der Breitbandnachfrage liegt Deutschland im internationalen Vergleich zurück – dies gilt sowohl für leitungsgebundene und mobile Breitbandanschlüsse als auch für gigabitfähige Glasfaseranschlüsse. Während der Anteil der Glasfaseranschlüsse in den Breitbandmärkten der OECD-Länder bei durchschnittlich 21 Prozent und in Südkorea und Japan sogar bei über 70 Prozent liegt, sind in Deutschland nur etwa zwei Prozent der vermarkteten Breitbandanschlüsse „echte“ Glasfaseranschlüsse (Abbildung 3).

Bei der durchschnittlichen nachgefragten Breitbandgeschwindigkeit 2017 weist Deutschland im OECD-Vergleich ebenfalls ein unterdurchschnittliches Niveau auf. Länder wie Südkorea, Norwegen oder Schweden erreichen deutlich höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten von über 20 Mbit/s; Deutschland liegt lediglich bei 15,3 Mbit/s (Abbildung 2). Da es sich hier um vermarktete Breitbandanschlüsse handelt, bleibt fraglich, ob die geringere

Durchschnittsgeschwindigkeit auf eine mangelnde Verfügbarkeit hochbitratiger Breitbandanschlüsse zurückzuführen ist oder ob die Nachfrage nach höheren Bandbreiten in Deutschland relativ gering ist.

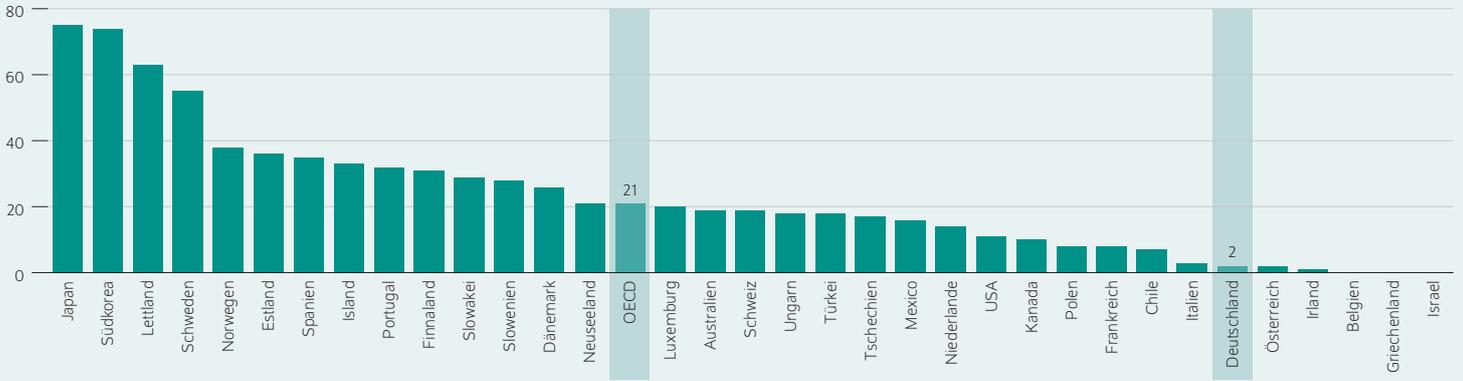
Auch im Bereich Mobilfunknachfrage fällt Deutschland nach OECD-Angaben mit einem nachgefragten Datenvolumen von 1,21 Gigabyte (GB) pro mobilem Breitbandanschluss deutlich hinter den OECD-Durchschnitt von 2,3 GB zurück (Abbildung 4). Spitzenreiter ist Finnland mit einem Datenvolumen von 10,95 GB.

Die Breitbandverfügbarkeit hängt von der Profitabilität eines Glasfasernetzausbaus und damit entscheidend von der Nachfrage nach Breitbandanschlüssen ab. Diese kann wiederum von der Zahlungsbereitschaft der KonsumentInnen (auch als „willingness to pay“ bezeichnet) abgeleitet werden. Die Zahlungsbereitschaft wird positiv vom

Abbildung 3

Nachgefragte Glasfaseranschlüsse

Anteil der FTTH/B-Anschlüsse 2016 am gesamten Breitbandmarkt in der OECD in Prozent



Quelle: OECD Broadband Database (2017).

