

## Ausbau von Gigabitnetzen:

# Wettbewerb und Regulierung

*Eine Studie im Auftrag des Verbands der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM)*

Berlin, 2. Februar 2018

**DIW Econ GmbH**

Mohrenstraße 58

10117 Berlin

Kontakt:

Dr. Anselm Mattes

Tel. +49.30.20 60 972 - 0

Fax +49.30.20 60 972 - 99

[service@diw-econ.de](mailto:service@diw-econ.de)

## Kurzfassung

*Gigabitnetze sind Voraussetzung für digitale Innovationen und Wachstum*

Gigabitnetze sind von maßgeblicher Bedeutung für die Entwicklung der deutschen Volkswirtschaft und deren zukünftige Wettbewerbsfähigkeit. Dabei kommt es nicht nur auf die reine Verfügbarkeit einer gigabitfähigen Breitbandinfrastruktur an, sondern insbesondere auf ein hochwertiges und zugleich günstiges Angebot an Breitbanddienstleistungen, die den Nutzern (sowohl Privat- als auch Geschäftskunden) zur Verfügung stehen. **Um dies zu gewährleisten, ist ein stark ausgeprägter Wettbewerb unter Telekommunikationsdiensteanbietern eine notwendige Voraussetzung.** Alternativ drohen folgende volkswirtschaftliche Kosten:

- Höhere Preise sowie eine geringere Dienstqualität und -vielfalt schaden Privat- und Geschäftskunden. Insbesondere für Geschäftskunden stellt das Fehlen innovativer und maßgeschneiderter Lösungen, die die spezifischen Bedürfnisse ihrer individuellen Geschäftsmodelle erfüllen, ein erheblicher Nachteil im internationalen Wettbewerb dar.
- Das Potential digitaler Innovationen bliebe ungenutzt und in der langen Frist könnten deutsche Unternehmen in der globalisierten Wirtschaft an Bedeutung verlieren, die digitale Kluft zunehmen und der Anschluss an globale digitale Wertschöpfungsnetzwerke verloren gehen.
- Die Integration in den Welthandel könnte rückläufig sein und damit die Außenhandelsposition der deutschen Volkswirtschaft geschädigt werden.

Es besteht die Gefahr, dass der Wirtschaftsstandort Deutschland seine jetzige Bedeutung verliert und im internationalen Vergleich zunehmend abgehängt wird.

*Aktuelle Situation im deutschen Breitbandmarkt*

Deutschland hinkt im internationalen Vergleich beim Glasfaserausbau bereits heute deutlich hinterher. Diese Verzögerung spiegelt sich in (im Durchschnitt) relativ niedrigen verfügbaren Breitbandgeschwindigkeiten wider. Der Großteil des Bundesgebietes wird nach wie vor nicht von Glasfaserinfrastruktur bis zum Endkunden abgedeckt. Der überwiegende Anteil derzeit bestehender „echter“ Glasfaseranschlüsse wird durch die Wettbewerber der DTAG bereitgestellt. Letztere setzt nach wie vor primär auf DSL-Anschlüsse, die auf die bestehende Kupferinfrastruktur aufsetzen. Obwohl DSL-Anschlüsse die momentane Nachfrage nach Bandbreite vor allem im Privatkundenbereich weitgehend

bedienen kann, werden DSL-Technologien (inklusive FTTC/Vectoring) absehbar nicht mehr ausreichend leistungsfähig sein.

#### *Aktuelle Investitionshemmnisse für den Glasfasernetzausbau*

Der relative langsame FTTH/B-Ausbau ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Der Ausbau ist zum einen mit hohen Kosten verbunden, während die Nachfrage nach bzw. die Zahlungsbereitschaft für Gigabitnetzanschlüsse nur graduell anwächst. Zum anderen setzt das marktbeherrschende Unternehmen, die DTAG, ihren primären Fokus auf FTTC-Vectoring, weshalb der FTTH/B-Ausbau – also Glasfaserausbau auf der letzten Meile – vonseiten des Incumbents schleppender vorangeht als möglich. Zudem herrscht eine allgemeine Ungewissheit über die zukünftige Ausgestaltung der Regulierung und aktuelle wirtschaftspolitische Entscheidungen, welche die bestehende Infrastruktur begünstigen, bremsen ebenfalls den FTTH/B-Ausbau und erleichtern es der DTAG, bei bestehender Marktabgrenzung ihre marktmächtige Stellung in die Gigabitnetzwelt zu „migrieren“. All diese Faktoren wirken investitionshemmend. Des Weiteren ist festzuhalten, dass ein flächendeckender privatwirtschaftlicher Ausbau nicht stattfinden wird. Es wird Regionen geben, in denen ein Ausbau ohne staatliche Förderung nicht stattfinden wird, weil die Nachfrage auch in der längeren Frist die Ausbaukosten nicht decken wird.

#### *Regulierung(sferien) und privatwirtschaftlicher Ausbau*

In der aktuellen wirtschaftspolitischen Diskussion wird ein Zurückfahren der Zugangsregulierung bis hin zu Regulierungsferien – dem Aussetzen einer Zugangsregulierung – diskutiert. Zwar ist anzunehmen, dass eine geringere Regulierungsintensität aufgrund der Möglichkeit, höhere Preise am Markt durchzusetzen, den Ausbau durch die DTAG positiv beeinflusst. Trotzdem würde dies keinen flächendeckenden privatwirtschaftlichen Ausbau bewirken, da die individuellen Zahlungsbereitschaften die Ausbaukosten trotz höherer Anschlusspreise nicht in allen Gebieten nach decken werden. Es ist daher davon auszugehen, dass die erhoffte ausbaufördernde Wirkung von Regulierungsferien nicht im gewünschten Maße eintritt.

Eine Lockerung der bestehenden Zugangsregulierung bis hin zu Regulierungsferien geht einher mit (a) einem erschwerten Zugang zur Netzinfrastruktur für Wettbewerber und (b) einer geringeren Zugangsentsgeltkontrolle. Negative Konsequenzen, die sich daraus für den Endkunden ergeben, sind: höhere Preise, geringerer Innovationswettbewerb der Anbieter, niedrigere Dienste- und Servicequalität, geringere Dienstvielfalt und weniger maßgeschneiderte Lösungen für Geschäftskunden. Zudem steigt

die Wahrscheinlichkeit, dass ein volkswirtschaftlich ineffizienter Mehrfachausbau der zugrundeliegenden Infrastruktur erfolgt.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht trägt am Ende ohnehin die Bevölkerung die Kosten des Gigabitnetzausbaus – sei es als Nutzer von Telekommunikationsdiensten in Form höherer Anschlusspreise oder als Steuerzahler über den Umweg eines höheren Subventionsbedarfs. **Daher ist eine angemessene Zugangsregulierung die bessere Alternative, da mittels einer offenen Netzinfrastruktur die Vorzüge des Wettbewerbs hinsichtlich Qualität, Vielfalt und Innovationen gewährleistet werden können.**

#### *Wirtschaftliche Wachstumseffekte durch Wettbewerb auf der Diensteebene*

Anhand einer illustrativen Modellrechnung basierend auf empirischen Ergebnissen aus der wissenschaftlichen Literatur kann gezeigt werden, dass eine hohe Verbreitung hochqualitativer Breitbandanschlüsse positiv auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum wirkt. **Mit Regulierungsferien wäre eine geringere Wettbewerbsintensität verbunden, was wiederum zu höheren Preisen, niedrigerer Anschlussqualität sowie einer geringeren Breitbandverbreitung führt. Im Ergebnis würden wirtschaftliche Wachstumspotentiale ungenutzt bleiben.**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>i</b>
Inhaltsverzeichnis.....	iv
Abbildungsverzeichnis.....	v
Tabellenverzeichnis.....	vi
Abkürzungsverzeichnis.....	vi
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Aktuelle Situation im deutschen Breitbandmarkt</b> .....	<b>2</b>
2.1 Der deutsche Breitbandmarkt im internationalen Vergleich .....	3
2.2 Der deutsche Breitbandmarkt im Fokus.....	4
2.3 Wird Deutschland ein „digitales Entwicklungsland“?.....	10
<b>3. Glasfasernetzausbau, Wettbewerb und Regulierung</b> .....	<b>14</b>
3.1 Investitionsanreize in den Glasfasernetzausbau .....	14
3.1.1 Theoretische Diskussion.....	15
3.1.2 Empirische Evidenz.....	19
3.2 Vectoring-Regulierungsentscheidungen.....	27
3.3 Regulierungsferien für DTAG .....	30
<b>4. Volkswirtschaftliche Kosten fehlenden Wettbewerbs in Gigabitnetzen</b> .....	<b>34</b>
4.1 Folgen für Konsumentinnen und Konsumenten.....	36
4.2 Digitale Innovationen, Produktivität und Wachstum .....	40
4.2.1 Gigabit-Breitband: Universaltechnologie und Innovationsgrundlage.....	41
4.2.2 Produktivitätswachstum durch digitale Innovationen .....	42
4.3 Der Einfluss von Gigabitnetzen auf den deutschen Außenhandel .....	47
4.4 Wirtschaftswachstum: Gigabitinfrastruktur mit Dienstewettbewerb.....	50
<b>5. Fazit und Ausblick</b> .....	<b>56</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>58</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Durchschnittliche nachgefragte Breitbandgeschwindigkeit im internationalen Vergleich, Q1/2017 .....	3
Abbildung 2-2:	FTTH/B-Anschlüsse in der OECD – Anteil der nachgefragten Glasfaseranschlüsse am Gesamtbreitbandmarkt.....	4
Abbildung 2-3:	Breitbandnachfrage – Vermarktete Breitbandanschlüsse nach Geschwindigkeit über die Zeit .....	5
Abbildung 2-4:	Technologien und Anforderungen an Gigabitnetze .....	6
Abbildung 2-5:	Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit in Deutschland – Prozent der abgedeckten privaten Haushalte.....	7
Abbildung 2-6:	Breitbandverfügbarkeit für ausgewählte Technologien (Mitte 2017) .....	7
Abbildung 2-7:	Gesamte vermarktete Breitbandanschlüsse in Millionen nach Technologien aufgeschlüsselt .....	8
Abbildung 2-8:	Verfügbarkeit und aktive FTTH/B-Anschlüsse .....	9
Abbildung 2-9:	Investitionen in Sachanlagen in Mrd. Euro – DTAG und Wettbewerber.....	11
Abbildung 3-1:	Schematische Darstellung zu der Interdependenz zwischen Regulierung und Ausbauanreize .....	18
Abbildung 3-2:	FTTH/B-Verfügbarkeit in Europa 2016 .....	20
Abbildung 3-3:	Infrastrukturwettbewerb – Verfügbarkeit von TV-Kabel und FTTH/B in Prozent der Haushalte .....	25
Abbildung 3-4:	Glasfaserausbau bei Regulierungsferien .....	32
Abbildung 4-1:	Effekte eines höheren Preises auf die Konsumentenrente aufgrund mangelnden Wettbewerbsdruck.....	37
Abbildung 4-2:	Effekte eines höheren Preises sowie geringerer Innovationstätigkeit auf die Konsumentenrente durch mangelnden Wettbewerbsdruck .....	40
Abbildung 4-3:	Vergrößerung der digitalen Kluft: Entwicklung des (Arbeits-)Produktivitätswachstums weltweit von 2001-2009 (2001=0) .....	44
Abbildung 4-4:	Digitale Innovationen auf Unternehmensebene führen zu makroökonomischen Produktivitätszuwächsen.....	45
Abbildung 4-5:	Effekte auf den Außenhandel.....	49
Abbildung 4-6:	Gesamtwirtschaftliche Effekte einer marktbeherrschenden Stellung im Glasfasersegment – Reduzierung der Glasfaserpenetration um 10%.....	53

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Betreiber von FTTH/B-Anschlüssen in Deutschland (2017).....	10
Tabelle 3-1:	Multivariate Regressionsanalyse der FTTH/B-Verfügbarkeit 2016 .....	26
Tabelle 4-1:	Anforderungen zukünftiger Technologien an Breitbandnetze.....	47
Tabelle 4-2:	Gesamtwirtschaftliche Effekte: Wettbewerbsfall vs. marktbeherrschendes Unternehmen .....	54

## Abkürzungsverzeichnis

BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMVi	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DTAG	Deutsche Telekom AG
FTTC	Fiber to the Curb
FTTH/B	Fiber to the home / building
HFC	Hybrid Fiber Coax
KVz	Kabelverzweiger
HVt	Hauptverteiler
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
TKG	Telekommunikationsgesetz
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
xDSL	Verschiedene Arten von DSL-Techniken

## 1. Einleitung

Technologischer Fortschritt ist der Motor unserer Gesellschaft und die Digitalisierung eine der entscheidenden Antriebsformen. Der Treibstoff für den digitalen Wandel sind die Daten und neue Geschäftsmodelle, wohingegen die Gigabitnetze die Transportwege darstellen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gab in seiner Digitalen Strategie 2025 aus dem Jahr 2016 an, dass die Wirtschaftsleistung in Deutschland bis 2020 potentiell zusätzlich um 82 Milliarden Euro steigen könnte, wenn digitale Technologien und die Fähigkeiten zu ihrer Nutzung von deutschen Unternehmen konsequent vorangetrieben werden.<sup>1</sup>

Die zentrale Grundvoraussetzung, um dieses Potential zu nutzen, 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. Nur 2 Prozent der deutschen Haushalte werden aktuell durch Glasfaseranschlüsse versorgt. In anderen Ländern liegt der Anteil der mit FTTH/B (Fiber to the home / building) versorgten Haushalte bei bereits mehr als 50 Prozent.<sup>2</sup>

Ein flächendeckender Ausbau ist mit hohen Investitionssummen verbunden. Schätzungen belaufen sich auf 70 bis 80 Mrd. Euro (Jay et al., 2011). Berücksichtigt man Synergien beispielsweise in Form der Nutzung von Leerrohren und Ressourcen anderer Infrastrukturträger, betragen die Kosten schätzungsweise 45 Mrd. Euro. Nimmt man an, dass diejenigen Regionen, in denen sich der privatwirtschaftliche Glasfaserausbau rechnet, andere Regionen mit ihrem Überschuss quersubventionieren, so verbliebe für den Staat am Ende ein Subventionsbedarf von etwa 10 Mrd. Euro (Henseler-Unger, 2017).

Der wirtschaftliche Ordnungsrahmen, in Form von Wettbewerbs-, Regulierungs- und Innovationspolitik, stellt hier entscheidende Weichen, wie weit und wie schnell privater Gigabitnetzausbau stattfindet und wie hoch der staatliche Subventionsbedarf ausfällt, um einen flächendeckenden und zeitnahen Ausbau zu gewährleisten. Über unterschiedliche Regulierungsmaßnahmen für Glasfasernetze und -märkte ist unter anderem auch durch das von der BNetzA angestoßene Konsultationsverfahren (BNetzA, 2017a) eine öffentliche Diskussion entbrannt. Die wesentliche Frage, die in dieser Studie ana-

---

<sup>1</sup> BMWi (2016). Digitale Strategie, S. 6.

<sup>2</sup> Vgl. Dialog Consult/VATM (2017). S. 14.

lysiert wird, ist die nach der richtigen Balance zwischen den größtmöglichen privaten Investitionsanreizen für einen Gigabitnetzausbau und einem weitest-möglichen Wettbewerb. Wettbewerb fördert, neben seiner unmittelbar disziplinierenden Wirkung auf Endkundenpreise, auch Dienste- und Servicequalität, Innovationen, bspw. in Form der Entwicklung maßgeschneiderter Produkte für Geschäftskunden auf dem Telekommunikationsmarkt, sowie Innovationsaktivitäten in anderen Wirtschaftsbereichen. Zudem werden die Auswirkungen von aktuell diskutierten Regulierungsferien im Bereich der Glasfasertechnologie bewertet.

Die vorliegende Studie gliedert sich wie folgt:

- Abschnitt 2 gibt einen einführenden Überblick über den deutschen Breitbandmarkt, den Ausbauzustand der Infrastruktur sowie wirtschaftspolitische Zielsetzungen und Maßnahmen.
- Abschnitt 3 beleuchtet den Zusammenhang zwischen Anreizen für Glasfasernetzausbau, Wettbewerb und Regulierung sowie Subventionsbedarf. Ein besonderes Gewicht wird dabei auf die möglichen Folgen von Regulierungsferien für die Deutsche Telekom AG gelegt.
- In Abschnitt 4 werden die volkswirtschaftlichen Kosten mangelnden Wettbewerbs im Gigabitnetz dargestellt.
- Abschnitt 5 zieht ein abschließendes Resümee.

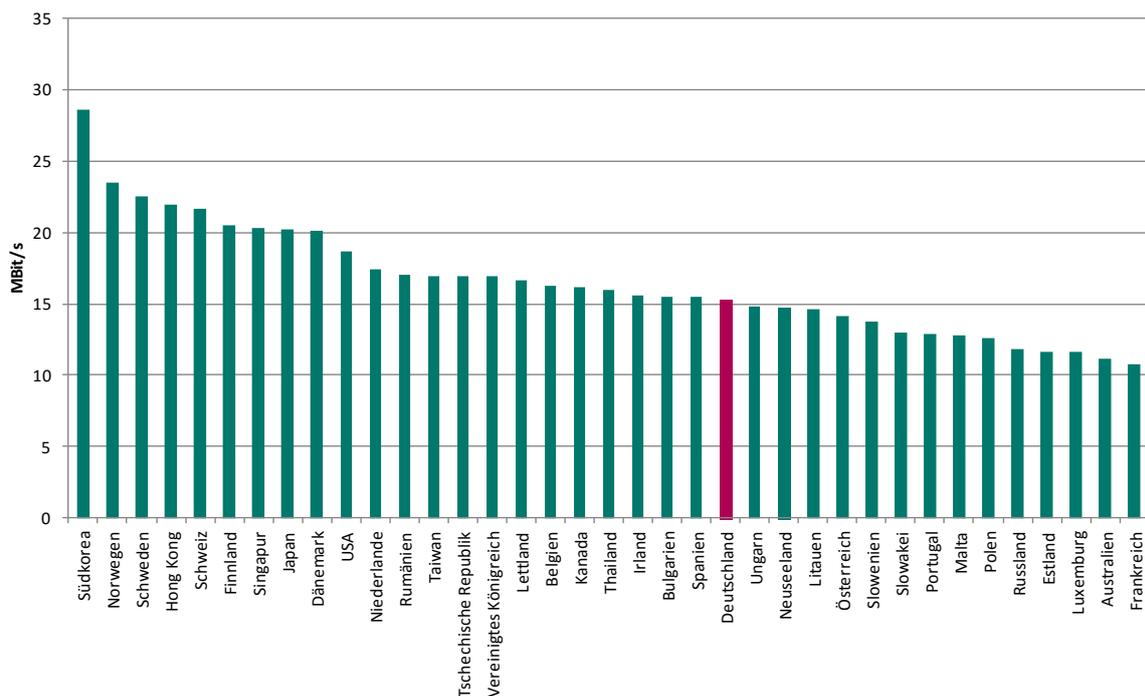
## 2. Aktuelle Situation im deutschen Breitbandmarkt

Im Hinblick auf die Diskussion zu der Bedeutung des Glasfaserausbaus für die deutsche Wirtschaft, ihr Wachstum und ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit in Abschnitt 4 beschreibt dieser Abschnitt zunächst den Status Quo auf dem deutschen Breitbandmarkt. Angefangen mit der Frage, wo sich Deutschland im internationalen Vergleich befindet (Abschnitt 2.1.), wird die aktuelle Situation im deutschen Breitbandmarkt detaillierter beschrieben (Abschnitt 2.2). Der Fokus liegt dabei auf dem stationären Breitbandangebot und hier insbesondere auf den aktuellen Trends beim Angebot und der Nachfrage von Glasfaseranschlüssen in Deutschland. Abschließend wird in Abschnitt 2.3 diskutiert, wie die wirtschaftspolitischen Zielsetzungen in diesem Bereich aussehen und welche Initiativen zur Erreichung dieser Ziele bereits implementiert wurden oder zur Diskussion stehen, um den gewünschten Breitbandausbau voranzutreiben und nicht als „digitales Entwicklungsland“ zu enden.

## 2.1 Der deutsche Breitbandmarkt im internationalen Vergleich

Im internationalen Vergleich liegt der deutsche Breitbandmarkt sowohl in der durchschnittlichen Breitbandgeschwindigkeit als auch in der Verfügbarkeit von Gigabitnetzanschlüssen zurück. In Abbildung 2-1 erkennt man, dass die durchschnittliche Breitbandgeschwindigkeit 2017 in Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern ein relativ niedriges Niveau aufweist. Andere Länder wie Südkorea, Schweden oder Norwegen weisen höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten von über 20 Mbit/s auf, während diese in Deutschland bei nur rund 15 Mbit/s liegt. Da es sich hier um vermarktete Breitbandanschlüsse handelt, stellt sich die Frage, ob die geringere Durchschnittsgeschwindigkeit auf eine mangelnde Verfügbarkeit hochbitratiger Breitbandanschlüsse zurückzuführen ist oder ob die Nachfrage in Deutschland im internationalen Vergleich hinterherhinkt. Dies wird näher in Abschnitt 2.2 beleuchtet.

**Abbildung 2-1:**  
Durchschnittliche nachgefragte Breitbandgeschwindigkeit im internationalen Vergleich, Q1/2017



Quelle: Akamai (2017).<sup>3</sup>

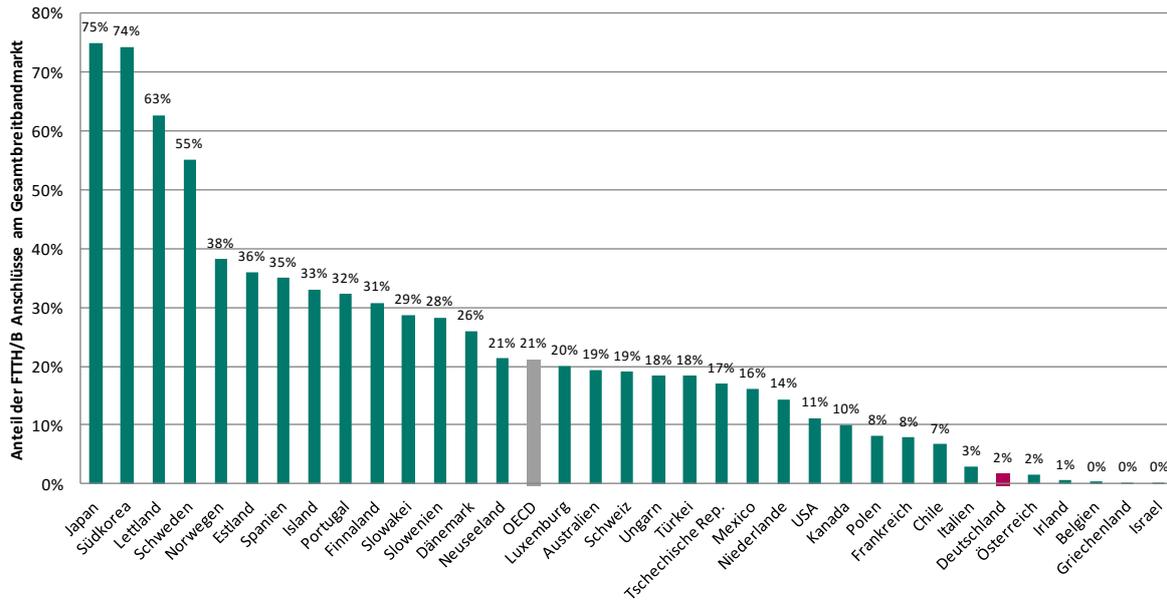
Vergleicht man den Anteil der Glasfaseranschlüsse in Form von FTTH/B in Abbildung 2-2, ist zu erkennen, dass Deutschland hier ebenfalls weit zurück liegt. Während der durchschnittliche Anteil der

<sup>3</sup> Akamai hat nach eigener Aussage die weltweit größte Cloud-basierte Plattform, die täglich mehr als zwei Billionen Internet-Transaktionen ausführt (Akamai, 2017).