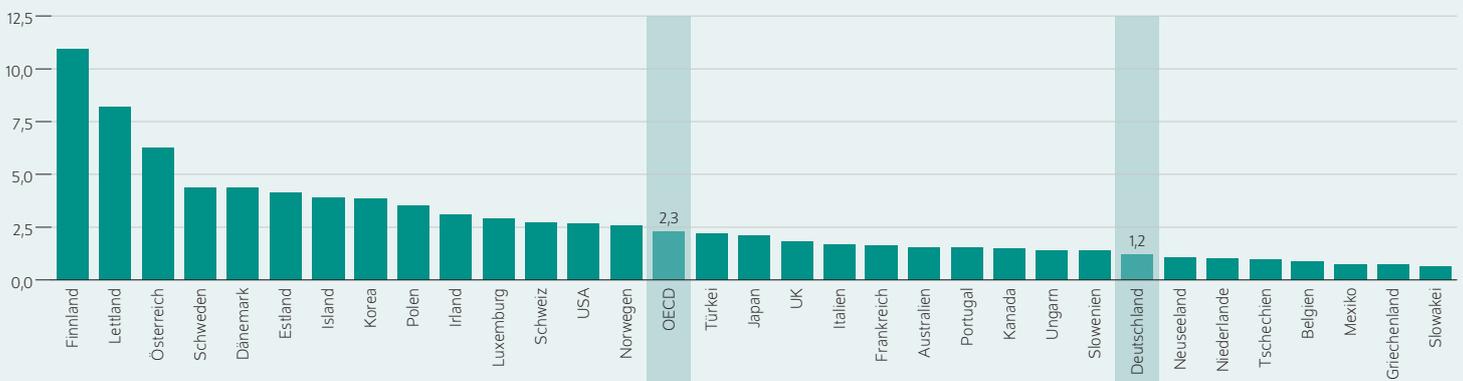
© DIW Berlin 2018

Bei Glasfaseranschlüssen hinkt Deutschland weit hinterher.

Abbildung 4

Datenvolumen pro mobilem Breitbandanschluss

In Gigabyte



Quelle: OECD Broadband Database (2016).

© DIW Berlin 2018

Das nachgefragte Datenvolumen ist in Deutschland nur halb so hoch wie im OECD-Schnitt.

Nutzen der Angebotsqualität beeinflusst. Aufgrund der relativ langen Amortisationszeiträume sind daher gerade für den Glasfasernetz ausbau neben der aktuellen Zahlungsbereitschaft insbesondere die zukünftige Entwicklung beziehungsweise die Erwartung über die zukünftige Entwicklung der Zahlungsbereitschaft für eine Investitionsentscheidung von zentraler Bedeutung.

Neben der Nachfrageentwicklung beeinflusst auch der Regulierungsrahmen die Investitionsentscheidung. Wenn zum Beispiel eine Regulierung den Preissetzungsspielraum

eines Netzbetreibers nach oben hin beschränkt, hat dies in der Regel einen negativen Einfluss auf die Profitabilität der Investition.¹⁹ Jedoch profitieren die (bereits angeschlossenen) Haushalte aufgrund des höheren Wettbewerbs- und Preisdrucks von dem niedrigeren Endkundenpreis. Um dennoch hinreichend Investitionsanreize zu setzen, muss die Regulierung in Kombination mit staatlicher Ausbauförderung eine angemessene Balance finden.

¹⁹ Zudem spielt die langfristige Festlegung auf ein Regulierungsregime beziehungsweise das Regulierungsrisiko eine wichtige Rolle bei einer Investitionsentscheidung.

In Deutschland stehen flächendeckend sechs Megabit zur Verfügung

Die Breitbandverfügbarkeit hat sich in den vergangenen Jahren leitungsgebunden sowie mobil stetig verbessert. Derzeit kann zumindest ein Großteil der privaten Nachfrage hinreichend bedient werden (Abbildung 5).

Die Breitbandgeschwindigkeit in Deutschland hat sich in den vergangenen sieben Jahren deutlich gesteigert. 2010 hatten zwar schon nahezu 100 Prozent der Haushalte Zugang zu einem Anschluss mit mindestens einem Mbit/s und 81,7 Prozent mit mindestens sechs Mbit/s, aber nur 39,5 Prozent verfügten über 50 Mbit/s oder mehr. Im Jahr 2017 standen dann schon fast 100 Prozent der Haushalte Bandbreiten mit mindestens sechs Mbit/s und sogar knapp 77 Prozent 50 Mbit/s oder mehr zur Verfügung.

Aufgeschlüsselt nach leitungsgebundenen und mobilen Technologien zeigt sich, dass die flächendeckende Versorgung mit niedrigen Breitbandgeschwindigkeiten sowohl durch mobile als auch leitungsgebundene Technologien gegeben ist. Über 98 Prozent der deutschen Haushalte können einen mobilen Anschluss mit mehr als einem Mbit/s nutzen und etwa 97 Prozent haben die Möglichkeit, einen leitungsgebundenen Kupferkabelanschluss von mindestens einem Mbit/s nachzufragen. Jedoch können höhere Breitbandgeschwindigkeiten von mehr als 16 Mbit/s zur Zeit überwiegend nur von leitungsgebundenen Technologien bereitgestellt werden (Abbildung 6). Lediglich 6,6 Prozent der Haushalte haben einen mobilen Zugang mit mehr als 16 Mbit/s. Demgegenüber steht etwa 49 Prozent aller Haushalte ein Kupferkabelanschluss mit über 50 Mbit/s zur Verfügung (Abbildung 7).²⁰

TV-Kabelnetze decken etwa 64 Prozent der Haushalte ab. Diese befinden sich primär im städtischen oder halbstädtischen Bereich. Anders als bei Kupferkabelanschlüssen variiert die Leistungsfähigkeit von TV-Kabelanschlüssen kaum und quasi alle an das Netz angeschlossenen Haushalte könnten einen Anschluss mit über 50 Mbit/s beziehen. Mit knapp sieben Prozent Verfügbarkeit spielen Glasfaseranschlüsse noch eine geringe Rolle bei der Bereitstellung von Breitbandzugängen.