FTTH/B-Anschlüsse in den jeweiligen Breitbandmärkten der OECD-Länder bei 21 Prozent und in einigen Fällen, wie etwa in Südkorea und Japan, sogar bei über 70 Prozent liegt, sind in Deutschland nur etwa 2 Prozent der Breitbandanschlüsse „echte“ FTTH/B-Anschlüsse.

**Abbildung 2-2:**

**FTTH/B-Anschlüsse in der OECD – Anteil der nachgefragten Glasfaseranschlüsse am Gesamtbreitbandmarkt**



Quelle: OECD Broadband Portal (2017).

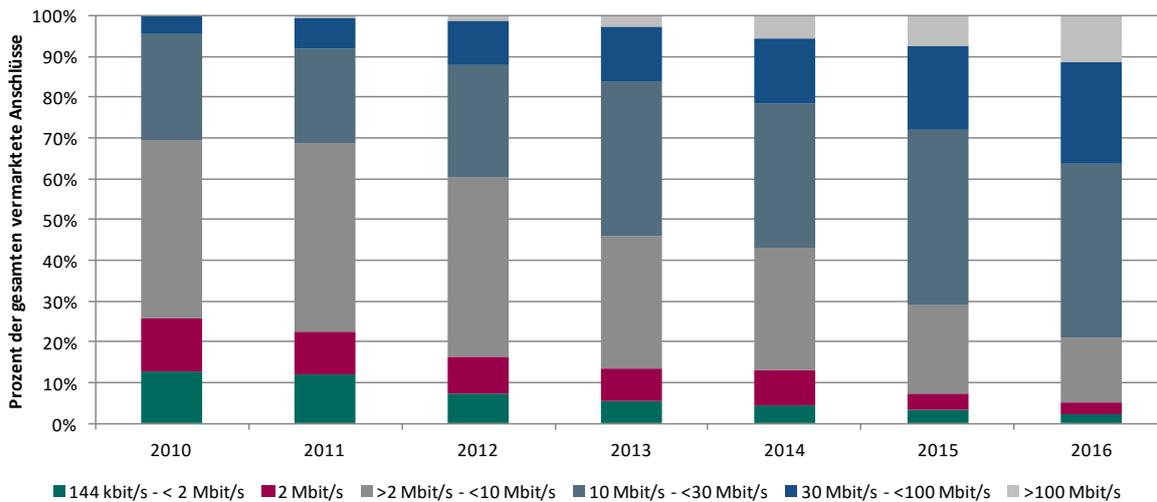
## 2.2 Der deutsche Breitbandmarkt im Fokus

Im Allgemeinen wachsen sowohl die nachgefragten als auch die angebotenen Bandbreiten in Deutschland stetig. Zwischen 2010 und 2016 kam es in Deutschland zu einer klaren Verschiebung in den nachgefragten Bandbreiten hin zu schnelleren Verbindungen (Abbildung 2-3). Zum Beispiel ist der Anteil der Anschlüsse mit unter 2 Mbit/s von 12,8 Prozent auf 2,2 Prozent zurückgegangen und in der gleichen Zeit ist der Anteil der nachgefragten Verbindungen von über 10 Mbit/s von 30,5 Prozent auf 79,1 Prozent gestiegen. Es ist zu erwarten, dass der Bedarf nach immer schnelleren Breitbandanschlüssen aufgrund der immer größeren Datenmengen auch zukünftig immer stärker zunehmen wird (OECD, 2017).

Inwieweit Deutschland bzw. die deutschen Telekommunikationsnetze für diese Entwicklung gewappnet sind, wird im Folgenden diskutiert. Aus Abbildung 2-5 wird ersichtlich, dass heutzutage mehr als 90 Prozent der privaten Haushalte Zugang zu einer Internetverbindung mit einer Mindestgeschwindigkeit von 6 Mbit/s haben. Zudem ist der Anteil der Haushalte mit verfügbaren Anschlüssen mit mehr als

50 Mbit/s von 39 Prozent im Jahr 2010 auf 77 Prozent im Jahr 2017 gestiegen. Im Moment können diese Bandbreiten noch von VDSL, Kabel und Glasfaser bedient werden, jedoch legen Zukunftsprognosen für die kommenden Jahre nahe, dass mindestens 75 Prozent der Haushalte bis zum Jahr 2025 Bandbreiten von 500 Mbit/s nachfragen werden (Martins et al., 2015).<sup>4</sup>

**Abbildung 2-3:**  
Breitbandnachfrage – Vermarktete Breitbandanschlüsse nach Geschwindigkeit über die Zeit



Quelle: BNetzA (2011, 2013b, 2017b).

Anfänglich werden die xDSL-Technologien noch in der Lage sein bei den Bandbreiten mitzuhalten, aber ab einer gewissen Bandbreite werden nur noch Kabel(DOCSIS3)- oder Glasfaser(FTTB/H)-Anschlüsse ausreichen, um die steigenden Anforderungen zu erfüllen.<sup>5</sup> Box 2-1 gibt eine kurze Übersicht über die Definition von Gigabitnetzen samt Qualitätsmerkmalen und diskutiert, welche Anschlusstypen die entsprechenden Anforderungen erfüllen.

<sup>4</sup> Es ist jedoch zu erwarten, dass die Nachfrage nach Glasfaseranschlüssen schrittweise zunehmen wird, wenn Dienste, die eine höhere Breitbandgeschwindigkeit benötigen, auf den Markt gebracht werden und diese nicht mehr durch andere Technologien gedeckt werden können. Dazu gehören unter anderem Cloud Computing, hochauflösende Videoinhalte (4k, 8k), e-Health-Lösungen und Künstliche-Intelligenz-Anwendungen (Fraunhofer FOKUS, 2016).

<sup>5</sup> Im Moment wird Vectoring eine Downloadgeschwindigkeit von 100 bis zu 250 Mbit/s zugeschrieben. Abhängig von einer erfolgreichen Weiterentwicklung und Markteinführung der Technologien Super-Vectoring und G.Fast prognostiziert das Fraunhofer Institut Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 600 Mbit/s für Super-Vectoring und bis zu 1,5 Gbit/s für G.Fast (Fraunhofer FOKUS, 2016).

**Box 2-1:  
Breitbandtechnologien und Gigabitnetze**

Man spricht von Gigabitnetzen, wenn folgende Qualitätsmerkmale erfüllt sind:

- Hochbitratige Bandbreiten (>1 Gbit/s)
- Symmetriefähigkeit
- Geringe Latenzzeiten
- Geringe Paketverlustraten

Diese Kriterien werden bereits von FTTH/B-Anschlüssen erfüllt. Voraussichtlich werden mit dem Übertragungsstandard DOCSIS 3.1 aufgerüstete HFC-Netze<sup>6</sup> die genannten Qualitätskriterien erfüllen (vgl. Abbildung 2-4). Als Funklösung wird die Übertragungstechnologie 5G aller Voraussicht nach ebenso gigabitfähig sein.

**Abbildung 2-4:  
Technologien und Anforderungen an Gigabitnetze**

		Leitungsgebunden			
		FTTH	HFC	xDSL	G.fast
<b>Geschwindigkeit</b>	Mindestens 1Gbit/s				
<b>Qualität</b>	>1 Gbit/s auch bei starker Auslastung				
	>1 Gbit/s auch bei Entfernung				
	Geringe Latenz				
	Symmetriefähigkeit im Gigabitbereich				

<span style="color: green;">■</span> Erfüllt das Kriterium	<span style="color: red;">■</span> Erfüllt nicht das Kriterium
<span style="background-color: #D3D3D3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> wird Kriterium voraussichtlich erfüllen	
<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> wird Kriterium voraussichtlich nicht erfüllen	

Quelle: basierend auf Wernick et al. (2016b).

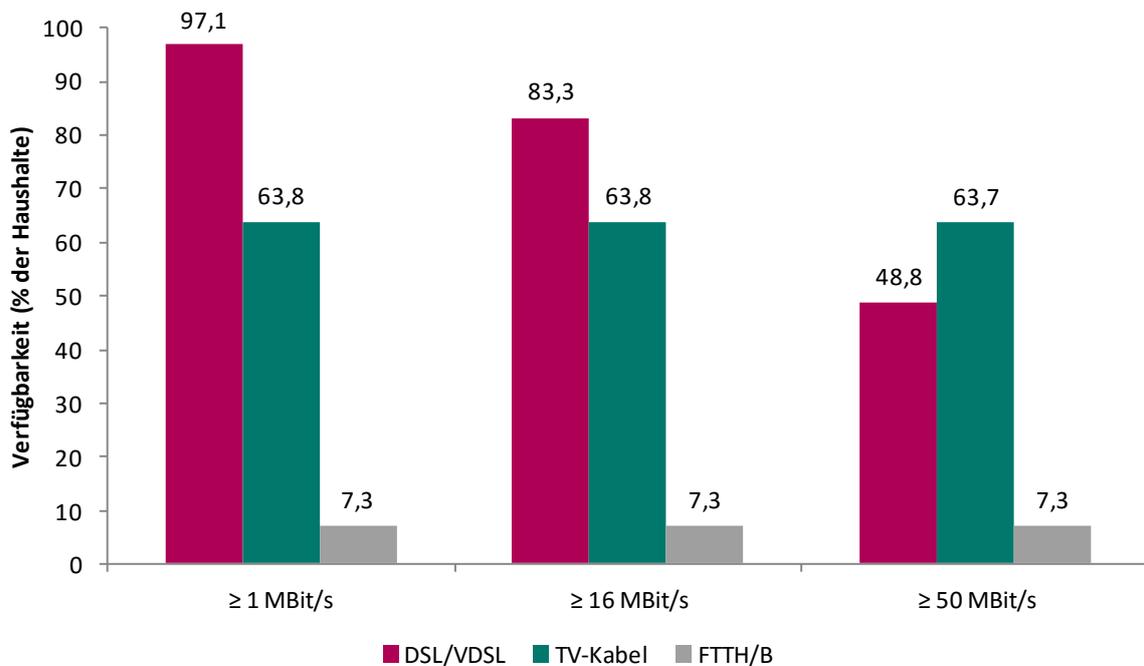
<sup>6</sup> Gemäß Fraunhofer-FOKUS (2016) sind typische Datenraten über HFC-Netze (Koaxialkabel): DOCSIS 3.0 bis 400/20 Mbit/s, DOCSIS 3.1 bis 1.000/100 Mbit/s, noch in Entwicklung und Labor DOCSIS 3.1+ mit 10 Gbit/s symmetrisch (Full Duplex).

**Abbildung 2-5:**  
Entwicklung der Breitbandverfügbarkeit in Deutschland – Prozent der abgedeckten privaten Haushalte



Quelle: BMVI & TÜV Rheinland (2017)

**Abbildung 2-6:**  
Breitbandverfügbarkeit für ausgewählte Technologien (Mitte 2017)

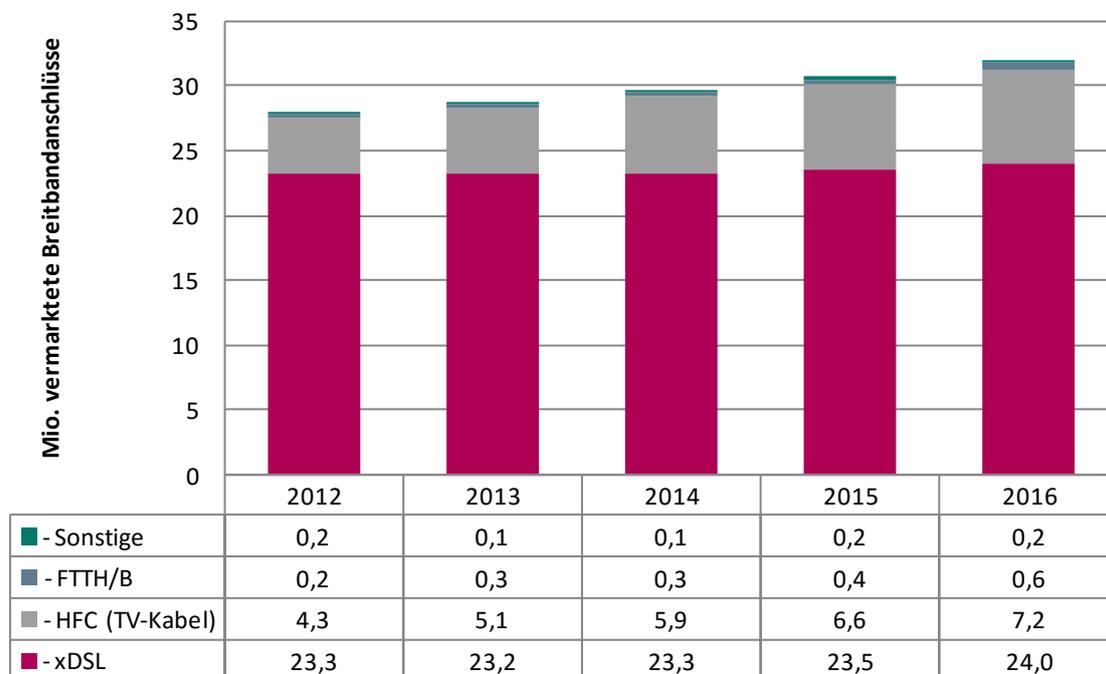


Quelle: BMVI & TÜV Rheinland (2017)

Abbildung 2-6 zeigt die aktuelle Bandbreitenverfügbarkeit in Abhängigkeit der genutzten Technologien. Zwar verfügen heute knapp 97 Prozent der deutschen Haushalte über die Möglichkeit, einen VDSL-basierten Anschluss von mind. 1 Mbit/s nachzufragen. Diese Verfügbarkeit nimmt aber mit wachsender Bandbreite rapide ab. Nur für etwa 49 Prozent der deutschen Haushalte ist ein VDSL-Breitbandanschluss mit über 50 Mbit/s verfügbar. Es wird deutlich, dass die verfügbare Bandbreite von xDSL-Anschlüssen stark variiert und mancherorts können nur geringe Bandbreiten angeboten werden. HFC-Netze (über Koaxialkabel) decken etwa 64 Prozent der Haushalte ab. Diese Haushalte befinden sich primär im städtischen oder halbstädtischen Bereich. Anders als bei xDSL-Anschlüssen variiert die Leistungsfähigkeit von HFC-Anschlüssen – zumindest bei Geschwindigkeiten bis 50 Mbit/s – kaum und quasi alle an das Netz angeschlossenen Haushalte könnten einen Anschluss mit über 50 Mbit/s beziehen.

Die Glasfaser-Technologie spielt bei der Nachfrage noch eine nachgelagerte Rolle (vgl. Abbildung 2-7). Die BNetzA weist aus, dass die vermarkteten Glasfaseranschlüsse (FTTH/B) in Deutschland von 2013 bis 2016 von ca. 200.000 auf ca. 600.000 Anschlüsse angestiegen sind.

**Abbildung 2-7:**  
**Gesamte vermarktete Breitbandanschlüsse in Millionen nach Technologien aufgeschlüsselt**

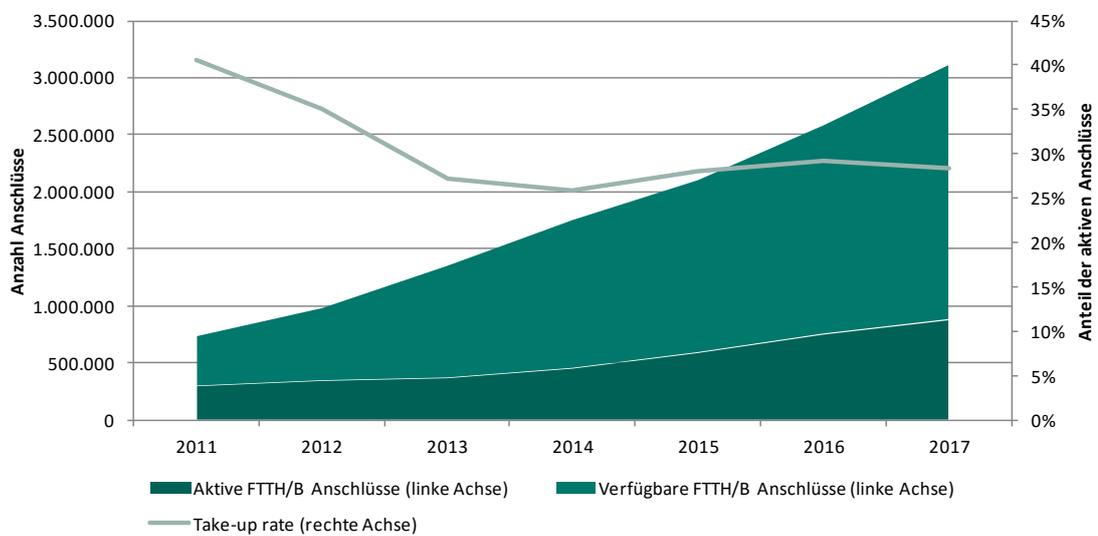


Quelle: BNetzA (2015, 2017b).

Von 2011 bis 2017 wuchs in Deutschland die Zahl der verfügbaren FTTH/B-Anschlüsse von 730.000 auf rund 3,1 Mio. Der Anteil der vermarkteten FTTH/B-Anschlüsse, die sogenannte Take-up-Rate, liegt seit

2013 auf einem relativ konstanten Niveau zwischen 25 und 30 Prozent (Abbildung 2-8). Dies zeigt relativ deutlich, dass der Glasfaserausbau heute noch eine Investition in die Zukunft darstellt. Die Zahlungsbereitschaften für höhere Bandbreiten und damit auch für einen FTTH/H-Anschluss wachsen jedoch. Die relativ zurückhaltende Nachfrage nach FTTH/B-Anschlüssen ist auch darauf zurückzuführen, dass ein Großteil der Konsumenten bzw. deren Bedarf an Breitbandgeschwindigkeit noch durch alternative und/oder billigere Technologien wie VDSL und Kabel abgedeckt werden kann.

**Abbildung 2-8:**  
**Verfügbarkeit und aktive FTTH/B-Anschlüsse**



Quelle: Dialog Consult/VATM (2017).

Stellt man sich die Frage, wer in Deutschland den Ausbau von Glasfaseranschlüssen vorantreibt, zeigt sich, dass der Großteil des Ausbaus nicht von der Deutschen Telekom, sondern von Wettbewerbern ausgeht (vgl. Tabelle 2-1). Interessant ist, dass es sich dabei primär um regionale Anbieter handelt. Die meisten Anbieter haben ihre Glasfasernetze an Orten mit hoher Bevölkerungsdichte ausgebaut. Von diesem Ausbau haben beispielsweise die folgenden drei Städte und die umliegenden Regionen profitiert: München (M-Net), Köln (Net Cologne) und Hamburg (Wilhelm.Tel). Eine weitere Gemeinsamkeit ist, dass hinter diesen drei Unternehmen ein jeweiliges Stadtwerk steht. Damit sind Synergieeffekte und längere Planungshorizonte bei der Finanzierung der Glasfaserinfrastruktur verbunden. Die Ausbaumotivation für diese Anbieter war zum einen die Nachfrage nach schnellen Breitbandanschlüssen in den jeweiligen Städten zu decken und zum anderen die gemieteten TAL-Anschlüsse durch eigene Glasfaseranschlüsse zu ersetzen (FTTH Council Europe, 2015). Auf der anderen Seite gibt es aber auch Unternehmen wie die Deutsche Glasfaser, die auch überregional und im ländlichen Raum ausbauen.

Dementgegen hat die DTAG seit 2012 beschlossen, Glasfaserverbindungen zum Endkunden nicht weiter auszubauen, sondern Kupferleitungsverbindungen mit Vectoring nachzurüsten und ggf. Glasfaser nur bis zum Kabelverzweiger (KVz) zu verlegen (BEREC, 2016).

**Tabelle 2-1:**  
**Betreiber von FTTH/B-Anschlüssen in Deutschland (2017)**

Anbieter	FTTH/B-Anschlüsse		
	Verfügbar	Vermarktet	Anteil
DTAG	747.000	97.000	13%
Wettbewerber	2.363.000	783.000	33%
Gesamt	3.110.000	880.000	28%

Quelle: Schätzung von Dialog Consult/VATM (2017).

## 2.3 Wird Deutschland ein „digitales Entwicklungsland“?

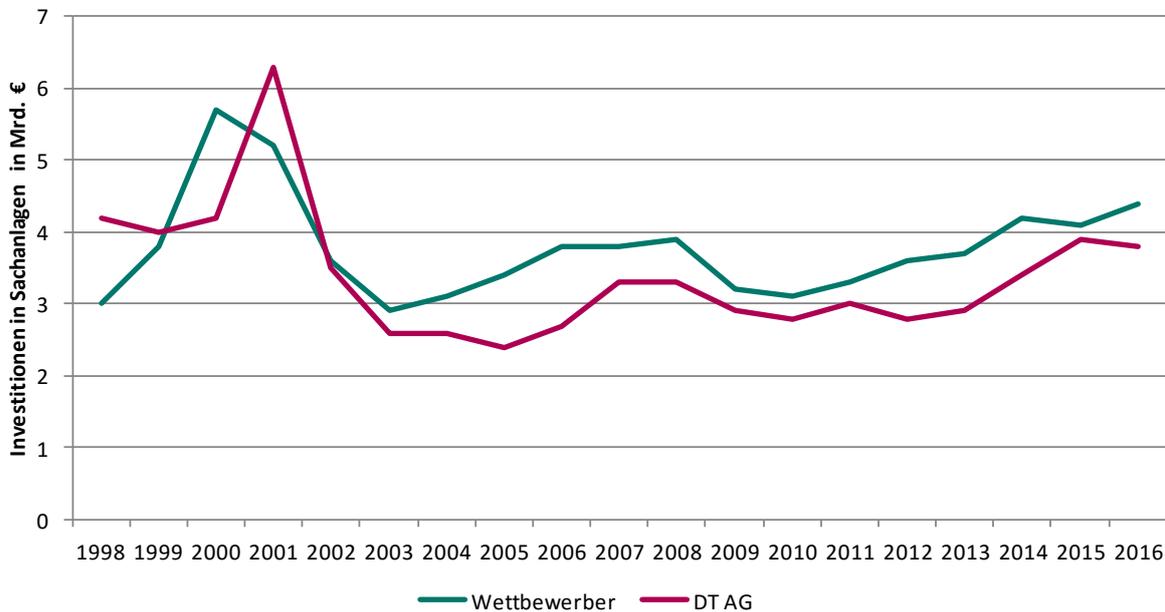
### *Investitionsverhalten*

Zusammenfassend lässt sich hinsichtlich des aktuellen Standes des Glasfasernetzes in Deutschland festhalten, dass im internationalen Vergleich eine erhebliche Verzögerung beim Ausbau zu verzeichnen ist. Daher stellt sich zum einen die Frage, ob es sich nur um eine rein zeitliche Verzögerung oder um ein strukturelles Investitionsproblem handelt, und zum anderen, wie groß die daraus resultierende Bedrohung für die deutsche Wettbewerbsfähigkeit ist. Zudem ist die aktuelle Entwicklung im Hinblick auf die wirtschaftspolitischen Ziele der Bundesregierung zu berücksichtigen.