Nachfrage nach schnellem Internet steigt

Nachfrageseitig sind Kupferkabelanschlüsse die Technologie mit dem größten Marktanteil, während die Glasfasertechnologie mit ein bis zwei Prozent nur eine nachgelagerte Rolle spielt. Die Bundesnetzagentur weist jedoch aus, dass die Zahl der vermarkteten Glasfaseranschlüsse zwischen 2013 und 2016 von 200 000 auf 600 000 gestiegen ist.²¹

²⁰ Vgl. BMWI/TÜV Rheinland (2017): Bericht zum Breitbandatlas Mitte 2017 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (online verfügbar).

²¹ Dialog Consult weist für Deutschland im Jahr 2017 bereits rund 2,4 Millionen verfügbare und 747.000 vermarktete Glasfaseranschlüsse aus. Vgl. Dialog Consult / VATM (2017): 19. TK-Marktanalyse Deutschland, 20.

Abbildung 5

Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit in Deutschland In Prozent der abgedeckten privaten Haushalte (alle Technologien)



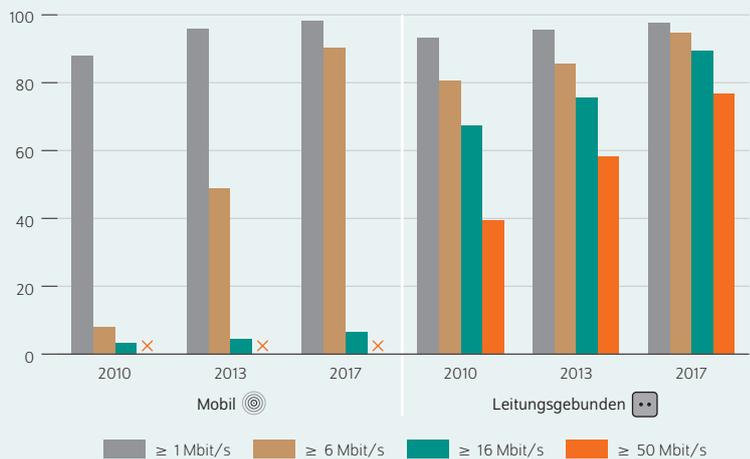
Quelle: Breitbandatlas (2017).

© DIW Berlin 2018

Die Breitbandverfügbarkeit bis sechs Mbit/s liegt inzwischen bei fast 100 Prozent.

Abbildung 6

Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit nach leitungsgebundenen und mobilen Technologien In Prozent aller privaten Haushalte in Deutschland



Quelle: Breitbandatlas (2017).

© DIW Berlin 2018

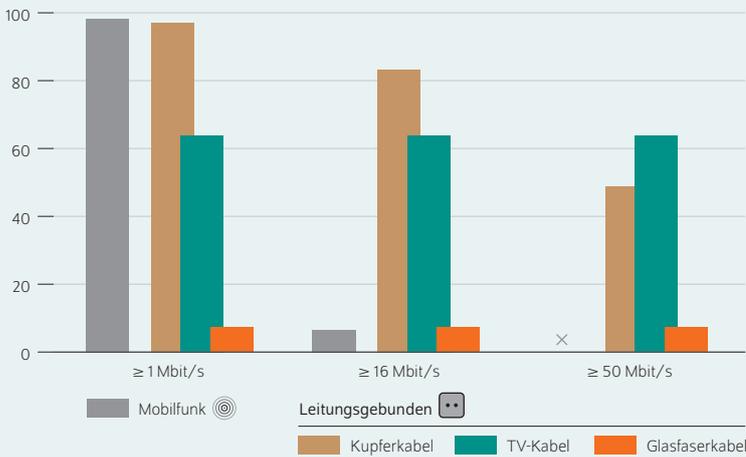
Mobile Technologien können bei hohen Bandbreiten nicht mithalten.

TV-Kabelanschlüsse konnten ihren Marktanteil von 15 Prozent im Jahr 2012 auf 22,5 Prozent im Jahr 2016 ausbauen (Abbildung 8).

Die Zahl der Mobilfunkteilnehmer, gemessen an genutzten SIM-Karten, stagnierte zwischen 2010 und 2015 – derzeit sind mehr als 130 Millionen SIM-Karten in Deutschland

Abbildung 7

Breitbandverfügbarkeit für ausgewählte Technologien
In Prozent der Haushalte in Deutschland, Juni 2017



Quelle: Breitbandatlas (2017).