Betrachtet man die Entwicklung der Investitionen in Sachanlagen<sup>7</sup> nach der Öffnung des Telekommunikationsmarktes (Abbildung 2-9), dann zeigt sich nach 2000 ein relativ konstantes Investitionsvolumen. Auch wenn die Investitionen in Sachanlagen mehr als nur Investitionen in Glasfasernetze umfassen, deutet das doch eher auf ein strukturelles Investitionshemmnis im Glasfaserausbau hin.

<sup>7</sup> Hierbei ist hervorzuheben, dass bei der Interpretation der zugrundeliegenden Investitionsdaten zu beachten ist, dass es sich dabei nicht ausschließlich um Investitionen in eine neue Netzinfrastruktur handelt, sondern auch um Investitionen in längerfristige Anlagegüter wie beispielsweise Maschinen, Gebäude und Rechensysteme. Um den Zusammenhang zwischen Regulierung und Netzinfrastruktur empirisch zu bewerten, wäre eine getrennte Aufstellung wünschenswert (vgl. Wernick et al., 2016b).

**Abbildung 2-9:**  
Investitionen in Sachanlagen in Mrd. Euro – DTAG und Wettbewerber



Quelle: BNetzA (2008, 2011, 2013b, 2017b).

#### *Wirtschaftspolitische Zielsetzung und Maßnahmen*

Eine Einschätzung der aktuellen Lage des Breitbandmarktes in Deutschland lässt sich am ehesten im Hinblick auf die wirtschaftspolitischen Ziele geben. Im Telekommunikationsgesetz (§2 TKG) sind unter anderem folgende Ziele verankert:

- Sicherstellung eines chancengleichen Wettbewerbs und die Förderung nachhaltig wettbewerbsorientierter Märkte im Bereich der Telekommunikationsdienste und -netze sowie der zugehörigen Einrichtungen und Dienste, auch in der Fläche.
- Die BNetzA stellt sicher, dass für die Nutzer der größtmögliche Nutzen in Bezug auf Auswahl, Preise und Qualität erbracht wird.
- Sicherstellung einer flächendeckenden gleichartigen Grundversorgung in städtischen und ländlichen Räumen mit Telekommunikationsdiensten (Universaldienstleistungen) zu erschwinglichen Preisen.
- Beschleunigung des Ausbaus von hochleistungsfähigen öffentlichen Telekommunikationsnetzen der nächsten Generation.

Im TKG zeigt sich die Vielzahl der wirtschaftspolitischen Ziele, deren gemeinsame Zielerreichung aufgrund gegenläufiger Wirkungszusammenhänge nicht ohne weiteres gegeben ist. Funktionierender

Wettbewerb hat einen disziplinierenden Effekt auf den Preissetzungsspielraum sowie auf die Servicequalität eines Unternehmens mit Marktmacht und erhöht zudem die Angebotsvielfalt (siehe Abschnitt 3.1.1). Hier kann man sagen, dass die Liberalisierung bzw. Regulierung des Kommunikationsmarkts ihre Ziele hinsichtlich niedrigerer Verbraucherpreise, Wettbewerb und Universaldienstverpflichtung (in Abhängigkeit der zugrunde gelegten Bandbreite) zumindest größtenteils erreicht hat.<sup>8</sup> Mit Blick auf die Angebotsvielfalt wird regelmäßig betont, dass gerade der Wettbewerb von zentraler Bedeutung für die Entwicklung maßgeschneiderter Telekommunikationsprodukte für den Geschäftskundenmarkt ist.

Der Effekt von Wettbewerb auf Ausbauanreize in Glasfasernetze, welche Teil der im TKG adressierten Telekommunikationsnetze der nächsten Generation sind, sowie die Gewährleistung einer flächendeckenden Grundversorgung sind wesentlich komplexer und werden deshalb detaillierter in Abschnitt 3.1 diskutiert. Prinzipiell ist zudem festzuhalten, dass das TKG technologieoffen und damit die Zielerreichung nur an eine Geschwindigkeit der Internetverbindung nicht an eine bestimmte Technologie wie Glasfaser gebunden ist. Neben den Zielen im TKG hat die Regierung mit ihrer „Digitalen Agenda 2014-2017“ festgelegt, dass 30 Mbit/s flächendeckend bis zum Jahr 2015 für alle Haushalte in Deutschland zur Verfügung stehen sollten (BMWi, 2014). Bis 2018 sollen es mindestens 50 Mbit/s sein; ein Ziel das auch vonseiten des Bundes gefördert wird. Hervorzuheben ist jedoch, dass das Breitbandziel und dafür vorgesehene Fördermittel des Bundesförderprogramms des BMVI nicht an eine konkrete Technologie gekoppelt sind und dass das dem Programm unterliegende Scoring-Modell die Förderung von Ausbauprojekten auf Basis von FTTC-Vectoring bevorzugt (vgl. Gries et al., 2016). Die Technologieneutralität sowie die Ausgestaltung des Bundesförderprogramms sind mögliche Gründe, weshalb neben Investitionen in neue Glasfasernetze weiterhin in bestehende Technologien wie VDSL zur Erreichung der Breitbandziele investiert wird.

Das BMVI hat ab 2015 Fördermittel zur Verfügung gestellt, um den Ausbau des Breitbandinternets mit einer Mindestgeschwindigkeit von 50 Mbit/s in Regionen mit relativ geringer Bevölkerungsdichte voranzutreiben (BMVI, 2015). Einige dieser Ressourcen wurden bereits von Gemeinden für den Ausbau

---

<sup>8</sup> Seit der Eröffnung des Telekommunikationsmarktes in 1997 sind die Preise für Telefonie und Internet stetig gesunken während die Anbietervielfalt stetig gestiegen ist. Dies führte zu einer deutlichen Erhöhung der Konsumentenwohlfahrt (Dewenter & Haucap, 2004). Das zeigt sich auch in der Verbraucherpreisstatistik von Destatis. Die Verbraucherpreise für Festnetz und Internet sind im Zeitraum 1997 bis 2016 durchschnittlich jedes Jahr um 2,5 Prozent gesunken (Statistisches Bundesamt, 2017).

von Glasfasernetzen genutzt. Da die Ressourcen ebenfalls technologie-neutral vergeben werden, werden derzeit auch andere Anschlusstechnologien mit diesen Ressourcen gefördert, wie z.B. Vectoring, die eine niedrigere Übertragungskapazität als Glasfaser haben.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Glasfasernetz-Ausbauanreize in Deutschland hat ebenfalls die VDSL-Vectoring-Entscheidungen durch die BNetzA. Wie bereits erwähnt, erlaubt die Vectoring-Technologie eine Erhöhung der Datenübertragungsgeschwindigkeit des alten Kupfernetzes (bis zu max. 100 Mbit/s im Downstream und 40 Mbit/s im Upstream), indem sie die Störungen durch das gegenseitige Übersprechen von benachbarten Leitungen verringert. Um die alten Kupfernetze mit Vectoring nachzurüsten, müssen die jeweiligen KVz mit der Technologie versorgt werden. Weiterhin kann Vectoring nur dann erfolgreich eingesetzt werden, wenn die VDSL-Signale von einem einzigen Unternehmen an dem nachgerüsteten KVz eingespeist werden. Aus wettbewerbspolitischer Sicht hat das zur Folge, dass ein entbündelter Zugang zu den nachgerüsteten KVz dann nicht mehr möglich ist. In Abschnitt 3.2 werden die Folgen für den Wettbewerb und deren Ausbauanreize konkreter diskutiert.

Erste langfristige politische Ziele zum Aufbau eines Glasfasernetzes in Deutschland und damit eine Abkehr von der Technologie-neutralität definiert das BMWi in der „Digitale Strategie 2025“, welche vorsieht, dass bis 2025 ein flächendeckendes Glasfasernetz ausgebaut werden muss, um den neuen Herausforderungen des digitalen Wandels erfolgreich begegnen zu können (BMWi, 2016a).

Zudem führte die BNetzA im Jahr 2017 ein Konsultationsverfahren durch, um mögliche Regulierungsansätze für die Glasfaserinfrastrukturen zu diskutieren. Ziel dieses Verfahrens ist es, regulatorische Lösungen zu finden, die – neben anderen Zielsetzungen – Anreize für einen beschleunigten flächendeckenden Ausbau von FTTH/B schaffen. Dabei wurden alle relevanten Akteure wie Anbieter und Verbände gebeten, zu verschiedenen regulatorischen Vorschlägen Stellung zu nehmen. Besonders hervorzuheben ist, dass die BNetzA nicht nur zur Diskussion gestellt hat, wie die Regulierung gestaltet werden sollte, sondern auch, ob überhaupt eine Zugangsregulierung notwendig sei (BNetzA, 2017a).

#### Box 2-2: Fazit Abschnitt 2

- Deutschland hinkt im internationalen Vergleich beim Glasfaserausbau deutlich hinterher. Diese Verzögerung spiegelt sich in relativ niedrigen durchschnittlichen Breitbandgeschwindigkeiten wider.
- Die aktuell verfügbare Glasfaserinfrastruktur ist nur wenig ausgebaut und wird oftmals von regionalen Anbietern betrieben. Der Großteil des Bundesgebietes wird nach wie vor nicht von Glasfaserinfrastruktur bis zum Endkunden abgedeckt.

- Die Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen wird neben HFC-basierten Anschlüssen momentan durch VDSL-Vectoring abgedeckt. Es ist jedoch mittelfristig zu erwarten, dass xDSL-Technologien obsolet sein werden, sodass es notwendig sein wird, auf gigabitfähige Anschlüsse umzusteigen.
- Wichtige Gründe für die Verzögerung beim Ausbau eines Glasfasernetzes sind fehlende einheitliche politische Ziele, die negativen Folgen der Vectoring-Entscheidungen sowie die Gestaltung der staatlichen Förderung.

### 3. Glasfasernetzausbau, Wettbewerb und Regulierung

Es ist allgemein anerkannt, dass zeitnah ein flächendeckender Ausbau von Glasfasernetzen in Deutschland rein marktwirtschaftlich nicht erreicht werden wird. Regulatorische und wettbewerbspolitische Rahmenbedingungen sind hier entscheidende Instrumente, um optimale Voraussetzungen sowohl für private Investitionen als auch für funktionierenden Wettbewerb zu schaffen. Jedoch sollte darauf geachtet werden, dass Investitionsanreize nicht auf Kosten des Wettbewerbs geschaffen werden.

Aus diesem Grund wird Abschnitt 3 mit einer (theoretischen und empirischen) Diskussion über Ausbauanreize für Glasfasernetze (Abschnitt 3.1) eingeleitet. Es wird analysiert, inwieweit Wettbewerb, Zugangsregulierung sowie zukünftige Nachfrageentwicklungen direkt die privatwirtschaftlichen Ausbauanreize und indirekt den Subventionsbedarf beeinflussen. Da die vielfach diskutierten, zurückliegenden Vectoring-Entscheidungen ebenfalls einen Einfluss auf die Wettbewerbssituation und die Ausbauanreize haben, wird dieser Zusammenhang kurz in Abschnitt 3.2 erörtert. In Abschnitt 3.3 werden nachfolgend die unterschiedlichen Implikationen von Regulierungsferien für den Glasfaserausbau durch die DTAG analysiert und potentielle Folgen herausgearbeitet.

#### 3.1 Investitionsanreize in den Glasfasernetzausbau

Die Notwendigkeit eines flächendeckenden Ausbaus mit hochbitratiger Breitbandtechnologie hat zumindest in der langen Frist weitgehend Akzeptanz gefunden. Bereits heute gibt es Anwendungen im Privatkunden- als auch im Geschäftskundensegment, deren Anforderungen sowohl an Bandbreite als auch an andere Qualitätsparameter (bspw. Latenzzeiten), die einer kupferbasierten Infrastruktur überschreiten. Einem flächendeckenden Ausbau des Glasfasernetzes stehen jedoch Ausbaurkosten in Milliardenhöhe gegenüber. Aufgrund der gegebenen Kostenstruktur ist ein flächendeckender markt- bzw. privatwirtschaftlicher Ausbau ohne staatliche Förderung nicht zu erwarten. Insbesondere der Ausbau

in ländlichen Regionen stellt hier eine Herausforderung dar, da sich dort Infrastrukturinvestitionen unter anderem aufgrund der geringeren Bevölkerungsdichte nicht amortisieren (Wernick, 2016a). Vor diesem Hintergrund sind die wettbewerbspolitischen und regulatorischen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Infrastruktur, insbesondere in ländlichen Regionen, entscheidend, um den Einsatz staatlicher Beihilfen bzw. Subventionen nicht ineffizient in die Höhe zu treiben.

### 3.1.1 Theoretische Diskussion

Die Investitionsentscheidung für einen privatwirtschaftlichen Glasfasernetzausbau hängt – neben den Kosten des Ausbaus – vor allem von den folgenden zwei Aspekten ab:

- (Zukünftige) Nachfrageentwicklung und
- regulatorische Rahmenbedingungen.

#### *Nachfrage*

Die Profitabilität eines Glasfasernetzausbaus hängt entscheidend von der Nachfrage nach Gigabitnetzanschlüssen ab. Diese kann wiederum von der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten (auch als „*willingness to pay*“ bezeichnet) abgeleitet werden. Die Zahlungsbereitschaft wird positiv vom Nutzen der Angebotsqualität beeinflusst. Dabei ist hier Angebotsqualität nicht eindimensional zu verstehen. Die Angebotsqualität kann unter anderem durch ein größeres Angebotsspektrum (Angebotsvielfalt im Privatkunden- sowie Geschäftskundensegment), einen höherwertigen Service vergleichbarer Produkte oder eine bessere Qualität (zum Beispiel in Form schnellerer Verbindungen oder geringerer Latenzzeiten) gesteigert werden.

Aufgrund der relativ langen Amortisationszeiträume eines Glasfasernetzausbaus ist neben der aktuellen Zahlungsbereitschaft insbesondere die zukünftige Entwicklung bzw. die Erwartung über die zukünftige Entwicklung der Zahlungsbereitschaft für eine Investitionsentscheidung von zentraler Bedeutung.

Da ein kosteneffizienter Glasernetzausbau in der Regel nicht einzelne Haushalte, sondern ganze Straßen(-züge), Ortschaften oder Stadtbezirke umschließt, hängt die Amortisationsfähigkeit auch von der Anzahl der tatsächlichen Nutzer („*take-up rate*“) sowie der (zeitlichen) Geschwindigkeit, mit der eine gewissen Nutzungsquote erreicht wird, ab. Die Nutzungsquote hängt aber nicht alleine von der (Entwicklung der) Zahlungsbereitschaft für hochbitratige Anschlüsse insgesamt, sondern auch von den alternativen Angeboten (zum Beispiel VDSL2 oder HFC) ab.

Es bleibt zunächst festzuhalten, dass mit Anstieg der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten die Anreize für einen Glasfasernetzausbau steigen.

### *Regulierung*

Neben der Nachfrageentwicklung wird die Investitionsentscheidung durch eine existierende oder auch eine erwartete zukünftige Regulierung oder Regulierungsänderung beeinflusst. Wenn zum Beispiel eine Regulierung den Preissetzungsspielraum eines Infrastrukturanhabers nach oben hin beschränkt, hat dies in der Regel einen Einfluss auf die Profitabilität der Investition. Zudem spielt die langfristige Festlegung auf ein Regulierungsregime bzw. das Regulierungsrisiko eine wichtige Rolle bei einer Investitionsentscheidung.

Die Frage nach dem Einfluss einer Zugangsregulierung für die bestehende Infrastruktur auf das Investitionsverhalten für ein Gigabitnetz (NGA) wurde unter anderem von Bourreau, Cambini und Dogan (2012) untersucht.<sup>9</sup> Sie identifizieren drei Effekte:

- *Replacement Effect*: Hohe Zugangsentgelte im Kupfernetz erhöhen den Anreiz für Wettbewerber in NGA zu investieren
- *Wholesale Revenue Effect*: Hohe Erlöse aus Zugangsentgelten aus dem Kupfernetz senken die Anreize des Incumbents, in NGA zu investieren
- *Business Migration Effect*: Ein hohes Zugangsentgelt im Kupfernetz führt zu einer geringeren Preisdifferenz zwischen DSL und Glasfaser, was die (End-)Nachfrage nach Glasfaserprodukten und damit die Investition in Glasfaser stärkt.

Hervorzuheben gilt hier, dass der Einsatz der Vectoring-Technologie dem *Business Migration Effect* entgegen wirkt, da durch die Erlaubnis Vectoring flächendeckend einzusetzen die Preis-Qualität-Differenz zwischen einem (V)DSL2 –Anschluss und einem FTTH/B-Anschluss wieder kleiner wird.

---

<sup>9</sup> Inderst und Peitz (2012) finden vergleichbare Effekte.

*Glasfasernetzausbau in verschiedenen Gebieten*

Vereinfachend kann man davon ausgehen, dass es unabhängig von der Entscheidung eines Regulierungsregimes drei Ausbauszenarien geben wird (Abbildung 3-1 stellt dies schematisch dar):

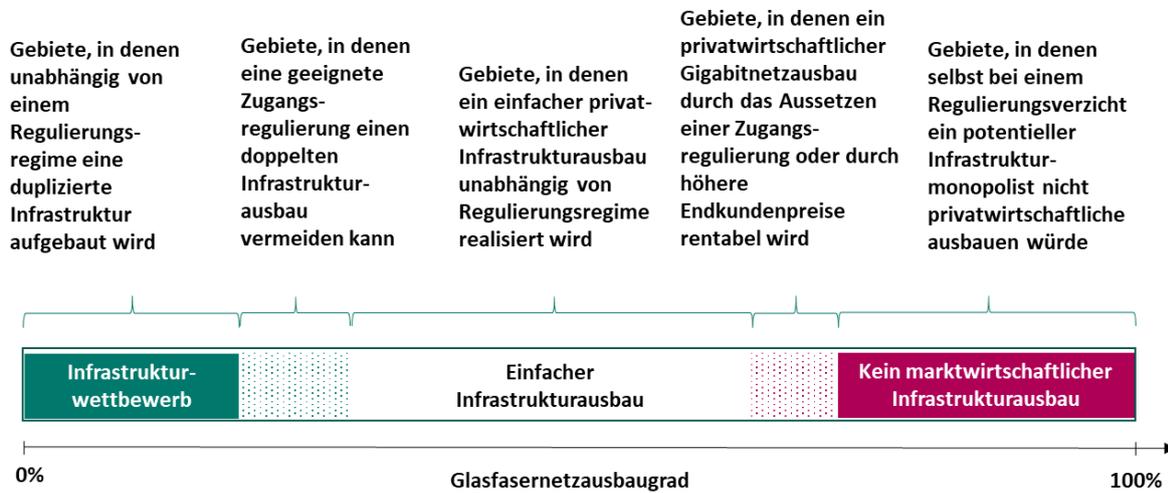
- Gebiete in denen Glasfasernetz-Infrastrukturwettbewerb vorherrscht. Dies können Gebiete sein in denen zwei Glasfasernetze in Konkurrenz miteinander stehen.
- Gebiete, in denen es sich nur für einen Infrastrukturanbieter lohnt, privatwirtschaftlich ein Glasfasernetz auszubauen und
- Gebiete, in denen ein privatwirtschaftlicher Glasfasernetzausbau nicht ohne staatliche Subventionen stattfinden wird.

Die Existenz und die Ausgestaltung der Zugangsregulierung sowohl für ein Kupfernetz als auch für ein Glasfasernetz werden dies nicht grundsätzlich ändern. Die Regulierung wird jedoch einen marginalen Einfluss darauf haben, inwieweit die jeweiligen Szenarien im Sinne ihrer Abdeckung realisiert werden. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist die Vermeidung eines „doppelten“ Glasfasernetzausbaus ein wünschenswertes Ergebnis (Tirole, 2017).<sup>10</sup> Eine Zugangsregulierung wird im Idealfall in Gebieten, in denen bereits zwei Glasfasernetze ausgebaut wurden, einen weiteren Ausbau vermeiden (grüne Fläche in Abbildung 3-1). In Gebieten, in denen bereits ein Anbieter ein Glasfasernetz ausgebaut hat, sollte eine Zugangsregulierung die Anreize für einen zusätzlichen Glasfasernetzausbau reduzieren (grün-gepunktete Fläche in Abbildung 3-1).

---

<sup>10</sup> Telekommunikationsnetze im Allgemeinen und Glasfasernetze im Speziellen zeichnen sich durch hohe Fixkosten (z.B. Netzausbaukosten), niedrige Grenzkosten und steigende Skalenerträge (Subadditivität der Kosten) aus. Zudem Bedarf es für die Versorgung der Nachfrager mit Gigabitanschlüssen prinzipiell nur eines gigabitfähigen Netzanschlusses. Glasfasernetze stellen demnach „natürliche Monopole“ dar und die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten (in einem bestimmten, abgegrenzten Gebiet) sind geringer, wenn nur ein Unternehmen den Markt versorgt (Varian, 2010).

**Abbildung 3-1:**  
Schematische Darstellung zu der Interdependenz zwischen Regulierung und Ausbauanreize



Quelle: DIW Econ.

Dem steht gegenüber, dass eine effektive Zugangsregulierung den Preissetzungsspielraum des Infrastrukturihabers einschränkt. Eine prinzipielle Zugangsgewährung zu der Infrastruktur oder die Zugangsgewährung auf Basis niedrigerer Zugangsentgelte sollte im Erwartungswert dazu führen, dass entweder mehr Wettbewerber um einen Endkunden konkurrieren oder bei gleicher Wettbewerberanzahl auf dem Endkundenmarkt im Normalfall geringere Endkundenpreise fordern. Diese geringere Gewinnmarge in der vorgelagerten Produktionsstufe (des Infrastrukturihabers) führt jedoch dazu, dass gewisse Regionen, die bei freier Zugangspreissetzung noch mit gigabitfähiger Netzinfrastuktur erschlossen worden wären, jetzt nicht mehr ausgebaut werden (rot-gepunktete Fläche in Abbildung 3-1).

Zur Quantifizierung dieses Effekts bedarf es weiterer tiefergehenden Analysen und Modellierungen in Abhängigkeit unterschiedlicher Formen der Zugangsregulierung. Qualitativ ist jedoch davon auszugehen, dass der negative Effekt einer Zugangsregulierung nicht hinreichend groß ist, dass sich in einer Welt ohne Zugangsregulierung wesentlich schnellerer, flächendeckender Glasfasernetzausbau privatwirtschaftlich einstellen würde. Es würde weiterhin ein substantielles Subventionsvolumen benötigt werden, um in Deutschland flächendeckend Glasfasernetze zu erhalten (rote Fläche in Abbildung 3-1). Zudem kann der negative Effekt der Zugangsregulierung auf die Investitionsanreize unmittelbar durch die Höhe der Zugangsentgelte beeinflusst und damit reduziert werden.

Des Weiteren kann erwartet werden, dass gegeben eines prognostizierten Endkundenpreises und eines Regulierungsregimes Wettbewerb unter potentiellen Infrastrukturanbietern – in den Regionen in denen ein privatwirtschaftlicher Ausbau lohnend ist – zu einem schnelleren Glasfasernetzausbau führt.

Im Vergleich zur Wirkungsrichtung der Regulierung auf den Ausbau könnte man das Schema ebenfalls für die Diskussion über die Wirkungsrichtung im Hinblick auf Ko-Investment-Modelle heranziehen. Die wesentliche Gemeinsamkeit mit der Zugangsregulierung ist jedoch, dass beide Effekte in die volkswirtschaftlich wünschenswerte Richtung gehen. Anreize zum Duplizieren einer Gigabitnetzinfrastruktur werden durch Ko-Investment-Modelle verringert und – aufgrund der Risikoteilung – steigen die Anreize Regionen, die in einer Welt ohne Kooperationen nicht erschlossen worden wären, auszubauen (Inderst und Peitz, 2011).