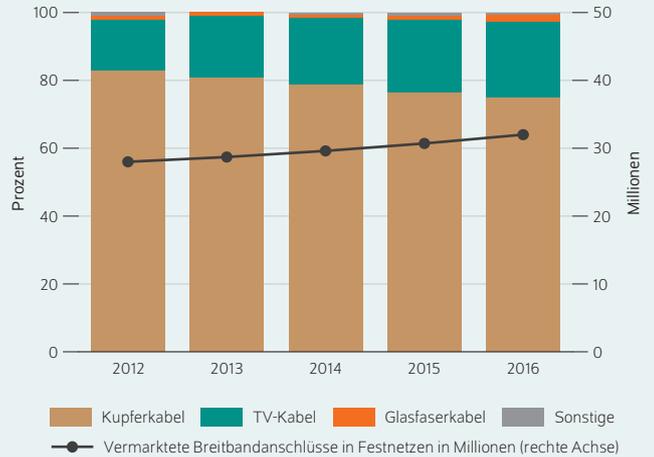
© DIW Berlin 2018

Bei 50 Mbit/s ist die TV-Kabelverfügbarkeit am höchsten.

Abbildung 8

Leitungsgebundene Technologien am deutschen Breitbandmarkt

Marktanteil in Prozent (linke Achse); Anzahl vermarkteter Breitbandanschlüsse in Millionen (rechte Achse)



Quelle: Bundesnetzagentur (2015, 2017).

© DIW Berlin 2018

Der Marktanteil von Kupferkabelanschlüssen sinkt zugunsten der gigabitfähigen Anschlüsse.

in Benutzung. Demgegenüber steht ein stetiger Anstieg des genutzten Datenvolumens: Zwischen 2010 und 2017 nahm der Datenumsatz um das 22-Fache zu. Im Jahr 2017 überschritt dieser erstmalig die Eine-Milliarde-Gigabyte-Marke. Damit stieg auch das monatlich genutzte Datenvolumen pro SIM-Karte von 0,05 GB im Jahr 2010 auf 0,93 GB im Jahr 2017 stark an.²² Ein vergleichbarer Anstieg der Datenmengen zeigt sich auch bei den Festnetz-Breitbandanschlüssen (Abbildung 9).

Kein Land der weißen Flecken mehr, aber viele lokale Lücken bei der Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von schnellem Internet variiert regional sehr stark. Bei der Versorgung der privaten Haushalte mit Bandbreiten von über 50 Mbit/s sticht insbesondere ein West-Ost-Gefälle heraus. In den neuen Ländern werden in den meisten Regionen nur bis zu drei Viertel der Haushalte mit einer entsprechenden Bandbreite versorgt. In den alten Ländern sind dies in der überwiegenden Zahl der Regionen bis zu 95 Prozent (Abbildung 10).

Jedoch täuscht dieses Bild darüber hinweg, dass auch innerhalb der Regionen die Anbindung an die schnellen Datenübertragungswege äußerst unterschiedlich ist. So sind die Ballungsräume meist sehr gut angeschlossen, während im gering besiedelten Umland schnell weniger als die Hälfte

aller Haushalte über eine Anbindung von mehr als 16 Mbit/s verfügen (Abbildung 10). Zusätzlich kommt es innerhalb von Städten dazu, dass benachbarten Straßenzügen äußerst unterschiedliche Bandbreiten zur Verfügung stehen.

Die mangelnde Verfügbarkeit hoher Breitbandgeschwindigkeiten für gewerbliche Kunden wird als Hindernis für die wirtschaftliche Weiterentwicklung einer Region angesehen.²³ Auch in diesem Bereich zeichnet sich ein heterogenes Bild ab: Die Ballungsräume sind meist sehr gut ausgestattet, während im ländlichen Raum die Versorgung deutlich abfällt. Hier gibt es häufig nur punktuell Standorte, in denen Bandbreiten von 50 Mbit/s und mehr möglich sind. Eine flächendeckende Anbindung aller Standorte – so wie im Koalitionsvertrag vereinbart – erscheint aufgrund der derzeitigen Versorgungssituation sehr ambitioniert.

Bemerkenswert ist angesichts des immer wieder geäußerten erheblichen Bedarfs allerdings, dass von den rund 2,4 Millionen verfügbaren Glasfaseranschlüssen im Jahr 2017 lediglich 747.000 vermarktet waren²⁴. Dies lässt jedoch nicht auf mangelndes Potential der Glasfasertechnologie schließen; der Glasfaserausbau stellt eine wichtige Investition in die Zukunft dar. Vielmehr bremsen derzeit eine noch nicht

²² Vgl. Bundesnetzagentur (2017): Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2016/2017, 23, 28 (online verfügbar).