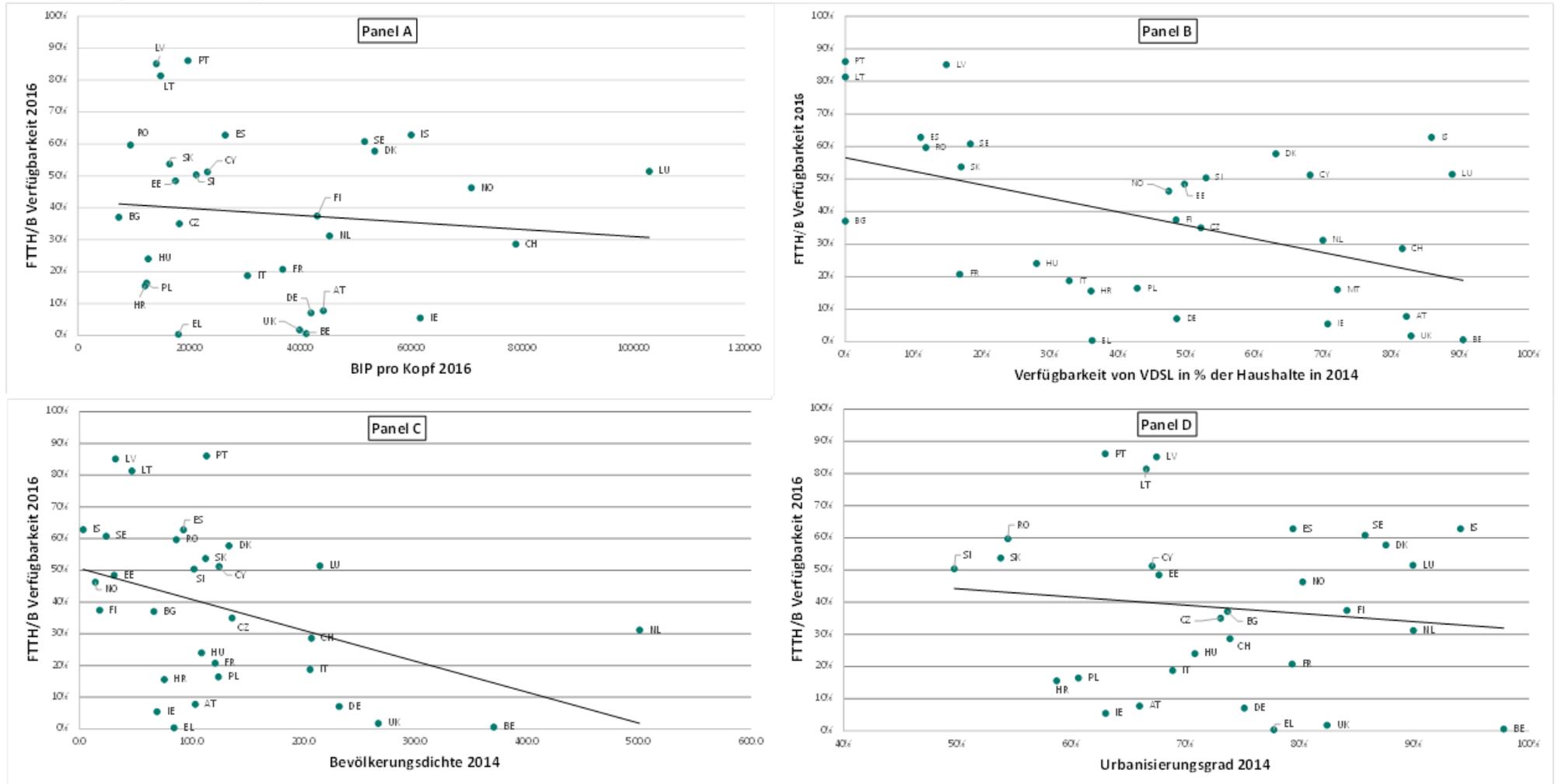
Zuletzt ist hervorzuheben, dass langfristige Regulationsregeln zu einer Steigerung der Rechtssicherheit und damit zu höherem Investitionsanreiz in eine Glasfaserinfrastruktur führen sollten. Rechtsunsicherheit kann sich zum einen in einer zeitlich verzögerten oder zum anderen in einer *ex post* „falsch“ getroffenen Investitionsentscheidung niederschlagen. Neben der bestehenden Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der Zahlungsbereitschaft der Konsumenten (siehe Nachfrage), lässt sich zumindest durch ein glaubhaftes Commitment der Regulierungsbehörde diese Komponente in der Investitionsunsicherheit hinsichtlich des durchzusetzenden Endkundenpreisniveaus eliminieren.

### 3.1.2 Empirische Evidenz

Neben den vorangegangenen theoretischen Diskussionen, welche Faktoren die Glasfasernetz-Investitionsentscheidung beeinflussen, lassen sich auch empirisch Faktoren identifizieren, die mit dem Glasfaserausbau in Beziehung stehen.

Eine Hypothese für den Aufbau eines Glasfasernetzes ist, dass reichere Länder eine höhere Abdeckung mit FTTB/H-Anschlüssen haben, da sie mehr Ressourcen in dessen Aufbau investieren können. Panel A in Abbildung 3-2 trägt den Zusammenhang zwischen Bruttoinlandsprodukt und Verfügbarkeit von FTTH/B-Anschlüssen europäischer Länder ab. Entgegen der Hypothese ist nicht ein positiver sondern ein leicht negativer Zusammenhang zu beobachten.

**Abbildung 3-2:**  
FTTH/B-Verfügbarkeit in Europa 2016



Quelle: Europäische Kommission (2017) und Weltbank (2017).

Ein möglicher Erklärungsansatz für diese negative Korrelation könnte sein, dass reichere Länder in der Vergangenheit qualitativ-hochwertigere Kupfernetze ausgebaut haben und deswegen besser in der Lage sind, höherwertige VDSL-Produkte anzubieten. Im Gegensatz dazu hätten ärmere Länder schlechtere Kupfernetze und deswegen einen größeren Anreiz früher in Glasfasernetze zu investieren. Dies trifft vor allem auf die baltischen Länder wie Estland zu, die nach dem Zerfall der Sowjetunion stark in die eigene Digitalisierung investiert haben (Bertelsmann Stiftung, 2017).

Betrachtet man die Verfügbarkeit von VDSL im Jahr 2014<sup>11</sup> und die Verfügbarkeit von FTTH/B im Jahr 2016 in den europäischen Ländern in Panel B in Abbildung 3-2, lässt sich eine negative Korrelation erkennen. Ein kausaler Zusammenhang lässt sich anhand der Datenbasis allerdings nicht identifizieren. Es könnte aber ein Indiz dafür sein, dass eine höhere VDSL-Verfügbarkeit zumindest zu einer zeitlichen Verzögerung im Glasfasernetzausbau führen kann. Neben der reinen Verfügbarkeit kann aber auch die VDSL-Breitbandgeschwindigkeit eine entscheidende Rolle spielen und demnach auch die Aufwertung von xDSL, zum Beispiel durch den Einsatz von Vectoring (siehe Abschnitt 3.2).

Ein weiterer Grund für die negative Korrelation könnte sein, dass reichere Länder restriktivere Bauvorschriften/-verordnungen haben. Wenn in Ländern mit niedrigerem (höherem) BIP pro Kopf das Telekommunikationsnetz überwiegend überirdisch (unterirdisch) verlegt würde, ergäbe sich damit ein systematisch positiver Zusammenhang zwischen BIP pro Kopf und Baukosten, der zu dem beschriebenen Ergebnis führen würde.

Die Ausbaurkosten sind eine weitere wesentliche Determinante für die Ausbauranreize in Gigabitnetze. Die zu untersuchende Hypothese wäre hier, dass Länder mit niedrigeren Baukosten eine größere FTTH/B-Verfügbarkeit haben sollten. Da sich die Ausbaurkosten im internationalen Vergleich teilweise stark unterscheiden, muss man dies entsprechend berücksichtigen. Eine mögliche Annäherung wäre hier die Bevölkerungsdichte in einem Land. Unter der Annahme, dass die Ausbaurkosten mit zunehmender Bevölkerungsdichte sinken, da die Baukosten pro Anschluss tendenziell niedriger sind, könnte man erwarten, dass Länder mit einer höheren Bevölkerungsdichte eine größere FTTH/B-Abdeckung haben. In der entsprechenden Panel C in Abbildung 3-2 lässt sich jedoch dieser Zusammenhang empirisch nicht feststellen. Möglicherweise hängt dies mit der Wahl des gewählten Konzentrationsmaßes zusammen.

---

<sup>11</sup> Im Folgenden werden VDSL-Verfügbarkeit, Bevölkerungsdichte sowie Urbanisierungsgrad aus dem Jahr 2014 der FTTH/B-Verfügbarkeit im Jahr 2016 gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkte sollen dem zeitlichen Auseinanderfallen des Zeitpunkts der Investitionsentscheidung und dem Realisationszeitpunkt Rechnung tragen.

Alternativ könnte man auch den Urbanisierungsgrad als Maß heranziehen, der den Anteil der Stadtbewohner an der Gesamtbevölkerung eines Landes darstellt. Aus Panel D in Abbildung 3-2 wird ersichtlich, dass auch in diesem Fall ein negativer Zusammenhang zwischen Urbanisierung und FTTH/B-Verfügbarkeit besteht.

Die Frage ist also, ob die Bevölkerungsdichte und Urbanisierung die tatsächlichen Kosten für den Aufbau eines Glasfasernetzes widerspiegeln. Einerseits mag es zwar wahr sein, dass es theoretisch wirtschaftlicher ist, ein Netz in dicht besiedelten Gebieten auszubauen. Andererseits können die Kosten aber auch variieren, je nachdem, wie einfach es ist, jeden Haushalt mit einem Anschluss zu erreichen. Zum Beispiel ist es kostengünstiger, einen Haushalt in einer weniger bevölkerten Region zu erreichen, wenn ein besseres Leerrohrsystem zur Verfügung steht als in einem besiedelten Gebiet, wo intensive Tiefbauarbeiten durchgeführt werden müssen. Bauvorschriften spielen bei den Ausbaurkosten eine zentrale Rolle. Prinzipiell könnte eine geringe Bevölkerungsdichte auch für ein Glasfasernetz sprechen, da die Übertragungsqualität des Signals im Vergleich zu einem Kupfernetz auf lange Distanz weniger stark abnimmt.

Zudem können wirtschaftspolitische Maßnahmen eine wesentliche Rolle im FTTH/B-Ausbau spielen, die den Einfluss der Bevölkerungsdichte oder des Bevölkerungswohlstands überlagern, so dass es zu diesen negativen Korrelationen kommt. Verschiedene Studien haben einzelne europäische Länder untersucht, um zu analysieren, warum hier der FTTH/B-Ausbau bis dato erfolgreicher war als in anderen Ländern (siehe Box 3-1). Es zeigt sich, dass es eine Vielzahl an länderspezifischen Gründen gibt, warum der FTTH/B-Ausbau in diesen Ländern schneller vorangeschritten ist. Zwei wesentlichen Treiber, die sich identifizieren lassen, sind

- staatliche Fördermaßnahmen und
- Infrastrukturwettbewerb (bspw. mit HFC-Netzen).

**Box 3-1:  
Länderfallstudien zum FTTH/B-Ausbau****Schweden**

Schweden wird oft als Erfolgsbeispiel für den Glasfaserausbau in Europa genannt. Tatsächlich hat Schweden die zweithöchste Nutzung von Glasfaser in Europa. 60,8 Prozent der schwedischen Haushalte haben einen Glasfaseranschluss zur Verfügung (Europäische Kommission, 2017). Beim Ausbau von Glasfaser haben die Kommunen eine wichtige Rolle gespielt, da sie schon 1994 mit der Verlegung begonnen haben und die Versorgung der Bevölkerung mit FTTH/B-Anschlüssen als staatliche Aufgabe übernommen haben. Zusätzlich wurde der Glasfaserausbau in Schweden durch eine große Zahlungsbereitschaft für gigabitfähige Anschlüsse beschleunigt. Im Jahr 2014 waren ca. 43 Prozent der verfügbaren Glasfaseranschlüsse in Besitz der kommunalen Akteure (Neumann & Schwab, 2015). Die restlichen Anschlüsse wurden von TeliaSonera (Incumbent) und Telenor ausgebaut. Dadurch, dass alle Netze in einem Open-Access Modell betrieben werden, herrscht in Schweden ein starker Dienstewettbewerb zwischen Anbietern (Bertelsmann Stiftung, 2017).

**Spanien**

Der Ausbau der Glasfaserinfrastruktur in Spanien ist durch eine hohe Dynamik in den letzten Jahren gekennzeichnet. Die Verfügbarkeit von FTTH/B-Anschlüssen ist in der Zeit zwischen 2010 und 2016 von 3,2 Prozent auf 62,8 Prozent der Haushalte rasch angestiegen (Neumann & Schwab, 2015; Europäische Kommission, 2016). Als einer der Hauptgründe für diese Entwicklung wird der Infrastrukturwettbewerb sowie die Einführung von innovativen Bündelangeboten (Quadruple-Play) seitens der alternativen Glasfaseranbieter (vor allem Jazztel) genannt. Dies hat dazu geführt, dass der Incumbent (Telefonica) stark in den Ausbau eines eigenen Glasfasernetzes in kurzer Zeit investiert hat (BEREC, 2016). Von großer Bedeutung beim Ausbau von FTTH/B war die hochqualitative Leerrohrinfrastruktur bis zum Endkunden, die die Baukosten gesenkt hat.

**Niederlande**

Auch in den Niederlanden hat sich der Ausbau von Glasfaser in den letzten Jahren beschleunigt. Die Verfügbarkeit von FTTH/B-Anschlüssen ist zwischen 2009 und 2016 von weniger als 10 Prozent auf ca. 31 Prozent gestiegen (Neumann & Schwab, 2015; Europäische Kommission, 2016). Der Ausbau wurde hauptsächlich vom Unternehmen Reggefiber, einem Joint-Venture zwischen dem Incumbent KPN und einem Bauunternehmen, vorangetrieben. Ein entscheidender Faktor beim Ausbau des Glasfasernetzes war in diesem Fall eine starke Infrastrukturkonkurrenz, da ein Großteil der Haushalte einen TV-Kabel-Anschluss von alternativen Anbietern zur Verfügung hat (BEREC, 2016). Zusätzlich wurden Fördermittel von der Regierung zur Verfügung gestellt, um Regionen mit einer niedrigen Bevölkerungsdichte mit Glasfaser anschließen zu können. Derzeit ist der entbündelte Zugang zu den FTTH/B-Anschlüssen reguliert.

**Portugal**

Der Breibandmarkt in Portugal zeichnet sich auch durch eine hohe Verfügbarkeit von Anschlüssen der nächsten Generation aus. Im Jahr 2016 hatten 86,1 Prozent der Haushalte einen Glasfaseranschluss (FTTH/B) und 79,1 Prozent der Haushalte einen DOCSIS 3.0-Anschluss zur Verfügung. Der

Ausbau von Glasfaseranschlüssen fand vor allem in dicht besiedelte Städten statt. Wichtige Erfolgsfaktoren beim Ausbau des Glasfasernetzes waren in diesem Fall ein diskriminierungsfreier Zugang zur Leerrohr-Infrastruktur sowie niedrige Baukosten, was zu einem starken Infrastrukturwettbewerb beigetragen hat (BEREC, 2016). Zusätzlich ist in Portugal die Nachfrage nach Bündelangeboten (Quadruple-Play) hoch, die einem NGA-Anschluss benötigen (FTTH Council Europe, 2012).

#### **Dänemark**

Ca. 60 Prozent der dänischen Haushalte steht ein Glasfaseranschluss zur Verfügung. Die meisten Anschlüsse wurden in den letzten Jahren hauptsächlich von den Stadtwerken, auch in kleinen Kommunen, ausgebaut. Deswegen zeichnet sich Dänemark durch eine hohe Verfügbarkeit von FTTH/B-Anschlüssen in ländlichen Bereichen aus (BEREC, 2016). Gleichzeitig ist der Incumbent hauptsächlich mit VDSL-Vectoring und in Kopenhagen mit Glasfaser aktiv. Dieser wird von den Regulierungsbehörden verpflichtet, den Konkurrenten Zugang zum Glasfaser- und Kupfernetz zu gewähren.

#### *Interdependenz mit staatlicher Förderung und Infrastrukturwettbewerb*

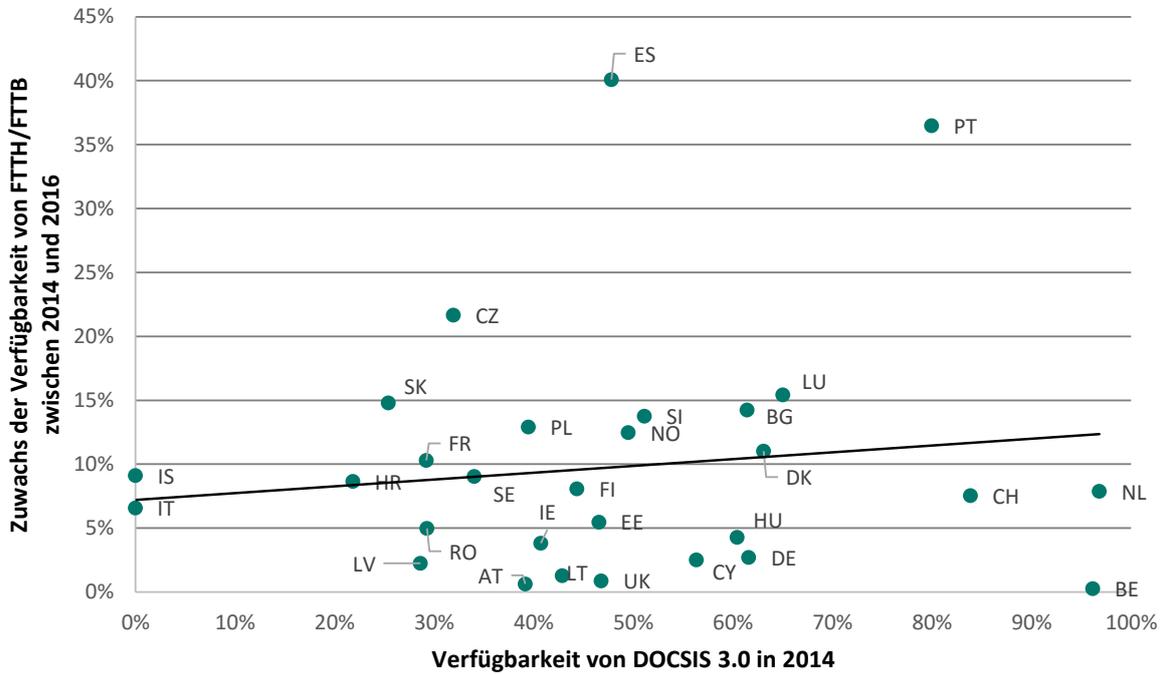
Wie man sehen kann, gibt es verschiedene Faktoren, die zum Aufbau eines Glasfasernetzes in den jeweiligen Ländern beigetragen haben. Es gibt jedoch einige Erfolgsfaktoren, die in den oben aufgeführten Fallbeispiele relativ häufig vorkommen.

Aus angebotsseitiger Sicht ist der Infrastrukturwettbewerb zwischen Kabel und FTTH/B ein Schlüsselfaktor für Investitionen in Glasfaser gewesen. In Abbildung 3-3 lässt sich ein schwach positiver Zusammenhang zwischen gigabitfähigem Kabelnetz- und Glasfasernetz feststellen. Darüber hinaus scheint sich eine gut zugängliche Leerrohrinfrastruktur positiv auf den Ausbau ausgewirkt zu haben, da sie die Ausbaurkosten gesenkt hat.

Zweitens scheint aus nachfrageseitiger Sicht die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Bündelangeboten (Internet, Telefon, Fernsehen, Mobilfunk) eine wichtige Rolle bei der Sicherung von Investitionen in Glasfaser zu spielen.

Darüber hinaus scheinen staatliche Beihilfen ein wichtiger Faktor gewesen zu sein, der den Glasfaserausbau in dünn besiedelten Regionen vorangetrieben hat. Darüber hinaus waren öfters die kommunalen Akteure und Stadtwerke ein bedeutender Investor in Glasfaser.

Abbildung 3-3:  
 Infrastrukturwettbewerb – Verfügbarkeit von TV-Kabel und FTTH/B in Prozent der Haushalte



Quelle: Europäische Kommission (2017).

Im Hinblick auf die zukünftigen Einflussfaktoren auf den Aufbau von Glasfasernetzen ist zu erwarten, dass die steigende Nachfrage nach gigabitfähigen Anschlüssen ein zentraler Faktor für die Investitionen in Glasfasernetze sein wird. Mit dem aktuellen Geschwindigkeitsbedarf gibt es weitere Technologien wie VDSL oder LTE, die kurzfristig als Substitut für FTTH/B angesehen werden können. Langfristig wird jedoch nur Glasfaser die Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen decken können.

### Multivariate Korrelationsanalyse

Die Analyse in den vorangegangenen Abschnitten war bislang auf den univariaten Zusammenhang von FTTH/B-Ausbau und (jeweils) einer anderen Variable beschränkt. Diese isolierte Betrachtung lässt aber Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen erklärenden Variablen unberücksichtigt. Um gemeinsame Zusammenhänge bzw. Abhängigkeitsstrukturen der verschiedenen Investitionstreiber zu identifizieren, bedarf es einer multivariaten Analyse.

**Tabelle 3-1:**  
**Multivariate Regressionsanalyse der FTTH/B-Verfügbarkeit 2016**

	(1) FTTH/B Verfügbarkeit 2016	(2) FTTH/B Verfügbarkeit 2016	(3) FTTH/B Verfügbarkeit 2016	(4) FTTH/B Verfügbarkeit 2016
BIP pro Kopf 2014	-0.000628 (0.00290)	-0.000589 (0.00285)	0.00272 (0.00350)	0.00149 (0.00344)
DOCSIS 3.0 Verfügbarkeit 2014	0.398* (0.217)			0.377* (0.216)
TV-Kabel Verfügbarkeit 2014		0.423* (0.209)		
VDSL Verfügbarkeit 2014			-0.248 (0.201)	-0.220 (0.194)
Bevölkerungsdichte 2014	-0.00148*** (0.000491)	-0.00148*** (0.000473)	-0.000831* (0.000445)	-0.00131** (0.000510)
Constant	0.412*** (0.120)	0.389*** (0.121)	0.493*** (0.114)	0.414*** (0.119)
N(Länder)	30	30	30	30
R2	0.267	0.284	0.218	0.303

Standardfehler in Klammern; \*\*\* p < 0.01, \*\* p < 0.05, \* p < 0.1  
Quellen: Europäische Kommission (2017); Weltbank (2017)

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Europäische Kommission (2017) und Weltbank (2017)

Die vier Regressionen in Tabelle 3-1 beschreiben wie die FTTH/B-Verfügbarkeit im Jahr 2016 mit BIP pro Kopf im Jahr 2014, Bevölkerungsdichte 2014 als Proxy für Ausbaukosten sowie Infrastrukturausbauzustand im Jahr 2014 im Bereich gigabitfähigen Kabelnetzen (DOCSIS 3.0), TV-Kabelanschlüssen und/oder VDSL korreliert sind. Die unterschiedlichen Betrachtungszeitpunkte sollen den zeitlichen Verzug zwischen dem Zeitpunkt der Investitionsentscheidung und der Realisation der entsprechenden FTTH/B-Verfügbarkeit berücksichtigen.