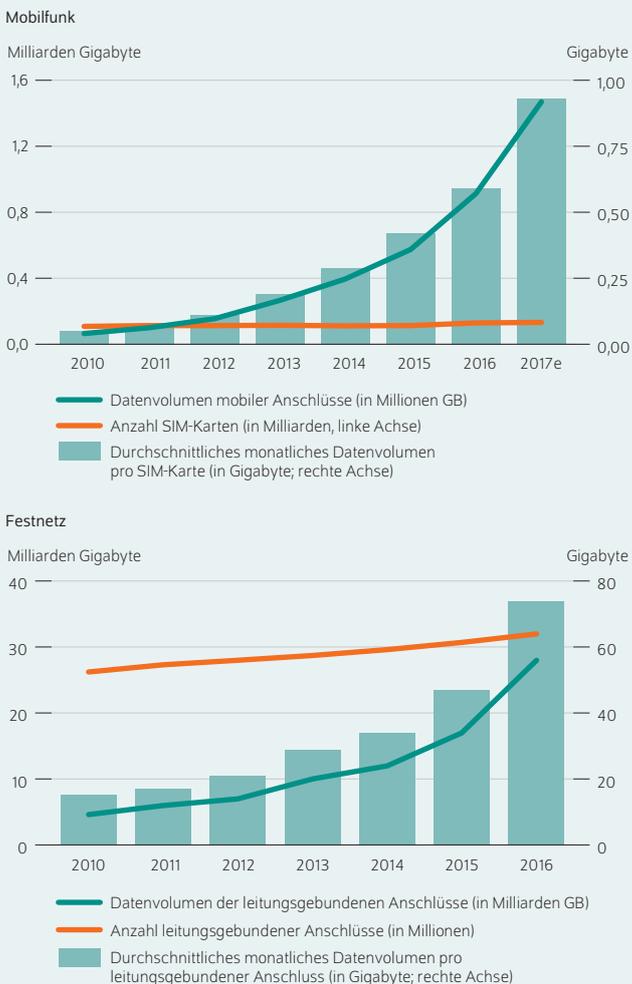
²³ Vgl. für den Standort Deutschland DIHK (2017): Umfrage Netzwerk Industrie 2017, Industriestandort Deutschland, Zwei Schritte vor, einer zurück. Oder in der akademischen Diskussion bspw. George S. Ford und Thomas M. Koutsky (2005): Broadband and economic development: A municipal case study from Florida. Review of urban & regional development studies 17.3, 216–229.

²⁴ Dialog Consult / VATM (2017): a. a. O.

Abbildung 9

Entwicklung der Nutzerzahl und des Datenvolumens im deutschen Mobilfunk- und Festnetz

In Milliarden Gigabyte (linke Achse); Anzahl in Milliarden (linke Achse); Gigabyte (rechte Achse)



Quelle: Bundesnetzagentur (2016/2017).

© DIW Berlin 2018

Das Wachstum des Datenvolumens bei Mobilfunk und Festnetz ist ungebrochen.

hinreichend große Zahlungsbereitschaft und die hohen Ausbaukosten sowohl die Nachfrage- als auch die Angebotsentwicklung. Jedoch prognostiziert das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK), dass bis zum Jahr 2025 rund 85 Prozent der deutschen Haushalte mehr als 150 Mbit/s und 30 Prozent mehr als ein Gbit/s an Breitbandgeschwindigkeit nachfragen werden.²⁵ Im Zeitraum 2012 bis 2017 ist nicht nur eine deutliche Zunahme der verfügbaren und der vermarkteten Glasfaseranschlüsse, sondern ebenfalls ein leichter Anstieg des Anteils der vermarkteten an den verfügbaren Anschlüssen (Take-Up-Rate) zu beobachten (Abbildung 11).

Akteure im Gigabitnetzausbau sollten kooperieren

Die Deutsche Telekom stellt etwa ein Drittel der verfügbaren Glasfaseranschlüsse bereit. Ihre Wettbewerber sind in der Regel Stadtwerke in Regionen mit hoher Bevölkerungsdichte – wie Netcologne (Köln), M-Net (München) oder WilhelmTel (Norderstedt/Hamburg). Bei den vermarkteten Anschlüssen hielten diese im Jahr 2017 fast 90 Prozent.²⁶ Im vergangenen Jahr überstieg sogar die Kundenzahl bei Glasfaseranschlüssen von Netcologne mit 230 000 zahlenden Haushalten erstmals die der Deutschen Telekom.²⁷ Zusätzlich stärken seit kurzer Zeit private Betreiber wie die Unternehmensgruppe Deutsche Glasfaser den Ausbau in ländlichen Gebieten, da sie diesen dort unter anderem durch den Einsatz des Micro-Trenching²⁸-Verfahrens kosteneffizienter gestalten können.²⁹

Die Investitionskosten für einen flächendeckenden Glasfaserausbau werden auf rund 30 Milliarden Euro geschätzt.³⁰ Aufgrund dieser hohen Investitionsanforderungen sind Bestrebungen für Ausbaukooperationen sowohl zwischen Telekommunikations(TK)-Unternehmen als auch zwischen TK-Unternehmen und Betrieben der Energie- und Wasserversorgung (meist Stadtwerke) zu beobachten. Diese können vom gemeinsamen Ausbau und den Betrieb der Infrastruktur bis zu einer getrennten Errichtung und bevorzugten Zugangsgewährung reichen. Die postulierten Vorteile sind die Teilung der Ausbaukosten und die Streuung des Risikos, das aufgrund der unsicheren Nachfrageentwicklung und der langen Amortisationszeiträume besteht.