Es zeigt sich, dass ein signifikant positiver Zusammenhang von TV-Kabelnetzen und FTTH/B-Ausbau-grad bestehen bleibt. Nardotto, Valletti und Verboven (2015) identifizieren einen ähnlichen Effekt für das Vereinigte Königreich. Sie zeigen, dass Infrastrukturwettbewerb mit Kabelnetzen einen positiven Einfluss auf die Breitbandverfügbarkeit sowie auf die Bandbreite hat. Der Zusammenhang mit der VDSL-Verfügbarkeit ist negativ, aber nicht signifikant von Null verschieden. Demnach kann nicht mit

Sicherheit gesagt werden, dass VDSL-Verfügbarkeit negativ mit FTTH/B-Verfügbarkeit zusammenhängt. Interessant ist, dass weiterhin die Bevölkerungsdichte entgegen den Erwartungen negativ und signifikant bleibt. Dies kann zum einen dafür sprechen, dass wie zuvor diskutiert Bevölkerungsdichte kein geeigneter Proxy für Ausbaukosten ist. Verwendet man jedoch zum Beispiel anstelle von Bevölkerungsdichte den Urbanisierungsgrad geht der Erklärungsgehalt des Modells zurück, die Aussagen bleiben davon unverändert. Zum anderen ist der Zusammenhang aufgrund der geringen Größe des Koeffizienten zwar statistisch, aber nicht wirklich ökonomisch signifikant.<sup>12</sup> Es ist wichtig, nochmals zu betonen, dass es sich hier trotz eines Regressionsansatzes nicht um einen kausalen Zusammenhang handelt, lediglich um eine multivariate Korrelationsanalyse. Für eine tieferegreifende Analyse bedarf es einer detaillierteren und breiteren Datengrundlage und einer entsprechenden empirischen Identifikationsstrategie. Dies kann im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden, daher dienen die Ergebnisse zur Validierung der obigen univariaten Ergebnisse sowie der Literaturrecherche.

### 3.2 Vectoring-Regulierungsentscheidungen

Die VDSL-Vectoring-Entscheidungen der BNetzA haben einen Einfluss auf die Ausbauanreize im deutschen Glasfasernetz. Die Vectoring-Technologie erlaubt eine Erhöhung der Datenübertragungsgeschwindigkeit des alten Kupfernetzes, indem sie die Störungen durch das gegenseitige Übersprechen von benachbarten Leitungen verringert. Um die alten Kupfernetze mit Vectoring nachzurüsten, müssen die jeweiligen KVz mit der Technologie versorgt werden. Zusätzlich kann Vectoring nur dann eingesetzt werden, wenn die VDSL-Signale von einem einzigen Unternehmen an dem nachgerüsteten KVz eingespeist werden. Aus wettbewerbspolitischer bzw. regulatorischer Sicht hat das zur Folge, dass ein entbundelter Zugang zu den nachgerüsteten KVz dann nicht mehr möglich ist.

Hinsichtlich der Regulierung des VDSL-Vectoring gibt es zwei Grundsatzentscheidungen, die die Anreize für den Aufbau eines Glasfasernetzes geprägt haben. Die erste Vectoring-Regulierungsentscheidung (Vectoring I) der BNetzA wurde 2013 veröffentlicht und enthielt die gesetzlichen Richtlinien zur Umsetzung von Vectoring außerhalb des Nahbereichs der HVt. In diesem Fall hatten alle Unternehmen das Recht, die KVz nach dem Windhundprinzip mit Vectoring aufzurüsten. Das heißt, das erste Unternehmen, das sich für die Aufrüstung eines KVz entschied, musste dieses an eine zentrale Liste melden und das Vorhaben innerhalb eines Jahres umsetzen. Nach der Aufrüstung erhielt das Unternehmen

---

<sup>12</sup> Eine Standardabweichung in der Bevölkerungsdichte würde lediglich zu einer Erhöhung der FTTH/B-Verfügbarkeit von 0,2% führen.

das Exklusivrecht zum Betreiben des KVz unter der Bedingung, dass ein Bitstromzugang für die Wettbewerber zur Verfügung gestellt wird (BNetzA, 2013a).

Als Konsequenz der Vectoring-I-Entscheidung haben viele Telekommunikationsanbieter beschlossen, ihre Investitionen auf die Modernisierung strategischer KVz mit Vectoring-Technologie zu konzentrieren (Gries et al., 2016). Dies wird vermutlich bereits eine erste Verschiebung von Investitionen weg vom Glasfasernetzausbau bis zum Endkunden bewirkt haben.

Von wirtschaftlich größerer Bedeutung ist jedoch die zweite Vectoring-Regulierungsentscheidung (Vectoring II), die den Einsatz der Vectoring-Technologie bei den KVz im Nahbereich der HVt regelt.<sup>13</sup> Insgesamt liegen 41.000 der insgesamt 330.000 Kabelverzweiger im Nahbereich und 6,2 Mio. Haushalte können mit diesen KVz versorgt werden. Diese KVz waren von der ersten Entscheidung ausgeschlossen worden, da es zu technischen Problemen mit den direkt vom HVt eingespeisten VDSL-Signalen kommen könnte.

Die DTAG hat der BNetzA jedoch 2015 angeboten, alle KVz im Nahbereich mit Vectoring-Technologie aufzurüsten. Im Gegenzug würde die DTAG ein Exklusivrecht auf die Nutzung dieser KVz bekommen. Dieser Vorschlag der DTAG wurde mit einigen Auflagen angenommen. Die DTAG müsste nach der Installation der Vectoring-Technologie im jeweiligen KVz ein alternatives Bitstrom-Produkt (VULA) anbieten. Darüber hinaus hatten die Wettbewerber für einen kurzen Zeitraum von drei Monaten die Möglichkeit, sich zu verpflichten, in Bereichen, in denen sie aktiver als die DTAG waren, Vectoring zu installieren (BNetzA, 2016).

Im Rahmen der Einführung der Vectoring-II-Entscheidung äußerte die Europäische Kommission tiefe Besorgnis über die negativen Auswirkungen dieser Verordnung auf das Wettbewerbsumfeld des Breitbandsektors in Deutschland. Die Kommission vertrat die Auffassung, dass die negativen Folgen die positiven Auswirkungen des Anstiegs der Breitbandgeschwindigkeiten überwiegen würden, da nur ein kleiner Anteil (3,8%) der deutschen Haushalte von höheren Geschwindigkeiten ( $\geq 50$  Mbit/s) profitieren würde, während viele von ihnen unter einem Rückgang des Wettbewerbs leiden würden (Europäische Kommission, 2016). Darüber hinaus würde die Verweigerung des Zugangs zu den KVz und die FTTC-Leitungen der DTAG für die Wettbewerber die ohnehin geringen Anreize für den Bau von FTTH/B-Anschlüssen weiter reduzieren und damit das Ziel einer flächendeckenden Versorgung mit NGA-Anschlüsse behindern (Monopolkommission, 2015). Dies liegt daran, dass die Wettbewerber der DTAG

---

<sup>13</sup> Ein KVz ist im Nahbereich eines HVt, wenn die Länge des Kupferkabels zwischen HVt und KVz kürzer als 550 Meter ist.

eine mit deutlich höheren Kosten verbundene parallele Glasfaserinfrastruktur aufbauen müssten, um die Haushalte im Nahbereich der HVT mit FTTH/B versorgen zu können. Dazu kommt, dass durch die VDSL-Breitbandaufwertung durch Vectoring – mit Hilfe dieser Technologie die Breitbandgeschwindigkeit bestehender Kupferleitungen auf bis zu 100 Mbit/s erhöht werden kann – die Nachfrage nach schnellen Breitbandanschlüssen noch abgedeckt wird und damit die potentielle Nachfrage nach FTTH/B-Anschlüssen sinkt und wiederum die unmittelbare Wirtschaftlichkeit eines FTTH-Ausbaus negativ beeinflusst wird. Bestehende Kupferverbindungen mit Vectoring aufzurüsten, führt zu einem negativen Effekt auf die Glasfasernetzausbauanreize der Wettbewerber, solange die Nachfrage nach gigabitfähigen Anschlüssen nicht hinreichend groß ist. Zum anderen hat dies eine zeitliche Verzögerung des Glasfasernetzausbaus seitens der DTAG zur Folge. Obwohl die DTAG im Jahr 2010 angekündigt hatte, ihr Glasfasernetz auf 10 Prozent der Haushalte bundesweit auszuweiten, gab es einen Strategiewechsel in Richtung Vectoring. Dies hatte negative Auswirkungen auf den Aufbau von „echten“ Glasfaseranschlüssen (FTTH/B).

Zwei Gründe, die aus Sicht der DTAG für einen Ausbau der Vectoring-Technologie – unter der Voraussetzung der Gewährung von exklusiven Ausbaurechten – sprechen, sind, dass zum einen mit dem Vectoring-Einsatz Haushalten in Regionen, in denen ein kostendeckender Glasfasernetzausbau nicht gegeben ist, eine schnellere Breitbandverbindungen zur Verfügung gestellt werden kann. Zum anderen würde der Ausbau der Vectoring-Technologie in manchen Regionen erstmals die Möglichkeit schaffen, dass den TV-Kabelnetzbetreibern durch das höherwertige VDSL2-Vectoring-Produkt wirksam Konkurrenz gemacht werden kann (Haucap, 2016a). Es ist jedoch fraglich, ob die Vorteile einer vollständigen Abdeckung mit Vectoring im Nahbereich die langfristige Nachteile der Beschränkung des Wettbewerbs überwiegen.

Demgegenüber steht, dass bei bestehender Marktabgrenzung die regulatorischen Gegebenheiten der Vectoring-Entscheidungen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass die DTAG nach der erfolgreichen Transformation von einem überwiegend kupfer- hin zu einem glasfaserbasierten Breitbandnetz marktmächtig bleibt. Dies ist auf mehrere Punkte zurückzuführen. Zum einen hat die DTAG mit dem Exklusivrecht auf den KVz einen klaren Wettbewerbsvorteil bei der VDSL(2-Vectoring)-Kundenbasis, die sie künftig einfacher auf neue FTTH/B-Produkte migrieren kann. Zum anderen ist der Vectoring-Ausbau der DTAG mit einem inkrementellen Glasfasernetzausbau bis zum KVz (FTTC) verbunden. Demnach hat die DTAG auch einen Vorteil gegenüber ihren Wettbewerbern beim Glasfaserausbau im Bereich der "letzten Meile" während ihre Wettbewerber eine komplett neue parallele Infrastruktur ausbauen müssten.

Konkrete Indizien für eine unmittelbare Notwendigkeit, von der bestehenden Marktabgrenzung abzuweichen, liegen aktuell nicht vor. Die von der Bundesnetzagentur in ihrer letzten Marktfeststellung im Jahr 2014 aufgeführten Gründe hinsichtlich der Marktabgrenzung – Teilmarkt A in räumlicher Hinsicht bundesweit abzugrenzen und in sachlicher Hinsicht Kupfer- als auch Glasfasernetze demselben Markt zuzuordnen – erscheinen weiterhin gültig zu bleiben.<sup>14</sup> Zudem lässt sich aus dem verstärkten Vectoring-einsatz der DTAG ableiten, dass die Nachfrager zurzeit (noch) VDSL2-Vectoring und FTTH/H-Anschlüsse als hinreichende Substitute erachten.

### 3.3 Regulierungsferien für DTAG

Im Rahmen der Diskussion um die Regulierung von Glasfaserkabelnetzen in Deutschland werden derzeit verschiedene Regulierungsinstrumente diskutiert, die einen zügigen Ausbau von FTTH/B-Anschlüssen ermöglichen sollen (vgl. BNetzA, 2017a). Eine der umstrittensten und am weitesten diskutierten Regulierungsvorschläge ist die Einführung von so genannten Regulierungsferien im Bereich der Glasfaserinfrastruktur, um die Ausbauanreize zu erhöhen. Im Weißbuch Digitale Plattformen kündigte das BMWi an, sich „im Rahmen der anstehenden Diskussionen über die von der Europäischen Kommission entwickelten Vorschläge hinaus dafür ein[zusetzen], dass Gigabitinfrastrukturen unter bestimmten Voraussetzungen nicht der Regulierung unterworfen werden“ (BMW, 2016). Von dieser Regulierung sollte vor allem der Ausbau von der „letzten Meile“ und somit von FTTH/B-Anschlüssen für die DTAG lohnender gestaltet werden, indem ermöglicht wird, dass höhere Renditen erzielt werden.

Es ist jedoch genauer zu untersuchen, ob eine solche Regulierung mit der Gefahr verbunden ist, dass Wettbewerb und Netzausbau gegeneinander ausgespielt werden. Auf der einen Seite argumentieren einige Experten, dass der BNetzA die Befugnis eingeräumt werden soll, den Investoren in Glasfaser ein zeitlich befristetes Monopol über die ausgebauten Anschlüsse zu gewähren. Unter der Annahme, dass es eine ausreichende Zahlungsbereitschaft für Glasfaser gäbe, würde der Ausbau in dünn besiedelten Regionen dadurch attraktiver werden, da Glasfaseranbieter höhere Preise setzen könnten.

---

<sup>14</sup> In ihrer Festlegung der Marktabgrenzung unterteilt die BNetzA (2014) den "Vorleistungsmarkt für den an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang bezogen auf die tatsächliche Situation in der Bundesrepublik Deutschland" in zwei Teilmärkte. Teilmarkt A umfasst den entbündelten/gebündelten Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung auf Basis von Kupferdoppelader, reiner Glasfaser (bezogen auf massenmarkfähiges FTTH), OPAL/ISIS als auch ein lokaler virtueller Zugang am Hauptverteiler oder einem anderen näher an der Teilnehmeranschlusseinheit gelegenen Punkt. Teilmarkt B umfasst den entbündelten Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung auf der Basis einer auftragsbezogenen, kundenindividuellen reinen Glasfaser für die Anbindung großer gewerblicher Endkunden.

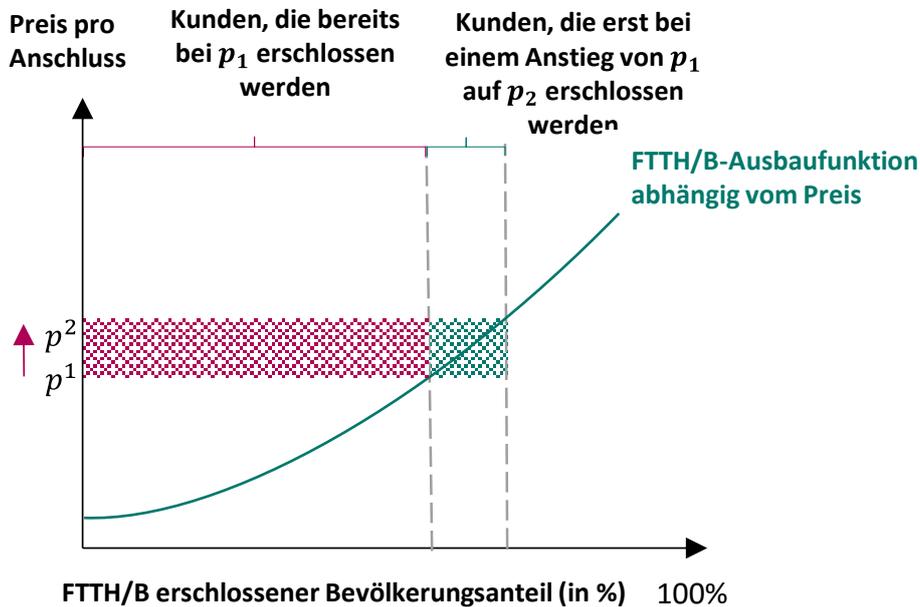
Auf der anderen Seite zeigt die Erfahrung, dass der Wettbewerb im Telekommunikationsmarkt eine notwendige Bedingung für eine hohe Dienstqualität und niedrige Endkundenpreise ist. Es ist also zu vermuten, dass zeitlich befristete Monopole nicht nur die Preise für FTTH/B-Anschlüsse erhöhen, sondern auch die Servicequalität oder die Entwicklung maßgeschneiderter Produkte für Geschäftskunden senken würden.

Zusätzlich stellt sich die Frage, inwiefern die Regulierungsferien für die Glasfaserinfrastruktur zu einem höheren Ausbau führen würde. Einerseits wird argumentiert, dass die Monopolrenditen den Ausbau beschleunigen, indem Glasfaser profitabler gemacht würde. Allerdings zeigt die bisherige Entwicklung der Glasfaserinfrastruktur in Deutschland, dass die DTAG die aktuelle Breitbandnachfrage mit Vektorring-Produkten befriedigen kann, sodass die Regulierungsferien zumindest in der kurzen Frist nur einen marginalen Effekt auf die Ausbaudynamik von Seiten des Incumbents hätten. Dies würde bedeuten, dass der Subventionsbedarf für Glasfaser nicht signifikant sinken würde und dass nicht nur die wenigen zusätzlichen sondern alle FTTH/B-Kunden höhere Preise zahlen müssten.

Abbildung 3-4 zeigt die FTTH/B-Ausbaufunktion des Incumbents. Darin wird illustriert, dass günstig auszubauende Gebiete bereits bei niedrigeren Anschlusspreisen eigenwirtschaftlich erschlossen werden, wohingegen höhere Preise erforderlich sind, um als Anreiz für Ausbau in kostenintensiv zu erschließender Gebiete zu dienen. Dies ist in dem Verhältnis von Ausbaukosten und Anschlusszahlen begründet, welches in urbanen Gebieten deutlich niedriger ausfällt.

Wenn durch einen Wechsel von einer Zugangsregulierung hin zu Regulierungsferien die Durchsetzung eines höheren Preisniveaus möglich wäre (Preisanstieg für Endkonsumenten von  $p_1$  auf  $p_2$ ), ist ein zusätzlicher privatwirtschaftlicher Ausbau wahrscheinlich. Jedoch ist anzunehmen, dass der höhere Preis nicht nur von den neu erschlossenen FTTH/B-Endkunden, sondern - aufgrund eines einheitlichen Preises für ganz Deutschland – von allen FTTH/B-Kunden zu entrichten ist. Wie in Abbildung 3-4 ersichtlich, müssten im Falle von Regulierungsferien alle Kunden, deren Wohnort bereits bei einem Anschlusspreis von  $p_1$  erschlossen wird, eine höhere Gebühr verrichten. Diesem Wohlfahrtsverlust stünde der zusätzlichen Nutzen durch eine höhere Netzabdeckung entgegen.

Abbildung 3-4:  
Glasfaserausbau bei Regulierungsferien



Quelle: DIW Econ.

Zusätzlich zeigen die Fallbeispiele europäischer Länder, dass es andere Faktoren gibt, wie z.B. den Infrastrukturwettbewerb, den diskriminierungsfreien Zugang zu Leerrohrkapazitäten oder die Synergieeffekte beim Ausbau in Verbindung mit bzw. durch andere Netzbetreiber (z.B. Stadtwerken), die eine wichtigere Rolle für einen dynamischen Ausbau von Glasfaser spielen.

Sollten die Regulierungsferien tatsächlich einen signifikanten Effekt auf den Ausbau von Glasfaser haben, müssten die zusätzlichen Wohlfahrtsgewinne durch eine höhere FTTH/B-Penetration und die Senkung des staatlichen Subventionsbedarf die negativen Effekte eines Monopols (wie zuvor bereits dargestellt in Form höherer Endkundenpreise und niedriger Servicequalität) überwiegen. Deswegen stellt sich die Frage, wie groß der zusätzliche Glasfaserausbau sein müsste, um die negativen Effekte der Regulierungsferien zu kompensieren.

Zur Beantwortung dieser Frage muss man zwischen Regionen mit verschiedenen Ausbaukosten differenzieren. Zum einen gibt es in Deutschland dicht besiedelte Regionen, in denen die Kosten pro Glasfaseranschluss gering sind und die Zahlungsbereitschaften eher hoch sind, sodass der Ausbau auch ohne Subventionen und ohne Monopolpreise profitabel ist („lukrative/günstige Regionen“). Andererseits gibt es Regionen – oftmals im ländlichen Raum – wo sich der Ausbau nur durch höhere Endkundenpreise oder staatliche Förderung lohnt („teure Regionen“). Damit die Regulierungsferien einen hinrei-

chend großen positiven Effekt auf den Ausbau haben, müssten die zusätzliche Erträge von den lukrativen Gebieten nicht einbehalten, sondern in den Glasfaserausbau in teuer zu erschließenden Gebieten investiert werden.

Allerdings ist in einem Monopolfall zu erwarten, dass die höheren Gewinne in den bereits erschlossenen, lukrativen Regionen zur Quersubventionierung ansonsten defizitärerer Regionen von Seiten der DTAG nicht investiert werden, wenn keine ausdrückliche Verpflichtung vereinbart wird. Deswegen würden dünn besiedelte bzw. teuer zu erschließende Regionen nur dann ausgebaut werden, wenn es eine Zahlungsbereitschaft für kostendeckende Monopol-Endkundenpreise geben würde. Gleichzeitig, wenn man davon ausgeht, dass es deutschlandweit einheitliche Preise gäbe, würden die zusätzliche Erlöse in günstig zu erschließenden Regionen als Rendite beim Monopolisten verbleiben.

Deswegen kann man feststellen, dass der Subventionsbedarf im Falle eines regulierungsfreien Ausbaus ohne Quersubventionierung nicht wesentlich sinken würde, während die Endkundenpreise überall steigen würden.

Im Vergleich würde ein wettbewerblicher, regulierter Ausbau in günstig zu erschließenden Regionen und ein subventionierter Ausbau in teuer zu erschließenden Gebieten die Preise für Glasfaser niedrig halten, eine höhere Abdeckung sichern und die Qualität der Dienste erhöhen. Zudem stellt sich die Frage, warum nicht die Zugangsregulierung durch eine entsprechende Festsetzung der Zugangsentgelthöhe ähnliche Investitionsanreize wie im Regulierungsferienszenario induzieren kann.

### Box 3-2: Fazit Abschnitt 3

- Neben den reinen Ausbaukosten beeinflussen verschiedene Faktoren den Ausbau des Glasfasernetzes. Zu den wichtigsten Determinanten gehören die Nachfrage bzw. Zahlungsbereitschaft der Endkunden, staatliche Subventionen für Infrastrukturausbau sowie die Wettbewerbssituation (abhängig von der Regulierung).
- Eine relative Aufwertung der xDSL-Technologie – zum Beispiel durch Vectoring – senkt zum aktuellen Zeitpunkt die Investitionsanreize in den Glasfasernetzausbau.
- Bei bestehender Marktabgrenzung begünstigt die zweite Vectoring-Entscheidung, dass die DTAG auch in Zukunft als einziges Unternehmen über beträchtliche Marktmacht verfügen wird.
- Mit Regulierungsferien ist ein Zielkonflikt zwischen dem Grad des privatwirtschaftlichen Gigabitnetzausbaus und der Wettbewerbsintensität (und damit implizit mit niedrigeren Endkundenpreisen, höherer Qualität sowie schnellerem, zeitlichen Ausbau) verbunden (eine wirksame Zugangsregulierung würde den gegenteiligen Effekt haben):

- Regulierungsferien erhöhen die privatwirtschaftlichen Glasfasernetzausbauanreize aufgrund höherer Endkundenpreise durch größere Marktmacht. Die Größe des zusätzlichen, positiven privatwirtschaftlichen Ausbaueffekts ist unklar.
- Regulierungsferien erhöhen die Anreize bzw. die Wahrscheinlichkeit eines „doppelten“ Glasfasernetzausbaus (Infrastrukturdupplung). Eine geeignete Zugangsregulierung kann diese Ineffizienz durch die hohen volkswirtschaftlichen Kosten reduzieren.
- Es ist fraglich, ob ein Aussetzen der Zugangsregulierung einen hinreichenden zusätzlichen privatwirtschaftlichen Ausbauanreiz schafft, um einen niedrigeren Bedarf für staatliche Subventionen zu rechtfertigen, wenn am Ende die Endkunden (auch die bereits angeschlossenen Privat- und Geschäftskunden) höhere Preise zahlen müssen.
- International lässt sich empirisch ein positiver Zusammenhang zwischen FTTH/B-Verfügbarkeit und Infrastrukturwettbewerb (etwa mit HFC) feststellen.

## 4. Volkswirtschaftliche Kosten fehlenden Wettbewerbs in Gigabitnetzen

Der Industriestandort Deutschland und die deutsche Volkswirtschaft insgesamt sind auf eine leistungsfähige Breitbandinfrastruktur und hochqualitative Breitbanddienstleistungen angewiesen. Zukünftig werden fortgeschrittene Informationsgesellschaften wie Deutschland grundlegend mit Informations- und Kommunikationstechnik durchdrungen sein und die volkswirtschaftliche Bedeutung einer hochleistungsfähigen Breitbandinfrastruktur noch weiter zunehmen. Daher ist es aus wirtschaftspolitischer Sicht dringend geboten, den Glasfaserausbau bis zu den Teilnehmeranschlüssen voranzutreiben, da es sich hierbei langfristig um die Technologie handelt, welche die Anforderungen an Bandbreite, Symmetrie (gleichermaßen Downlink und Uplink), Latenz (zur Gewährleistung der Echtzeitfähigkeit) und Zuverlässigkeit flächendeckend erfüllen kann.

Es kommt jedoch nicht nur auf die reine Existenz einer leistungsfähigen technologischen Infrastruktur an, sondern vor allem auf ein im internationalen Maßstab konkurrenzfähiges Angebot an hochwertigen und zugleich günstigen Breitbanddienstleistungen, die den Nutzern (sowohl Privathaushalte als auch Geschäftskunden) zur Verfügung stehen. **Aus volkswirtschaftlicher Perspektive ist für die Bereitstellung eines solchen Angebots ein funktionierender (Dienste-)Wettbewerb ein entscheidender Faktor.**

### *Die volkswirtschaftliche Bedeutung von Wettbewerb auf dem Breitbandmarkt*

Es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass der **regulierte Zugang** zur Infrastruktur des marktbeherrschenden Unternehmens eine essentielle **Vorbedingung für funktionierenden Wettbewerb** auf dem Endkundenmarkt im Festnetz darstellt. Ein funktionierender Wettbewerb wiederum führt zu einem wettbewerblichen, niedrigen Preisniveau, fördert die Produktqualität und die Produktvielfalt und bringt daher volkswirtschaftliche Vorteile mit sich. Umgekehrt führt die Marktmacht einzelner Telekommunikationsunternehmen durch überhöhte Preise zu einer künstlichen Verknappung des Angebots sowie zu einer schlechteren Dienstqualität und -vielfalt.

Sollte die DTAG wie in Abschnitt 3.3 beschrieben aufgrund von Regulierungsferien und der damit verbundenen Stärkung seiner marktbeherrschenden Stellung im Bereich der Breitbandangebote den Zugang für Wettbewerber erschweren, muss mit erheblichen volkswirtschaftlichen Nachteilen gerechnet werden. Die Penetrationsrate, also die Zahl der genutzten „echten“ Glasfaseranschlüsse, würde geringer ausfallen, Konsumenten müssten höhere Preise für Anschlüsse bezahlen und aufgrund mangelnden Wettbewerbs wären die Dienstqualität und -zuverlässigkeit sowie die Innovationstätigkeit eingeschränkt.

**Mangelnder Wettbewerb hätte negative volkswirtschaftliche Auswirkungen** auf die folgenden Bereiche:

- Höhere Preise, geringere Dienstqualität und -vielfalt gehen mit niedrigeren Konsumentenrenten sowohl im Breitbandmarkt als auch in anderen Märkten einher (Abschnitt 4.1).
- Insbesondere für Geschäftskunden ist die mangelnde Verfügbarkeit maßgeschneiderter Lösungen, die die spezifischen Anforderungen unterschiedlicher Geschäftsmodelle erfüllen, ein ernstzunehmendes Problem.<sup>15</sup> Das Potential digitaler Innovationen bliebe ungenutzt und in der langen Frist könnten deutsche Unternehmen an Bedeutung verlieren (Abschnitt 4.2).
- Die Position Deutschlands im internationalen Warenverkehr und in internationalen Wertschöpfungsketten („*global value chains*“) würde sich verschlechtern (Abschnitt 4.3).
- Insgesamt ist mit einem geringeren Wirtschaftswachstum zu rechnen (Abschnitt 4.4).

---

<sup>15</sup> Hierzu zählen beispielsweise standortübergreifende Anschlussdienste, VPN-Dienste und Sicherheitskonzepte (vgl. Henseler-Unger et al., 2015). In einem Szenario mit einem marktmächtigen Unternehmen ist damit zu rechnen, dass die Bereitstellung individuell konfigurierter Hochleistungsanschlüsse unverhältnismäßig teuer oder – mangels Konkurrenzdrucks – überhaupt nicht erfolgt. Ersteres ist mit höheren Produktionskosten, also Effizienz- und Wettbewerbsfähigkeitsverlusten verbunden, letzteres verhindert innovative unternehmerische Tätigkeit gegebenenfalls vollständig.

## 4.1 Folgen für Konsumentinnen und Konsumenten

In Zeiten zunehmender digitaler Vernetzung steigen die Ansprüche an die Zuverlässigkeit genutzter Breitbandnetze graduell an. Dienste, die zum Beispiel unter den Sammelbegriff e-Health fallen, benötigen nicht nur hohe Bandbreiten sondern auch minimale Latenzzeiten, symmetrische Geschwindigkeiten und unabdingbar eine Vermeidung von Paketverlusten (vgl. Box 4-3 in Abschnitt 4.2.2). Wettbewerb auf **Diensteebene** stellt eine wichtige Stellschraube dar, um zu gewährleisten, dass diese Nachfrage nach hochqualitativen Breitbandanschlüssen<sup>16</sup> bedient werden kann. **Wettbewerbspreise** im Vergleich zu überhöhten Preisen bei Marktmacht erhöhen die Konsumentenrente und führen so zu einem wohlfahrtssteigernden Marktergebnis.

Die Zahlungsbereitschaft eines Haushalts beschreibt, wie viel dieser maximal bereit ist, für einen FTTH/B-Breitbandanschluss auszugeben. Liegt der tatsächlich zu verrichtende Preis für einen hochbitratigen Breitbandanschluss bei oder unter dieser Zahlungsbereitschaft, zieht der Konsument einen Nutzen in Höhe seiner Zahlungsbereitschaft aus dem Kauf, allerdings sinkt sein Nutzenniveau durch die Bezahlung des Kaufpreises. Der Nettonutzen eines Haushalt ergibt sich dementsprechend aus der Differenz der maximalen Zahlungsbereitschaft und dem tatsächlich anfallenden Preis (vgl. Baake et al., 2011). Die Konsumentenrente entspricht der Summe der Nettonutzen aller Haushalte, die einen hochbitratigen Breitbandanschluss nachfragen.

Die Zahlungsbereitschaften zwischen Haushalten unterscheiden sich jedoch teils erheblich. Es gibt Haushalte, die prinzipiell bereit wären, einen vergleichsweise hohen Betrag für einen leistungsfähigeren Breitbandzugang zu zahlen, und solche, deren Zahlungsbereitschaft für einen solchen Anschluss geringer ausfällt. Letzteres kann darin begründet sein, dass sie keinen zusätzlichen Nutzen gegenüber einem Anschluss mit geringerer Bandbreite erkennen. Daraus folgt, dass die Anzahl der vermarkteten Anschlüsse mit steigendem Preis fällt bzw. mit sinkendem Preis zunimmt.

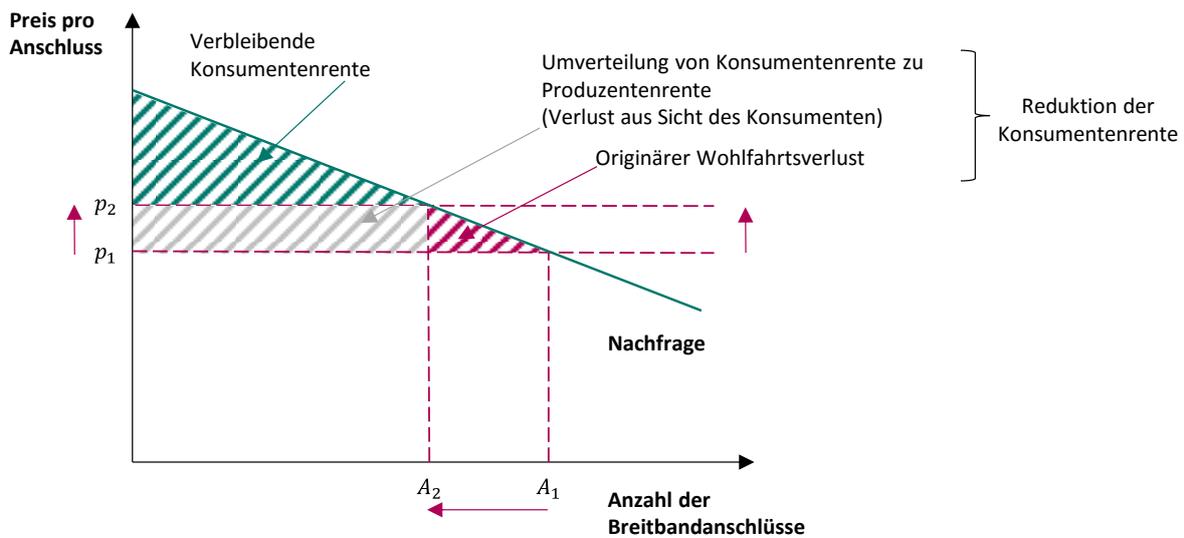
Ordnet man alle Haushalte anhand ihrer Zahlungsbereitschaften und überträgt sie in ein Preis-Mengen-Diagramm ergibt sich daraus eine im Preis fallende Nachfragekurve (vgl. Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2). Man nehme an, dass der Preis eines FTTH/B-Anschlusses bei  $p$  liege. Haushalte, deren Zah-

---

<sup>16</sup> Der Bezeichnung „hochqualitativ“ charakterisiert im Folgenden nicht nur die reine Verfügbarkeit von glasfaserbasierten Breitbandanschlüssen, sondern das Marktergebnis eines effizienten Dienstewettbewerbs (höchste Dienstqualität, Dienstvielfalt, Wettbewerbspreise etc.).

lungsbereitschaft mindestens diesem Preis  $p$  entspricht bzw. diesen übersteigt, werden einen Anschluss nachfragen, wohingegen Haushalte mit einer Zahlungsbereitschaft kleiner als  $p$  auf einen solchen gigabitfähigen Breitbandanschluss verzichten.

**Abbildung 4-1:**  
**Effekte eines höheren Preises auf die Konsumentenrente aufgrund mangelnden Wettbewerbsdruck**



Quelle: DIW Econ.

In Abbildung 4-1 werden die Effekte vereinfachend dargestellt, die ein hoher Preis  $p_2$  sowie ein niedriger Preis  $p_1$  für einen gigabitfähigen Breitbandanschluss auf die Konsumentenrente haben. Ein höherer Preis geht *ceteris paribus* mit einer geringeren Konsumentenrente einher, da das Konsumniveau geringer ausfällt ( $A_2$  anstatt  $A_1$ ) und jene Konsumenten, die weiterhin einen Anschluss beziehen, einen geringeren (Netto-) Nutzen erfahren. Also handelt es sich nicht ausschließlich um eine reine Umverteilung von den Konsumenten zur Produzentenrente (des marktmächtigen Unternehmens); sondern die Gesamtwohlfahrt, welche der Summe aus Konsumenten- und Produzentenrente entspricht, verringert sich. Das bedeutet, dass der Rückgang der Konsumentenrente den Zugewinn der Produzentenrente beim marktmächtigen Unternehmen übersteigt.

Die Haushaltstypen lassen sich wie folgt klassifizieren:

1. Haushalte des Typs 1, die trotz verhältnismäßig hohem Preis einen Anschluss nachfragen.
2. Haushalte des Typs 2, deren Zahlungsbereitschaft mindestens dem Preis  $p_1$  entspricht, jedoch geringer ausfällt als  $p_2$ . Haushalte des Typs 2 fragen also bei einem Preisniveau von  $p_2$  keinen Anschluss nach.

3. Haushalte des Typs 3, die auch beim niedrigeren Preisniveau  $p_1$  keinen Anschluss nachfragen.

Dieser originäre Wohlfahrtsverlust (vgl. das rot schraffierte Dreieck in Abbildung 4-1) kommt durch den volkswirtschaftlich ineffizienten<sup>17</sup> Nicht-Konsum durch Haushalte des Typs 2 zustande, was eine suboptimale, geringere Penetrationsrate impliziert.

Es gibt noch weitere Kanäle, wie Marktmacht die Wohlfahrt im Breitbandmarkt – aber auch in anderen Märkten – verringern kann:

- Fällt die Qualität der Breitbandanschlüsse aufgrund fehlenden Wettbewerbsdrucks in einer der oben genannten Dimensionen geringer aus, kann dies *ceteris paribus* zu einer niedrigeren Zahlungsbereitschaft bei allen Haushalten führen (die Nachfragekurve verschiebt sich nach links/unten). Gleichzeitig fällt so bei einem gegebenen Preis die Konsumentenrente geringer aus.
- Sollten die Dienste- und Servicequalität auf Glasfasernetzen im Falle eines marktbeherrschenden Unternehmens geringer ausfallen als dies unter Wettbewerbsbedingungen der Fall wäre, kann dies mit einer vergleichsweise niedrigeren Innovationstätigkeit im Markt einhergehen. Hierdurch würde die Nachfrage nach Breitbandanschlüssen ebenfalls geringer ausfallen. Abbildung 4-2 ermöglicht einen Vergleich der Situationen mit einem relativ niedrigen Anschlusspreis und einer hohen wettbewerblich getriebenen Innovationstätigkeit sowie eines höheren Preises und einer geringeren Innovationstätigkeit. Es kommt hierbei zu einem noch größeren Gesamtwohlfahrtsverlust (vgl. mit dem in Abbildung 4-1 dargestellten Fall).<sup>18</sup>
- Des Weiteren beeinflusst die Nachfrage hochqualitativer Breitbandanschlüsse den Nutzen, den ein einzelner Haushalt aus einem Breitbandanschluss ziehen kann, und somit auch dessen Zahlungsbereitschaft. Dies ist in Netzwerkeffekten begründet. Bei einer hohen Penetrationsrate profitiert ein einzelner Nutzer von der Möglichkeit mit vielen Teilnehmern direkt Informationen austauschen zu können (direkte Netzwerkeffekte).
  - Beispiele: Videokonferenzen und P2P-Filesharing.
- Indirekte Netzwerkeffekte sind in Bezug auf Breitband ebenfalls von hoher Relevanz: Je mehr Privathaushalte über einen hochqualitativen Breitbandanschluss verfügen, desto größer wird

<sup>17</sup> Ein bei konstanter Kostenstruktur der Diensteanbieter und in Abwesenheit negativer Externalitäten verringertes Konsumniveau impliziert Effizienzverluste.

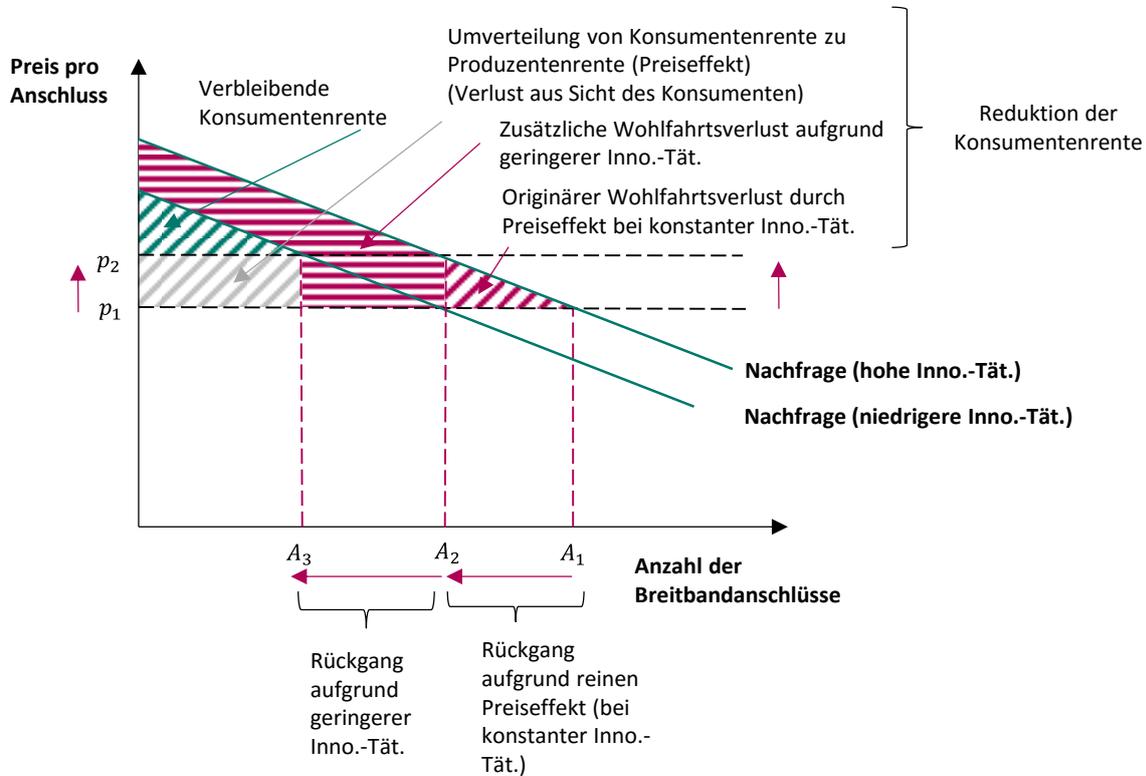
<sup>18</sup> Falls es neben einem höheren Preis, welcher mit niedrigerer Nachfrage einhergeht, ebenso zu einer geringeren Innovationstätigkeit kommt, kann sogar die Produzentenrente geringer ausfallen. Hierzu müsste der in einem geringeren Konsumniveau begründete Rückgang der Produzentenrente größer sein als  $(p_2 - p_1)A_3$ .

zum Beispiel das Over-the-Top(OTT)-Angebot. Durch mehr bzw. umfassendere OTT-Angebote steigt der Nutzen und somit die Nachfrage nach weiteren Angeboten und Inhalten, was wiederum die Anreize zur Entwicklung weiterer Serviceangebote treibt. Dies wirkt wiederum positiv auf die Nachfrage nach Breitband (usw.).

- Beispiel: Durch eine hohe Nutzerzahl mit hochqualitativen und günstigen Breitbandanschlüssen und damit verbundene Einnahmen kann der Streaming-Anbieter Netflix ein zunehmend breites Angebot an Inhalten („Content“) bereitstellen, welches wiederum neue Nutzer anzieht oder gar Haushalte veranlasst einen gigabitfähigen Breitbandanschluss zu beziehen.
- Zudem kann preiswertes und gleichzeitig hochqualitatives Breitband Konsumentenrenten in anderen bereits bestehenden Märkten steigern, wenn auf diesen durch fallende Transaktions- bzw. Koordinationskosten das Preisniveau sinkt bzw. die Qualität der angebotenen Güter und Dienstleistungen bei gleichbleibenden Preisen zunimmt.
- Beispiel: Wenn ein Automobilhersteller durch die Anwendung von hochqualitativem Breitbandinternet im Produktionsprozess effizienter wird, kann dieser seine Endkundenpreise senken. Bei gleichbleibender Nachfrage fiele die Konsumentenrente größer aus.
- Wenn Unternehmen durch preiswertes hochbitratiges Breitband produktiver und innovativer werden, kann aufgrund fallender Preise sowie der Entstehung neuartiger Produkte und Märkte zusätzliche Konsumentenrente geschaffen werden (vgl. Greenstein und McDevitt, 2009, 2012). Wenn Anschlüsse im Falle eines hochkonzentrierten Marktes (aufgrund eines marktbeherrschenden Unternehmens) hingegen teurer sind und die Qualität geringer ausfällt, pendelt sich ein Gleichgewicht auf einem niederen Wohlfahrtsniveau ein.
- Ein niedrigeres Preisniveau kann gewährleisten, dass ein breiterer Teil der Gesellschaft und alle soziale Gruppen in den Genuss hochbitratiger Breitbandanschlüsse kommen und dementsprechend an der fortschreitenden Digitalisierung teilhaben können.

**Fazit: Wenn Regulierungsferien für das Glasfasernetz für die DTAG zu geringerem Wettbewerbsdruck und somit höheren Preisen, geringerer Angebotsvielfalt sowie schlechterer Dienste- und Servicequalität führt, wird die Gesamtwohlfahrt reduziert. Konsumentinnen und Konsumenten ginge es schlechter als im Wettbewerbsfall und die Gesamtwohlfahrt fiele geringer aus.**

**Abbildung 4-2:**  
**Effekte eines höheren Preises sowie geringerer Innovationstätigkeit auf die Konsumentenrente durch mangelnden Wettbewerbsdruck**



Quelle: DIW Econ.

## 4.2 Digitale Innovationen, Produktivität und Wachstum

Die deutsche Volkswirtschaft ist angesichts ihrer geringen Rohstoffausstattung bei einem hohen Lebensstandard der Einwohner stark auf innovationsgetriebenes Wachstum angewiesen. Hierfür spielen effiziente Rahmenbedingungen eine essentielle Rolle. Die hohe Wettbewerbsfähigkeit, von der die deutsche Volkswirtschaft gegenwärtig wie auch in den vergangenen Jahrzehnten erheblich profitieren konnte, beruht in diesem Sinne in erster Linie auf einem hohen Bildungsstandard, also der Akkumulation von Human- bzw. Wissenskapital, stabilen Institutionen sowie einer exzellenten Infrastruktur, die zur fortlaufenden Entwicklung und Anwendung neuartiger Hochtechnologieprodukte und hocheffizienter Produktionsprozesse beitragen (vgl. Haucap, 2016b). Für den zukünftigen gesamtwirtschaftlichen Erfolg ist unter anderem **Wettbewerbsdruck auf dem Breitbandmarkt** notwendig, da nur auf diese Weise erstklassige Breitbandangebote, welche eine kritische Infrastruktur für die Produkte und Produktionsprozesse der Zukunft darstellen, sichergestellt werden können.