Problematisch sind diese Kooperationen jedoch, wenn sie den Wettbewerb einschränken. Das Bundeskartellamt betrachtet Ausbaukooperationen in dem vom Markt unterversorgten Gebieten, den sogenannten weißen Flecken, als unkritisch.³¹ Insbesondere in diesen Gebieten setzen die staatlichen Förderprogramme von EU- bis zur Länderebene an. Bis 2017 sind insgesamt rund vier Milliarden Euro in Bundesförderprogrammen für kofinanzierte Ausbauprojekte von Breitbandgeschwindigkeiten mit mindestens 50 Mbit/s zur Verfügung gestellt worden. Der Bundesfördersatz beträgt in der Regel 50 Prozent, in strukturschwachen Regionen bis zu 70 Prozent.³² Spitzenreiter beim

²⁶ Eine ähnliche Marktaufteilung zeigt sich auch für den Mobilfunk. Hier hielten die Deutsche Telekom, Telefónica und Vodafone Anteile von jeweils einem Drittel des Marktes der 132 Millionen aktiven SIM-Karten (2017).

²⁷ Golem.de (2017): Wer in Deutschland die meisten Glasfaseranschlüsse verlegt (online verfügbar).

²⁸ Trenching beschreibt ein Verfahren zur Verlegung von Rohren für Glasfaserleitungen durch das Fräsen schmaler Gräben und Schlitzlöcher in Böden und Asphalt. Diese Verlegungsmethode ermöglicht eine schnelle Fertigstellung von Leerrohr- und Glasfasertrassen. Die unterschiedlichen Trenchingverfahren, Micro-, Mini- und Macrotrenching, unterscheiden sich in der Tiefe und Breite der realisierten Verlegefuge sowie in der Frästechnik.

²⁹ Bertelsmann Stiftung (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa, 27.

³⁰ Vgl. Torsten Gerpott (2017): a. a. O., 21.

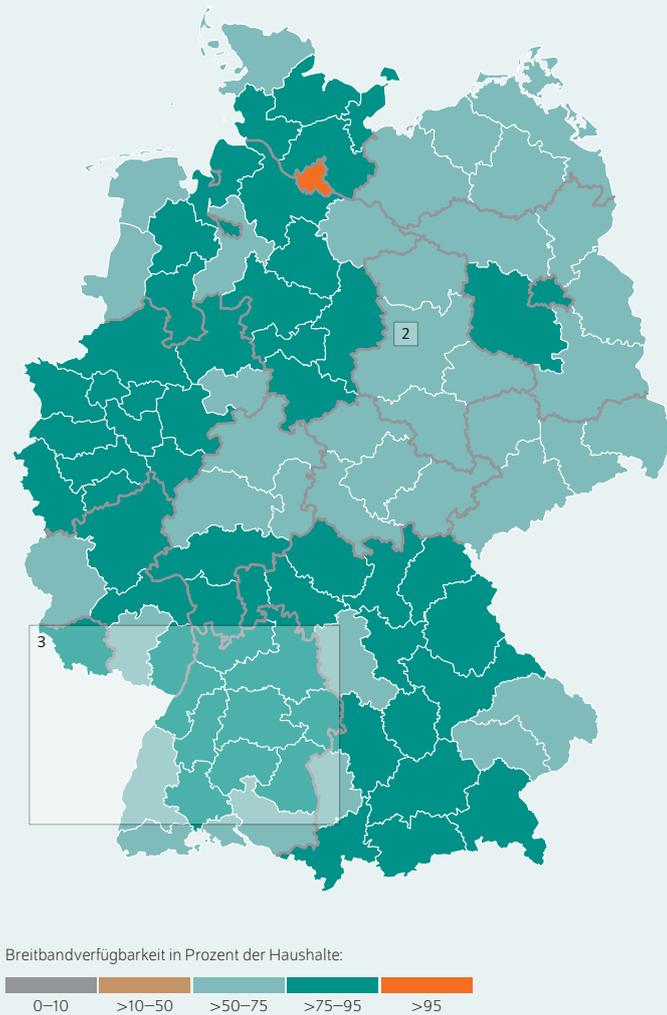
³¹ Vgl. Monopolkommission (2017): Telekommunikation 2017 – Auf Wettbewerb bauen!, Sondergutachten 78, 61f.

³² Vgl. Monopolkommission (2017): a. a. O., 65.