#### 4.2.1 Gigabit-Breitband: Universaltechnologie und Innovationsgrundlage

Die Digitalisierung der deutschen Volkswirtschaft wird sich in den kommenden Jahren erheblich intensivieren, da immer mehr Bereiche und Objekte des alltäglichen Lebens digital über Kommunikationsnetze miteinander verbunden sein werden. Dieser digitale Innovationsprozess bietet zahlreiche Potentiale für umfassende Produktivitätssteigerungen. In Bezug auf Breitband basieren Innovationen meist auf einer umfassenden Senkung von Transaktionskosten (siehe Box 4-1). In Zukunft wird Digitalisierung eine zentrale Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und wirtschaftliche Nutzung einer Vielzahl von innovativen Technologien, digitaler Produktinnovationen und Geschäftsmodelle darstellen (vgl. Abschnitt 4.2.2). **Hierbei sind die folgenden Aspekte, deren Potentiale bei mangelnden Wettbewerbsdruck auf der Diensteebene nicht ausgeschöpft würden, von herausgehobener Bedeutung:**

- Breitbandinternetzugang wirkt als Universaltechnologie (*General Purpose Technology*; vgl. Bresnahan und Trajtenberg, 1995; Bresnahan, 2010; Hessler, 2015), da dieser die Basis für eine breite, produktivitätssteigernde Anwendung von Breitbandtechnologie in einer Vielzahl von Branchen und Wirtschaftsbereichen sein kann (*pervasiveness*). Breitband selbst ist durch ein ausgeprägtes technologisches Innovationpotential (*technological dynamism*) gekennzeichnet und zusätzlich wirkt es als Ermöglicher (*enabler*), d.h. Breitband ermöglicht (einseitig) komplementäre Innovationen (Hessler, 2015) in denjenigen Wirtschaftsbereichen, in denen Breitbandtechnologie Verwendung findet. Letzteres ist speziell im Kontext der Digitalisierung von großer Bedeutung.
- Von Breitbandnetzen gehen vielfältige positive Netzwerkeffekte aus, die ebenfalls breite Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen nach sich ziehen können (vgl. OECD, 2017). Die Wirkkraft der Produktivitätssteigerungen, welche durch digitale Innovationen hervorgerufen werden, wachsen mit dem Penetrationsgrad und der damit steigenden Anzahl der Nutzenden. Eine breite Verfügbarkeit von hochbitratigen Breitbandanschlüssen – d.h. nicht nur für Geschäfts- sondern auch für Privatkunden – ermöglicht zudem gänzlich neue Produkte, Geschäftsmodelle oder auch die Entstehung ganzer Branchen. Die Entstehung neuer Geschäftsmodelle und wirtschaftlicher Organisationsformen, die auf hochleistungsfähiger Breitbandinfrastruktur basieren, hängt vielfach mit der Nutzbarkeit neuer Vertriebskanäle, zum Beispiel durch die Entstehung von digitalen Plattformen, und mit der unmittelbaren Beobachtbarkeit von Nachfrageverhalten zusammen. Insofern spielt eine flächendeckende Ausstattung der Verbraucher mit hochleistungsfähigen Anschlüssen eine entscheidende Rolle, insbesondere, wenn Verbraucher auch – wie in der Sharing Economy individuell oder in dezentralen Strukturen organisiert – als Anbieter auftreten.

- Selbst in Regionen und Wirtschaftsbereichen, in welchen zum Ausbaupunkt nur in begrenztem Umfang unmittelbare Nachfrage nach gigabitfähigen Anschlüssen besteht, schafft eine frühzeitige Verfügbarkeit flächendeckender Glasfaseranschlüsse die Basis für Produkt-, Prozessinnovationen sowie Organisationsinnovationen. Dies unterstützt deutsche Unternehmen darin, auch in Zukunft eine Vorreiterposition in – aktuell und zukünftig – durch hohen Datenaustausch gekennzeichneten Wirtschaftszweigen sowie bei der Entwicklung und Anwendung vernetzter Produktionstechnologien wie in der Industrie 4.0 einzunehmen. Darüber hinaus verhindert eine flächendeckende, günstige und hochqualitative Breitbandverfügbarkeit, dass ganze Regionen samt ihrer Einwohner und angesiedelten Unternehmen vom wirtschaftlichen Fortschritt abgehängt werden.

Zusammenfassend zeigt sich, dass leistungsfähige Breitbandnetze und darauf aufbauend **wettbewerblich bereitgestellte hochqualitative und günstige Breitbandangebote** eine notwendige Voraussetzung für eine flächendeckende und umfassende Digitalisierung gesellschaftlicher und ökonomischer Aktivitäten sind (OECD, 2016). **Im Umkehrschluss wird deutlich, dass mangelnder Wettbewerb auf der Diensteebene die Grundlage für die Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft verschlechtert.**

#### 4.2.2 Produktivitätswachstum durch digitale Innovationen

In Deutschland wie auch in einigen anderen OECD-Ländern ist das jährliche gesamtwirtschaftliche Produktivitätswachstum im Laufe des 21. Jahrhunderts signifikant gesunken (vgl. OECD, 2016; Andrews et al., 2015a). In Anbetracht der durch den demografischen Wandel bedingt sinkenden Erwerbstätigenquote (vgl. Gordon, 2015) gilt es dieser Entwicklung entgegenzuwirken und höhere Produktivitätszuwächse zu erzielen. Zu den momentan vielversprechendsten Perspektiven zählen digitale Innovationen (OECD, 2016; OECD, 2017). Ohne hinreichende Produktivitätsimpulse kann das Wachstum der Wertschöpfung pro Erwerbstätigen den Rückgang der Erwerbstätigenzahl nicht kompensieren.

Andrews et. al (2015a) zeigen, dass die im Aggregat sichtlich abnehmenden Produktivitätswachstumsraten auf Unternehmensebene kein durch die Bank auftretendes Phänomen sind. Tatsächlich gelang es den produktivsten Unternehmen hohe Wachstumsraten aufrecht zu erhalten, wohingegen weniger produktive Unternehmen – dabei handelt es sich häufig um kleinere und mittlere Unternehmen (KMUs) – die Entwicklung im Aggregat erklären. Daraus lässt sich ableiten, dass die Diffusion von produktivitätssteigernden Innovationen aufgrund einer geringeren Durchlässigkeit stockender verläuft als

in der Vergangenheit (OECD, 2016, Andrews et al., 2015b). Dies kann unter anderem auf Verzögerungen in Digitalisierungsprozessen zurückzuführen sein, da ein Gros der heutigen Produktivitätszuwächse mit digitalen Technologien in Verbindung steht.

Sollte es auch weiterhin der Fall sein, dass vor allem große und produktive Unternehmen von der Digitalisierung profitieren, könnte die digitale Kluft weiter zunehmen (*digital divide*, vgl. OECD, 2016, S.32). Dies gilt sowohl für das verarbeitende Gewerbe als auch für Dienstleistungen (vgl. Box 4-2).

**Box 4-1:  
Senkung von Transaktionskosten als zentraler Wirkungsmechanismus**

Transaktionskosten beschreiben die Kosten der Marktnutzung, wenn Verfügungsrechte von einem Wirtschaftssubjekt auf das andere (potentiell) übertragen werden. Dies umfasst sowohl die Kosten von Informationsbeschaffung, Anbahnung, Verhandlung als auch Abwicklung, Kontrolle und zwischenzeitliche sowie nachträgliche Anpassungen. Transaktionskosten fallen auch dann an, wenn mangels Konsens zwischen Anbieter und Nachfrager gar keine Transaktion stattfindet.

Eine Verringerung der Transaktionskosten erhöht die aus einer Transaktion generierten Vorteile für Produzenten und Konsumenten und macht zusätzliche Geschäfte, die zuvor aufgrund zu hoher Transaktionskosten nicht abgewickelt wurden, überhaupt erst möglich. Sinkende Transaktionen führen so typischerweise zu gesamtwirtschaftlichen (Effizienz-)Gewinnen.

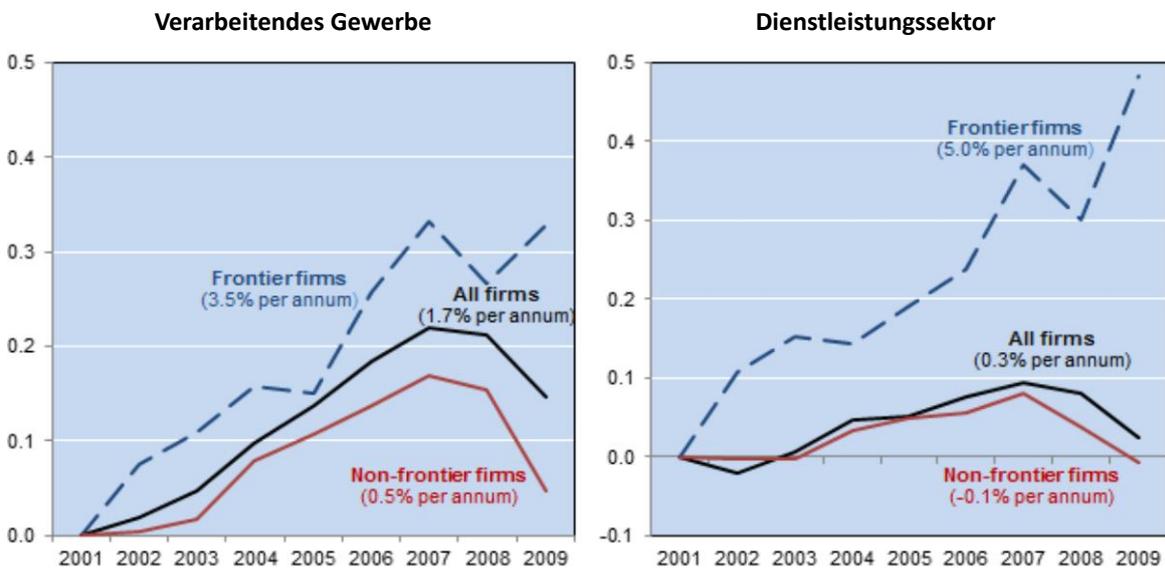
Auf Breitband aufbauende Innovationen können die „Art und Weise ändern, wo und wie ökonomische Aktivitäten organisiert und durchgeführt werden, indem sie eine dezentrale Informationsbeschaffung und -verarbeitung ermöglichen“ (Hessler, 2015, S. 308; Helpman & Trajtenberg, 1998). Kleinteilige Arbeitsprozesse sowie die internationale Arbeitsteilung innerhalb von Liefer- und Wertschöpfungsketten können durch hochleistungsfähige Kommunikationsnetze effizienter koordiniert bzw. überhaupt erst ermöglicht werden (Baldwin, 2013; Katz, 2012). Zwischen und innerhalb von Unternehmen kann der Informationsaustausch so kostengünstiger und in Echtzeit gestaltet werden (vgl. Röller und Waverman, 2001). Des Weiteren können Kooperationen von hochspezialisierten aber geographisch getrennten Unternehmen – zuvor nur begrenzt oder überhaupt nicht nutzbare – Synergieeffekte ausschöpfen.

Aufgrund von Breitband sinken die Informationsbeschaffungskosten (Suchkosten), die anfallen, um bestgeeignete bzw. kostengünstigste Anbieter zu finden, signifikant. Dies fördert die Markttransparenz und treibt so den Wettbewerb zwischen Anbietern an. Zwischen Anbietern und Nachfragern werden Vermittlung, Kommunikation und Datenaustausch erleichtert, was die Transaktionskosten der Erschließung von (geographischen) Märkten derart senkt, dass eine Vielzahl neuer wirtschaftlicher Aktivitäten überhaupt erst denk- und umsetzbar wird (siehe Abschnitt 4.3). Unternehmen können ihre Reichweite zu – aus Unternehmenssicht neuen – internationalen Arbeits- und Endkundenmärkten ausweiten.

**Box 4-2:**  
Ausweitung der digitalen Kluft

Abbildung 4-3 verdeutlicht die Divergenz in den jährlichen Produktivitätszuwächsen zwischen den produktivsten Unternehmen (3,5 bzw. 5,0 Prozentpunkte) und den restlichen Unternehmen (0,5 bzw. -0,1 Prozentpunkte) zwischen 2001 und 2009. Diese Differenzen lassen vermuten, dass bislang nur die produktivsten Unternehmen die Potentiale der Digitalisierung ausschöpfen.

**Abbildung 4-3:**  
Vergrößerung der digitalen Kluft: Entwicklung des (Arbeits-)Produktivitätswachstums weltweit von 2001-2009 (2001=0)



Notiz: Die Abbildung zeigt Produktivitätsentwicklung von 2001 bis 2009. *Frontier firms* entspricht der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität der 100 produktivsten Unternehmen (weltweit). *Non-frontier firms* entspricht dem Durchschnitt aller anderen Unternehmen. *All firms* entspricht dem Sektoraggregat der OECD-STAN-Datenbank (vgl. OECD, 2016). Durchschnittliche Wachstumsraten befinden sich in den Klammern.

Quelle: Andrews et al. (2015b).

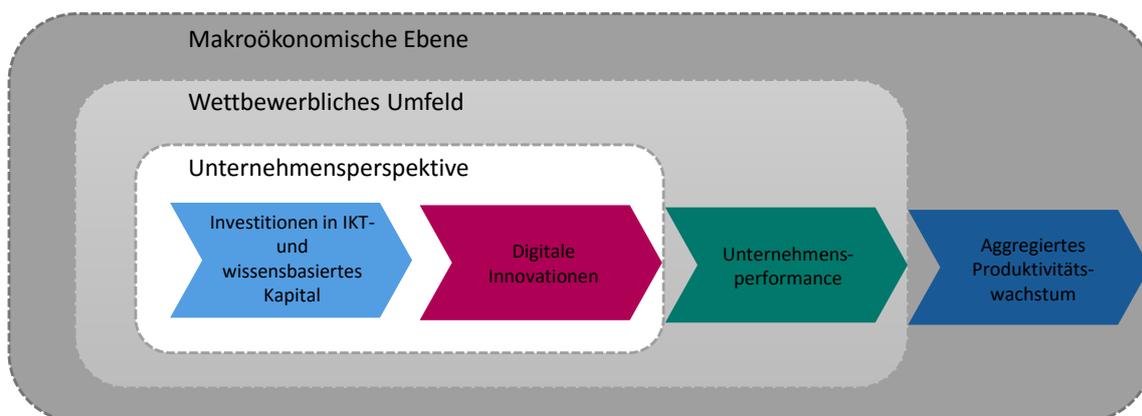
Abbildung 4-4 verdeutlicht das Schema, wie digitale Innovationen basierend auf einem Zusammenspiel von IKT- und Wissenskapital zu einem höheren aggregierten Produktivitätszuwachs auf der Makroebene führen. Der zugrundeliegende Mechanismus funktioniert wie folgt (siehe OECD, 2016):

- Digitale Innovationen, welche durch zueinander komplementäre Investitionen in IKT- und Wissenskapital ermöglicht werden, erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit des investierenden Unternehmens.
- Diese Innovationen erhöhen die Produktivität auf Unternehmensebene. Das entsprechende Unternehmen wird profitabler und gewinnt an Marktanteil.

- Produktivere Unternehmen, welche höhere Marktanteile bedienen, erhöhen das gesamtwirtschaftliche Produktivitätswachstum

Diese volkswirtschaftlichen Effekte werden durch die Diffusion dieser Innovationen verstärkt. So können andere Unternehmen durch die Anwendung einer ähnlichen Innovation in ihrer Wertschöpfungskette ebenfalls produktiver werden.

**Abbildung 4-4:**  
**Digitale Innovationen auf Unternehmensebene führen zu makroökonomischen Produktivitätszuwächsen**



Quelle: DIW Econ auf Basis von OECD (2016).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das **gesamtwirtschaftliche Produktivitätswachstum gesteigert werden kann**, sofern alle Marktteilnehmer einen **wettbewerblich bereitgestellten** hochqualitativen Zugang zu gigabitfähigen Breitbandangeboten haben. Um die Diffusion von produktivitätssteigernden digitalen Innovationen anzukurbeln, ist daher nicht nur eine umfassende Digitalisierung der Gesellschaft sondern auch eine Gigabitinfrastruktur mit einem hochklassigen Dienstleistungsangebot insbesondere für Geschäftskunden erforderlich. Hierzu bedarf es einer glasfaserbasierten Breitbandinfrastruktur sowie **funktionierendem Dienstewettbewerb**, da nur so sichergestellt werden kann, dass alle Unternehmen – auch jene in ländlichen und dünnbesiedelten Gebieten – hochqualitativen und preisgünstigen Zugang bekommen.

Box 4-3 zeigt exemplarisch, welche tiefgreifende Veränderungen durch digitale Innovationen angestoßen werden können, sofern die benötigte Dienstleistungsqualität zu Wettbewerbspreisen bereitgestellt wird.

**Box 4-3:**
**Beispiele für disruptive Technologieinnovation und Digitalisierung**

**Industrie 4.0:** Echtzeitfähige horizontale und vertikale Vernetzung von dezentralen, sich selbststeuernden Prozessen im Bereich der industriellen Wertschöpfung. Produktentwicklung, Produktion, Logistik sowie Kunden sind in komplexen Systemen intelligent miteinander verbunden (Bauer et al., 2014; Fraunhofer-FOKUS, 2016; OECD, 2017). Hochautomatisierte und flexible Wertschöpfungsnetzwerke ermöglichen eine effizientere Koordination zwischen Fabriken, Maschinen, Kommunikationssystemen und Menschen, wodurch unter anderem die Ressourceneffizienz erhöht werden kann. Dies ermöglicht simultane Abstimmung fragmentierter Produktionsprozesse.

- Virtuelle Fabriken: Ad hoc Zusammenschluss verschiedener Unternehmen mit unterschiedlichen Kompetenzen.
- Vorausschauende Instandhaltung (*Predictive Maintenance*): Laufende Analyse anfallender Datenmengen kann das Risiko von unerwarteten verlustreichen Unterbrechungen der Lieferketten verringern.
- Cloud Computing ermöglicht es international agierenden Unternehmen Daten dezentral zu speichern und an weltweiten Standorten simultan zu nutzen.
- Effizientere Produktionsmethoden durch Anwendungen von künstlicher Intelligenz, die auf die Bearbeitung großer Datenmengen (Big Data) basieren.

**e-Health:** Im Gesundheitswesen werden digitale Technologien und IT-basierte Dienstleistungen zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen (Fraunhofer-FOKUS, 2016).

- Hochbitratiges Breitband ermöglicht dezentrales lückenloses Monitoring von Vitaldaten.
- Über hochauflösende Videokonsultationen bei Ärzten kann die wohnortsnahe Gesundheitsversorgung auch in ländlichen Gebieten eher gewährleistet werden.
- Ebenfalls kann die Kommunikation zwischen Ärzten etwa zur Konsultation bei Expertenclustern die Qualität der ärztlichen Expertise verbessern.
- Breitbandanschlüsse erlauben die Fernsteuerung von roboterassistierte Operationssystemen (minimalinvasiv), wie z.B. mit einem Da Vinci-Operationssystem.

**Energiewende:** Digitale Vernetzung einer Vielzahl von Energieerzeugungsanlagen, der Versorgungsunternehmen sowie Verbrauchern (vgl. Fraunhofer-FOKUS, 2016). Dies birgt wichtige Vorteile, da im Zuge der Energiewende immer mehr Energie dezentral auf Basis erneuerbarer Energien gewonnen wird. Das Produktionsvolumen hängt dabei häufig von der Witterung ab (insbesondere Sonne und Wind).

- Smart Grids vernetzen alle Akteure im Stromnetz, wodurch eine effizientere Netzsteuerung und Produktionsplanung ermöglicht wird. Eine kontinuierliche Überwachung, Messung und Steuerung nutzt Einsparpotentiale und führt so zu einer nachhaltigeren Stromerzeugung.

**Smart Home / Intelligentes Wohnen:** Innerhalb eines Hauses können mehrere Systeme in ein Netz eingebunden sein, welches mit anderen Kommunikationsnetzen verbunden ist und so in Echtzeit aus der Ferne angesteuert werden kann.

- So sind etwa die Gas-, Strom- und Wasserversorgung permanent mit den jeweiligen Versorgungsunternehmen vernetzt, was den Unternehmen eine effizientere Nutzung vorhandener Kapazitäten ermöglicht, wodurch wiederum die Preise für Konsumenten gesenkt werden können (*smart metering*).
- Weitere Anwendungen sind die Fernsteuerung von Haushaltsgeräten, wie beispielsweise Küchengeräte und Heizungen, sowie Sicherheitstechnik (etwa Überwachungskameras und Alarmanlagen).

**Forst 4.0:** Durch flächendeckende Überwachung sind Baumschäden und Schädlingsbefall schnell und kostengünstig zu identifizieren und Schaden damit effizient abzuwenden.

- Datenintensive hochauflösende Bildauswertung in Echtzeit: veränderte Nadelfärbung, erste Anzeichen einer Schädigung

Tabelle 4-1 zeigt auf, welche Anforderungen an Breitbanddienste die exemplarisch genannten Innovationen mit sich bringen. Es wird ersichtlich, dass „echte“ Glasfaseranschlüsse bis zur Teilnehmeranschlussleitung diese Kriterien am besten erfüllen.

**Tabelle 4-1:**  
Anforderungen zukünftiger Technologien an Breitbandnetze

	Bandbreite	Symmetrie	Latenz	Paketverlust
<b>Industrie 4.0</b>	++	++	+	++
<b>E-Health</b>	++	++	++	++
<b>Energiewende</b>	+	+	++	++
<b>Smart Home</b>	+	+	++	++
<b>Forst 4.0</b>	+	+	++	++

Quelle: DIW Econ auf Basis von Henseler-Unger (2017) und IW Consult (2016).

### 4.3 Der Einfluss von Gigabitnetzen auf den deutschen Außenhandel

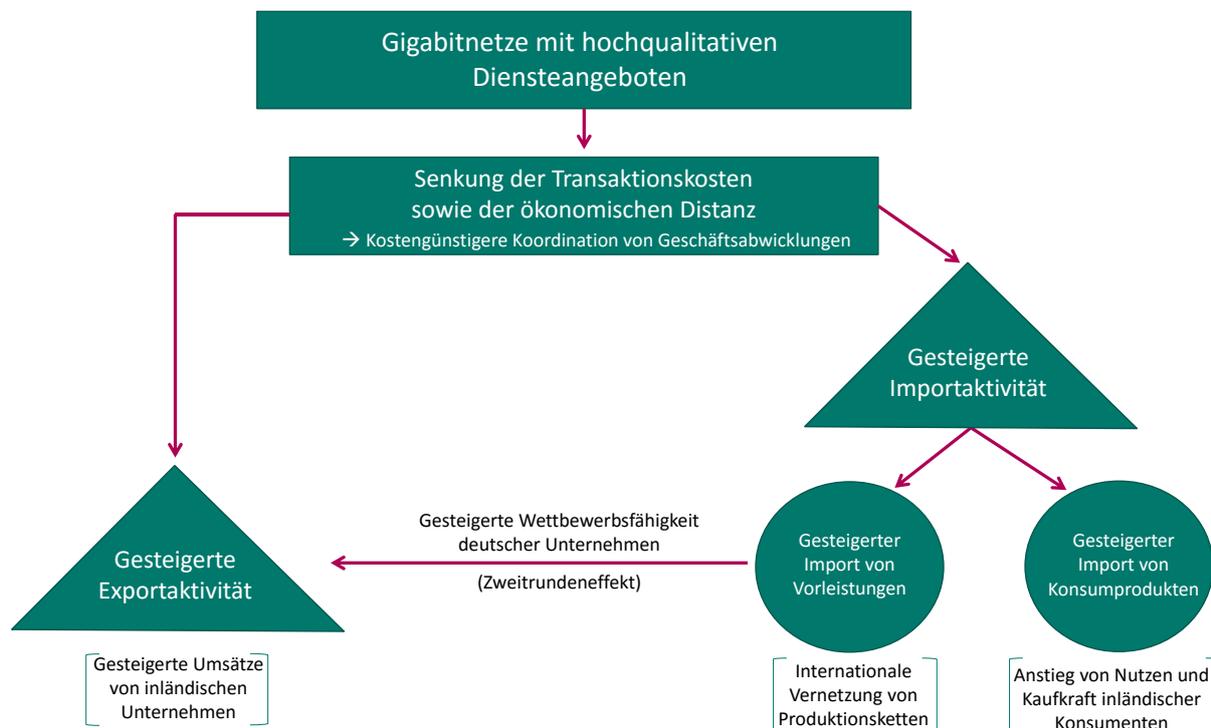
Trotz einer derzeit starken Binnenkonjunktur in Deutschland ist der Außenhandel für die deutsche Volkswirtschaft im Hinblick auf Wachstum und Beschäftigung von maßgeblicher Bedeutung. Eine ausgeprägte Exportorientierung ermöglicht es deutschen Unternehmen, von der wachsenden Kaufkraft in Schwellenländern zu profitieren. Außerdem können unter Nutzung komparativer Vorteile Güter kostengünstig international bezogen werden.