Abbildung 10

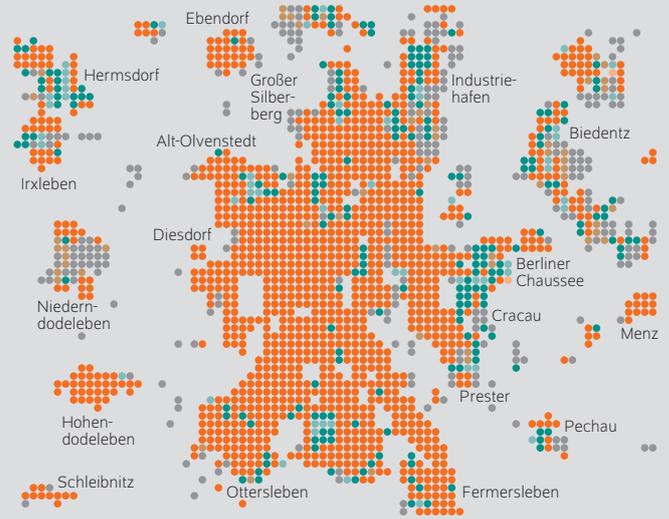
Breitbandverfügbarkeit nach Regionen von mehr als 50 Megabit/Sekunde
In Prozent (leitungsgebunden und mobil)

1. Private Haushalte in Deutschland (Planungsregionen)

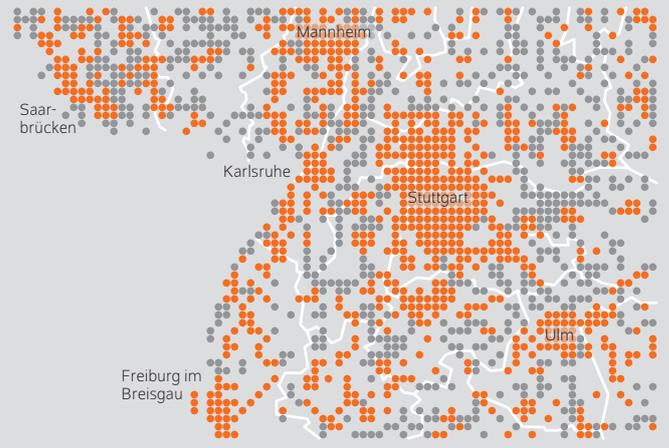


Quelle: Breitbandatlas (online verfügbar).

2. Private Haushalte im Raum Magdeburg



3. Südwestdeutschland nach Gewerbestandorten



© DIW Berlin 2018

Relativ homogene Breitbandverfügbarkeit in Deutschland, aber große Unterschiede innerhalb der Regionen.

Abrufen dieser Subventionen ist mit 823 Millionen Euro Mecklenburg-Vorpommern.³³ Bayern und Baden-Württemberg beantragen verhältnismäßig wenig Förderung, welches möglicherweise auf die gut finanzierten eigenen Förderprogramme zurückzuführen ist.³⁴

Bei der Förderung wird grundsätzlich zwischen zwei Modellen unterschieden. Das Deckungslückenmodell erlaubt es Kommunen, überregionale TK-Unternehmen mit dem Breitbandausbau zu beauftragen, indem es die

„Rentabilitätslücke“ mit Fördermitteln schließt. Das Betreibermodell hingegen fördert den Ausbau der Kommunen in Eigenregie. Demnach unterscheiden sich die Modelle in der Teilung des Investitionsrisikos, welches bei letzterem bei den Kommunen liegt. Andererseits unterstützt das Betreibermodell verstärkt den Glasfaserausbau, da hier Gemeinden zukunftsorientierter gesamtwirtschaftliche Interessen der Region berücksichtigen.³⁵

Anzumerken bleibt, dass derzeit bürokratische Verfahren sowie die große Heterogenität der Länderförderungsprogramme den Abruf der bereitgestellten Bundesfördermittel

³³ Hierbei handelt es sich um bewilligte Fördermittel. Im Zeitraum 2015 bis 2017 hat das BMVI in den ersten vier Förderaufrufen rund 3,1 Milliarden Euro bewilligt. Jedoch wurden nach Angaben der Bundesregierung davon bislang nur 26,6 Millionen Euro ausgezahlt.

³⁴ Vgl. Monopolkommission (2017): a. a. O., 66.

³⁵ Bertelsmann Stiftung (2017): Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa, S. 27; Monopolkommission (2017): a. a. O., 71f.

erschweren. So blieben 2017 rund 667 Millionen Euro ungenutzt.³⁶ Diese Probleme sollten berücksichtigt werden, wenn eine massive Aufstockung der Fördermittel für den Breitbandausbau geplant wird.³⁷

Schlussfolgerungen: Balanceakt zwischen Förderung und Regulierung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass der Ausbaustand der deutschen Gigabitnetze noch deutlich hinter den im Koalitionsvertrag gesteckten Zielen zurückbleibt. Auch im internationalen Vergleich ist die Infrastruktur in Deutschland weit unterdurchschnittlich entwickelt. Dies gilt unabhängig von der betrachteten Technologie. Um bis zum Jahr 2025, wie im Koalitionsvertrag vereinbart, flächendeckend eine Gigabitinfrastruktur aufzubauen, bedarf es einer geeigneten Kombination von privatwirtschaftlich getriebenem Ausbau und wirksamer staatlicher Förderpolitik.

Für den weiteren privatwirtschaftlichen Ausbau durch Unternehmen der Telekommunikationswirtschaft sind die regulatorischen Rahmenbedingungen entscheidend. Hier muss die Balance zwischen zwei Extremen gewahrt werden. Einerseits darf die Zugangsregulierung der Netzbetreiber nicht zu strikt ausgestaltet sein, damit privatwirtschaftliche Anreize, in diese Infrastruktur zu investieren, gewährleistet sind. Andererseits sollte die Regulierung nicht generell ausgesetzt werden, um den Wettbewerb zwischen Telekommunikationsdiensteanbietern grundsätzlich sicherzustellen.

Auch unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Regulierung wird der privatwirtschaftliche Ausbau aller Voraussicht nach nicht flächendeckend erfolgen, weil es auch in Zukunft Gebiete geben wird, in denen die Ausbauposten zu hoch und die erwartete Zahlungsbereitschaft der Haushalte zu gering sein wird. Um tatsächlich eine flächendeckende Gigabitnetzversorgung zu erreichen, wird daher weiterhin eine staatliche Förderung in solchen „weißen Flecken“ notwendig sein.

Die bisherigen Erfahrungen mit der staatlichen Förderung des Ausbaus der Gigabitinfrastruktur zeigen, dass diese durchaus wirksam sein kann, das heißt tatsächlich zu einem verstärkten Ausbau führt. Inwiefern dieser Ausbau in einer

³⁶ Monopolkommission (2017): a. a. O., 74, BMF (2018): Schriftliche Anfrage (online verfügbar).

³⁷ Tomaso Duso, Mattia Nardotto, Jo Seldeslachts (2018) analysieren in diesem Zusammenhang die Wirkung von Breitband-Förderprogrammen in Deutschland am Beispiel Niedersachsens und Bayerns, vgl. den folgenden Bericht in dieser Ausgabe: Ausbau der deutschen Grundbreitbandversorgung: Lehren aus der Vergangenheit mahnen zur Besonnenheit. DIW Wochenbericht Nr. 25, 543ff.

Abbildung 11

Verfügbare und vermarktete Glasfaser-Anschlüsse in Deutschland

In Millionen; Anteil der vermarkteten an den verfügbaren Glasfaseranschlüssen in Prozent



Quelle: Dialog Consult/VATM (2017).

© DIW Berlin 2018

Der Anteil der vermarkteten an den verfügbaren Anschlüssen steigt seit zwei Jahren.

Kosten-Nutzen-Abwägung auch effizient ist, ist jedoch noch unklar.³⁸ Um den optimalen Ausbaupfad zu erreichen, sollte der gewählte Maßnahmen-Mix im Sinne einer evidenzbasierten Wirtschaftspolitik mit empirischen Analysen fundiert werden. Dies betrifft sowohl zukunftsgerichtete Folgeabschätzung (Impact Assessments, wie sie auch bei entsprechenden Regulierungsmaßnahmen auf EU-Ebene die Regel sind) als auch rückblickende Ex-post-Evaluationen, um die tatsächliche Wirksamkeit von Maßnahmen zu bewerten. Insbesondere sollte nach dem Vorbild der Europäischen Kommission ein verpflichtendes und systematisches Folgenabschätzungsverfahren für Regulierungsmaßnahmen eingeführt werden, in dem von der Bundesnetzagentur unabhängige Gutachten beauftragt werden.

³⁸ Vgl. Tomaso Duso, Mattia Nardotto und Jo Seldeslachts (2018): a. a. O.

IMPRESSUM



DIW Berlin — Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

www.diw.de

Telefon: +49 30 897 89-0 Fax: -200

85. Jahrgang 21. Juni 2018

Herausgeberinnen und Herausgeber

Prof. Dr. Tomaso Duso; Dr. Ferdinand Fichtner; Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.;
Prof. Dr. Peter Haan; Prof. Dr. Claudia Kemfert; Prof. Dr. Alexander Kriwoluzky;
Prof. Dr. Stefan Liebig; Prof. Dr. Lukas Menkhoff; Prof. Johanna Möllerström,
Ph.D.; Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.; Prof. Dr. Jürgen Schupp;
Prof. Dr. C. Katharina Spieß

Chefredaktion

Dr. Gritje Hartmann; Mathilde Richter; Dr. Wolf-Peter Schill

Lektorat

Prof. Dr. Martin Gornig; Felix Weinhardt, Ph.D.; Dr. Astrid Cullmann

Redaktion

Renate Bogdanovic; Dr. Franziska Bremus; Rebecca Buhner;
Claudia Cohnen-Beck; Dr. Daniel Kemptner; Sebastian Kollmann;
Matthias Laugwitz; Markus Reiniger; Dr. Alexander Zerrahn

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice, Postfach 74, 77649 Offenburg

leserservice@diw.de

Telefon: +49 1806 14 00 50 25 (20 Cent pro Anruf)

Gestaltung

Roman Wilhelm, DIW Berlin

Umschlagmotiv

© imageBROKER / Steffen Diemer

Satz

Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

ISSN 0012-1304; ISSN 1860-8787 (online)

Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit
Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an den
Kundenservice des DIW Berlin zulässig (kundenservice@diw.de).

Abonnieren Sie auch unseren DIW- und/oder Wochenbericht-Newsletter
unter www.diw.de/newsletter