**Gigabitnetze mit wettbewerblich bereitgestellten hochqualitativen Dienstangeboten** haben das Potential, die Effizienz globaler Wertschöpfungsketten sowie die Erschließung internationaler Märkte weiter zu steigern, da deren transaktionskostenreduzierende Wirkung einer Senkung der internationalen Handelsbarrieren gleichkommt. Manche Dienstleistungen bzw. (digitale) Güter werden durch hochqualitative Breitbandnetze sogar erst international handelbar.

Durch hochqualitative Glasfaserangebote sind folgende Effekte auf den Außenhandel zu erwarten (vgl. Abbildung 4-5):

- Zum einen ergeben sich aus Unternehmensperspektive aufgrund einer einfacheren und kostengünstigeren Geschäftsabwicklung neue Exportpotentiale.
- Aus Konsumentensicht ergeben sich entsprechend neue Importpotentiale.
- Zum anderen können zunehmend Vorleistungen – auch auf der Dienstleistungsebene – aus Produktionsstandorten mit komparativen Vorteilen zu niedrigeren Kosten importiert werden. Dies ist etwa darin begründet, dass vernetzte Produktionsketten ein automatisiertes Supply-Chain-Management über Grenzen hinweg ermöglichen. All dies hätte eine positive Wirkung auf die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen.
- In einem Zweitrundeneffekt kann das Exportvolumen zusätzlich gesteigert werden, da effizientere Produktionsstrukturen infolge einer zusätzlichen Internationalisierung die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen erhöht.

Abbildung 4-5:  
Effekte auf den Außenhandel



Quelle: DIW Econ.

Die beschriebenen Außenhandelseffekte lassen sich empirisch belegen. Melitz (2003) zeigt beispielsweise, dass nur die produktivsten Unternehmen ihre Produkte ins Ausland exportieren. Grund ist, dass mit Außenhandel stets Fixkosten verbunden sind und es sich somit ausschließlich für Unternehmen, deren Gewinnmargen jene Fixkosten mindestens decken, der Markteintritt in ausländische Märkte lohnt.<sup>19</sup> Angesichts sinkender Transaktionskosten kann daher eine größere Anzahl von Unternehmen die mit Handel verbundenen Kosten überwinden (extensiver Rand). Zudem exportieren und importieren bereits international agierende Unternehmen durch Senkung der Transaktionskosten mehr (intensiver Rand).

Empirische Analysen zur Untersuchung von bilateralen Handelsströmen werden häufig mit einem Gravitationsmodellansatz<sup>20</sup> durchgeführt (vgl. etwa Anderson und Van Wincoop, 2003; Rose, 2004). Dabei

<sup>19</sup> Nach dem Melitz-Modell (2003) sind produktivere Unternehmen größer in Bezug auf Umsatz und Produktion, setzen niedrigere Preise und fahren höhere Gewinne ein als Unternehmen mit geringerer Produktivität.

<sup>20</sup> Dabei handelt es sich um eine auf dem Newtonschen Gravitationsmodell aufbauende ökonomische Modellierungsmethode, die bilaterale Handelsströme auf Basis der ökonomischen, institutionellen, geographischen sowie kulturellen Eigenschaften zweier Handelspartner erklärt.

wird unterstellt, dass der bilaterale Handel zwischen zwei Volkswirtschaften positiv von den Marktgrößen (gemessen im jeweiligen Bruttoinlandsprodukt) und negativ von der Distanz der beiden Handelspartner abhängt. Die Distanz ist nicht rein geographischer Natur, sondern ebenfalls von ökonomischen, institutionellen sowie kulturellen Eigenschaften und Gemeinsamkeiten der beiden Handelspartner geprägt. Generell kann eine hohe Distanz mit hohen Transaktionskosten gleichgesetzt werden.

Im Umkehrschluss kann man davon ausgehen, dass Gigabitnetze in Verbindung mit qualitativ hochwertigen Dienstangeboten, die diese Distanz senken, einen positiven Effekt auf den Außenhandel haben. Es findet sich auch empirische Evidenz dafür, dass der nationale IKT-Kapitalstock<sup>21</sup> eines Landes einen signifikanten Einfluss auf die bilateralen Handelsströme einer Volkswirtschaft hat (Mattes et al., 2012). Es wird argumentiert, dass ein dezentraler und schnellerer Informationsaustausch die ökonomische Distanz zu anderen Volkswirtschaften reduziert. Die Verfügbarkeit und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien haben über diesen Mechanismus einen positiven Einfluss auf den internationalen Handel mit anderen Volkswirtschaften (vgl. auch Baldwin, 2013). Aufgrund positiver direkter und indirekter Netzwerkeffekte gibt es einen sich verstärkenden positiven Effekt des IKT-Kapitals auf die bilateralen Handelsströme zwischen Handelspartnern bei beidseitig hohem IKT-Kapital (Mattes et al., 2012).

Angesichts der weltweit zunehmenden Digitalisierung wird gigabitfähiges Breitband mit erstklassigem Dienstangebot eine kritische Infrastruktur darstellen, welche letztlich notwendig ist, um zu gewährleisten, dass die deutsche Volkswirtschaft zukünftig an einer digitalisierten und globalisierten Wirtschaft partizipieren kann. **Dienstewettbewerb** sowie innovative und maßgeschneiderte Produkte gerade im Geschäftskundenbereich werden hier eine entscheidende Rolle spielen.

#### 4.4 Wirtschaftswachstum: Gigabitinfrastruktur mit Dienstewettbewerb

*Eine Erhöhung der Breitbandnutzung wirkt als multidimensionaler Stimulus für Wirtschaftswachstum*

Eine hohe Penetration mit hochqualitativen Breitbandanschlüssen wirkt positiv auf das gesamtwirtschaftliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungsniveau. Dies ist unter anderem darin begründet, dass gigabitfähiges Breitband sowohl technologische Innovationen fördert als auch Strukturveränderungen

---

<sup>21</sup> Breitband ist selbst eine Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), welche zudem eine notwendige Voraussetzung für eine Vielzahl anderer – auf das breitbandige Internet aufbauenden – IKT-Anwendungen darstellt. Daraus kann geschlossen werden, dass eine steigende Verfügbarkeit von Gigabitnetzen zu zusätzlichen Investitionen in IKT-Kapital führen kann.

zur Folge haben kann. Die Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen und innovativer Geschäftsmodelle kann zu einer effizienteren Nutzung der vorhandenen Ressourcen in der Volkswirtschaft führen und damit die Produktivität und das Wachstum steigern (vgl. Abschnitt 4.2).

Eine **geringe FTTH/B-Penetration aufgrund mangelndem Wettbewerbsdruck** kann im Umkehrschluss negative volkswirtschaftliche Folgen haben, da deutsche Unternehmen von den ausgeprägten und dynamischen Wachstumspotentialen im Bereich der Digitalisierung und den dadurch geprägten Strukturbrüchen als *Late Comer* nur bedingt (oder teilweise gar nicht) profitieren und so den Anschluss in globale digitale Wertschöpfungsnetzwerke verpassen könnten. Bereits heute kann eine mangelhafte Verfügbarkeit von hochbitratigen Breitbandanschlüssen für Unternehmen außerhalb von städtischen Ballungszentren einen signifikanten Wettbewerbsnachteil darstellen (Cordona et al., 2013, Henseler-Unger, 2017, Wernick et al., 2016a).

Wissenschaftliche Studien weisen generell signifikante positive Zusammenhänge von Breitbandpenetration bzw. -geschwindigkeit und Wirtschaftswachstum aus (vgl. u.a. Czernich et al., 2011; Rohman und Bohlin, 2012; Katz, 2012). Bei einer empirischen Untersuchung und Quantifizierung dieses Zusammenhangs muss jedoch bedacht werden, dass es aufgrund möglicher ökonomischer Fallstricke – insbesondere hinsichtlich einer umgekehrten Kausalität bzw. Simultanität – schwierig ist die Wirkrichtung der Effekte zu erfassen. Anders ausgedrückt, ist es schwierig, den Effekt, welche Folgen eine gesteigerte Breitbandpenetration auf das Wirtschaftswachstum hat, eindeutig zu bewerten, da eine hohe Breitbandpenetration bzw. -geschwindigkeit auch eine Folge des Wirtschaftswachstums sein kann (etwa aufgrund einer einkommenselastischen Nachfrage nach Breitbandanschlüssen).

Czernich et al. (2011) vermeiden eine derartige Verzerrung der Schätzergebnisse durch die Anwendung moderner ökonomischer Methoden. In der Studie schätzten die Autoren die Auswirkungen der Breitbandpenetration auf das Wirtschaftswachstum unter Verwendung eines Paneldatensatzes, welcher 25 OECD-Länder im Zeitraum 1996-2007 umfasst. Die Studienergebnisse zeigen, dass ein zehnpromzentiger Anstieg der Breitbandpenetration die jährliche BIP-pro-Kopf-Wachstumsrate jährlich um zusätzliche zwischen 0,9 und 1,5 Prozentpunkte erhöht.

Im Folgenden sollen diese Schätzergebnisse exemplarisch auf die Glasfaserpenetration übertragen werden, um die volkswirtschaftliche Bedeutung von Gigabitnetzen zu illustrieren. Zwar ist in der Studie von Czernich et al. (2011) Breitband als 256 kbit/s definiert, die Argumentation lässt sich jedoch ebenfalls auf hochbitratige Breitbandanschlüsse übertragen. Die den folgenden Berechnungen zugrunde liegende Annahme dafür ist, dass zukünftige digitale Innovationen, deren Anwendbarkeit sowie darauf

aufbauende Geschäftsmodelle von der Verfügbarkeit einer flächendeckenden Glasfaserinfrastruktur abhängig sind.<sup>22</sup>

In Verbindung mit den in Abschnitt 3 diskutierten Folgen von Regulierungsferien für die DTAG wäre davon auszugehen, dass die FTTH/B-Penetration deutlich geringer ausfiele als im Falle eines ausgeprägten **Dienstewettbewerbs**. Dies ist zum einen in höheren Preisen und zum anderen in einer geringeren Angebotsqualität begründet. Hervorzuheben sind diesbezüglich etwa eine geringere Dienstqualität und -vielfalt sowie schlechtere maßgeschneiderte Angebote für Geschäftskunden. Demgegenüber ist in einem Szenario mit **(Dienste-)Wettbewerb** und niedrigeren Preisen mit einer höheren FTTH/B-Penetration zu rechnen. Eine niedrigere FTTH/B-Penetration hätte nicht nur negative Folgen für Teilnehmer des Telekommunikationsmarkts sondern auch für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands, da Breitband eine Universaltechnologie darstellt (vgl. Abschnitt 4.2 und 4.3).

Im Hinblick auf die Folgen einer marktbeherrschenden Stellung der DTAG kann man verschiedene Szenarien für die Penetrationsraten darstellen, um so mögliche Konsequenzen für die deutsche Wirtschaft in den nächsten Jahren exemplarisch abzuschätzen. Zunächst muss man eine Annahme für die Penetration von FTTH/B-Anschlüssen bis 2025 in Deutschland erstellen. Unter Berücksichtigung der Ausbautrends europäischer Länder erscheint es plausibel, einen jährlichen Zuwachs der Penetrationsrate von 5,3% anzunehmen.<sup>23</sup> Das hieße, dass 50 Prozent der deutschen Haushalte bis 2025 – unter Wettbewerbsbedingungen aufgrund von Zugangsregulierung – einen Glasfaseranschluss nutzen würden. Diese Annahme erscheint eher konservativ, wenn man bedenkt, dass sich die Bundesregierung eine flächendeckende Verfügbarkeit von Glasfaseranschlüssen bis 2025 als Ziel gesetzt hat (BMW, 2016a).

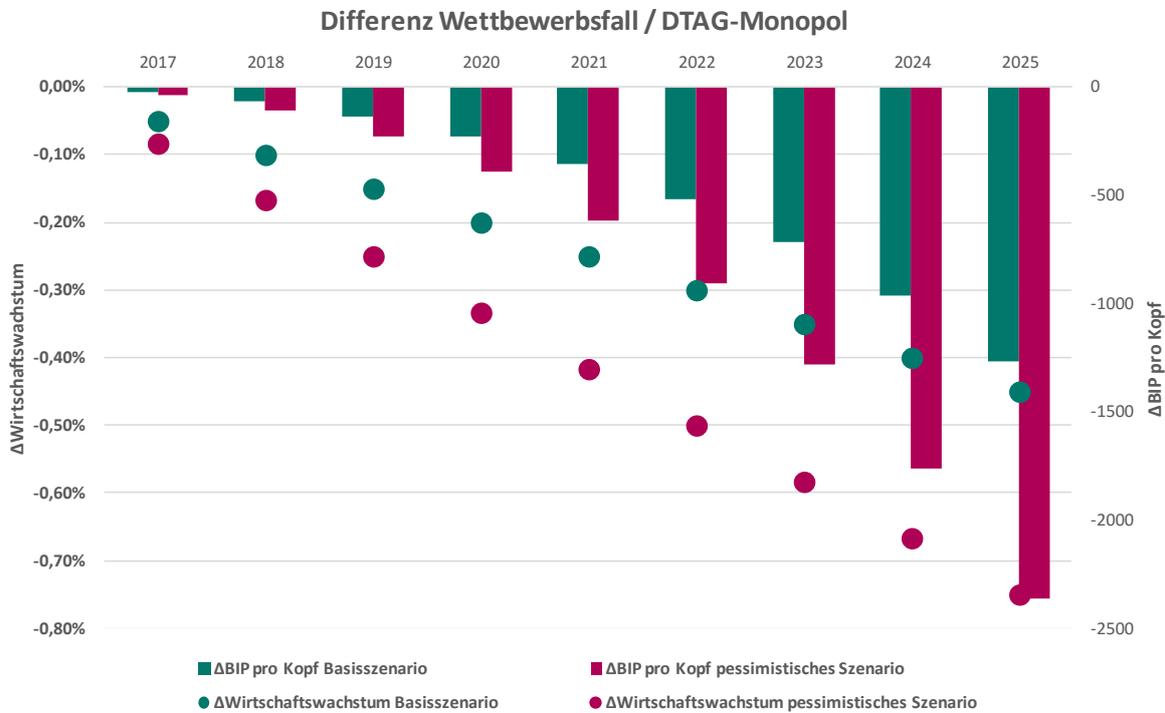
Da es nicht möglich ist, die Differenz der FTTH/B-Penetrationsraten, welche sich in einem Wettbewerbsfall bzw. in Anbetracht eines marktbeherrschenden Unternehmens einstellen würden, exakt zu bewerten, werden im Folgenden mehrere Szenarien einander gegenüber gestellt.

---

<sup>22</sup> Die zugrundeliegende Annahme der Berechnung ist, dass die Effekte der Glasfaserpenetration in den nächsten Jahren ähnlich zu den geschätzten Effekten der Breitbandpenetration zwischen 1996 und 2007 sind.

<sup>23</sup> Für diese Prognose wurden Daten vom Glasfaserausbau zwischen 2009 und 2014 in Österreich, Italien, Ungarn, Finnland, Frankreich, Niederlande, Slowenien, Luxemburg, Estland, Dänemark, Rumänien, Schweden, Spanien, Portugal, Litauen und Lettland benutzt. Der jährliche durchschnittliche Zuwachs des Ausbaus von Glasfaseranschlüssen lag bei 7%. Bei einer angenommenen Take-up-Rate von 75% liegt der jährliche Zuwachs der Penetration bei 5,31%.

**Abbildung 4-6:**  
Gesamtwirtschaftliche Effekte einer marktbeherrschenden Stellung im Glasfasersegment – Reduzierung der Glasfaserpenetration um 10%



Quelle: DIW Econ auf Basis von Czernich et al. (2011).

Im ersten Szenario wird exemplarisch angenommen, dass die Penetration im Falle eines marktbeherrschenden Unternehmens im Vergleich zum Wettbewerbsfalls um 10 Prozent geringer ausfallen würde. In diesem Fall würden also 45 Prozent der Haushalte im Fall mit eingeschränktem Wettbewerb (anstelle von 50 Prozent) über Glasfaser versorgt werden. **Wie man in Abbildung 4-6 erkennen kann, hätte eine solche „Lücke“ in der Penetration erhebliche langfristige Konsequenzen für die Wirtschaftsleistung.** Im Jahr 2025 würde das jährliche Wirtschaftswachstum zwischen 0,45 und 0,75 Prozent bzw. das BIP pro Kopf zwischen EUR 1269 und EUR 2356 geringer ausfallen als im Regulierungsfall.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Dies gilt unter der Annahme, dass das deutsche Bruttoinlandsprodukt jährlich im Durchschnitt um 1,25 Prozent wächst. Dabei handelt es sich um die Fortschreibung der durchschnittlichen Wachstumsrate der deutschen Volkswirtschaft zwischen 2011 und 2016.

**Tabelle 4-2:**
**Gesamtwirtschaftliche Effekte: Wettbewerbsfall vs. marktbeherrschendes Unternehmen**

Geringere Glasfaserpenetration im Falle eines marktbeherrschenden Unternehmens	Verlust an BIP pro Kopf (Basisszenario)								
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
5%	- 11 €	-33 €	-67 €	-115 €	-179 €	-260 €	-361 €	-485 €	-638 €
10%	-22 €	-66 €	-135 €	-231 €	-357 €	-518 €	-719 €	-967 €	-1.269 €
15%	-32 €	-99 €	-202 €	-346 €	-535 €	-776 €	-1.076 €	-1.445 €	-1.895 €

Quelle: DIW Econ auf Basis von Czernich et al. (2011).

Tabelle 4-2 vergleicht drei unterschiedliche hypothetische Szenarien. Es wird angenommen, dass die Differenz der Penetrationsrate zwischen dem Wettbewerbsfall und dem Fall eines marktbeherrschenden Unternehmens bei 5, 10 bzw. 15 Prozent liegt. Sollte der aus den Regulierungsferien resultierende Effekt anstelle von 10 Prozent bei einem 5 oder 15 Prozent niedrigeren Penetrationsniveau liegen, d.h. dass 47,5 bzw. 42,5 Prozent der Haushalte im Falle einer marktbeherrschenden Stellung der DTAG mit Glasfaseranschlüsse versorgt wäre, würde das BIP pro Kopf im Jahr 2025 im vereinfachten Modell um 640 bzw. 1895 Euro geringer als im Wettbewerb ausfallen.

**Box 4-4:**
**Fazit Abschnitt 4**

- Die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ist auf die Verfügbarkeit einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur angewiesen.
- Es kommt dabei nicht nur auf die Existenz einer guten Infrastruktur an, sondern vor allem auch darauf, ob der Zugang zu dieser Infrastruktur für Unternehmen und Privatkunden in einer hohen Dienstqualität und zu möglichst geringen Preisen angeboten wird. **Um dies zu gewährleisten, ist effektiver Wettbewerb auf dem Endkundenmarkt notwendig.**
- **Von einem funktionierenden Wettbewerb im Glasfasersegment werden nicht nur Unternehmen sondern auch Konsumenten profitieren.** Durch niedrigere Preise und eine bessere Servicequalität werden mehr Haushalte mit Glasfaseranschlüssen versorgt, so dass sich die Konsumentenrente und die Gesamtwohlfahrt erhöhen werden.
- Gigabitnetze und insbesondere Glasfasernetze werden nicht nur die Grundlage für zukünftige Innovationen sein, sondern werden auch Transaktionskosten senken und die Entwicklung von neuen effizienteren Geschäftsmodellen erlauben.
- Zudem stellt gigabitfähiges Breitband mit erstklassigem Dienstangebot eine kritische Infrastruktur für die Entwicklung des deutschen Außenhandels dar. Innovative und maßgeschneiderte Produkte gerade im Geschäftskundenbereich werden für unternehmerische Exportaktivitäten eine entscheidende Rolle spielen.
- **Eine unregulierte, marktbeherrschende Stellung der DTAG bei der Bereitstellung von FTTH/B-Anschlüssen würde zu höheren Endkundenpreisen und einer niedrigeren Nachfrage führen. Dies würde die Gefahr erheblicher negativer Folgen auf das Wirtschaftswachstum in den nächsten Jahren in Deutschland mit sich bringen.**

## 5. Fazit und Ausblick

Technologischer Fortschritt ist der Motor unserer Gesellschaft und die Digitalisierung eine der entscheidenden Antriebsformen für Wachstum und Wohlstand. Die digitale Wirtschaft in Deutschland besteht zum einen aus der Informations- und Kommunikationsbranche und den eingesetzten Technologien, sie ist aber darüber hinaus ein wesentlicher Treiber der Digitalisierung von Unternehmen und der Arbeitswelt in allen weiteren Wirtschaftszweigen sowie der Gesellschaft insgesamt.

Damit dieser Motor nicht ins Stocken gerät, ist es von entscheidender Bedeutung, rechtzeitig die richtigen wirtschaftspolitischen Maßnahmen zu treffen. Grundvoraussetzung für das Gelingen der digitalen Transformation ist eine flächendeckende Versorgung mit einer zukunfts- und hochleistungsfähigen Telekommunikationsinfrastruktur, bei deren Ausbau die Wettbewerber der DTAG im Moment eine führende Rolle einnehmen.

Neben dem Infrastrukturausbau spielt der Wettbewerb auch für die Wahrung eines niedrigen Preisniveaus, die Sicherstellung einer hohen (Dienste-)Qualität sowie die Entwicklung und Verfügbarkeit innovativer maßgeschneiderter Produkte im Privat- sowie im Geschäftskundenbereich eine wesentliche Rolle. Ohne einen funktionierenden Wettbewerb auf der Diensteebene ist mit erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten zu rechnen. Neben Nachteilen für Konsumentinnen und Konsumenten wird zudem die Entwicklung und Anwendung produktivitätssteigernder digitaler Innovationen erschwert.

Entscheidend für die Entfaltung der positiven volkswirtschaftlichen Effekte, die vom Wettbewerb ausgehen, ist eine offene Netzinfrastruktur, die durch eine Zugangs- und Preisregulierung erwirkt wird. Ein effizientes Regulierungsinstrumentarium sollte soweit wie möglich privatwirtschaftliche Investitionen fördern, aber auch die Wirkung des Wettbewerbs auf Angebotsvielfalt, Qualität und Preissetzungsspielräume nicht außer Acht lassen. Privatwirtschaftlichen Netzausbau durch Regulierungsferien zu begünstigen, um den öffentlichen Fördermittelbedarf auf ein Mindestmaß zu begrenzen, würde mit größerer Marktmacht für die DTAG, schlechterer Diensteequalität und höheren Endkundenpreisen einher gehen. In beiden Fällen trägt am Ende die Bevölkerung die Kosten des Infrastrukturausbaus – sei es in Form überhöhter Anschlussentgelte für einen Breitbandzugang oder als Steuerzahler zur Finanzierung von Fördermitteln. Für eine angemessene Zugangsregulierung anstelle von Regulierungsferien spricht darüber hinaus, dass aus volkswirtschaftlicher Sicht ineffiziente Anreize eines duplizierten Infrastrukturausbaus reduziert werden.

Um zu prüfen, wie ein beschleunigter Ausbau von Glasfasernetzen regulatorisch unterstützt werden kann, hat die Bundesnetzagentur im Jahr 2017 ein Konsultationsverfahren durchgeführt. Dabei wurden Implikationen verschiedener (Entgelt- und Zugangs-)Regulierungen mit Stakeholdern diskutiert. Im Falle einer kostenorientierten Bottom-Up-Entgeltregulierung werden Entgelte für konkrete Vorleistungen auf Basis der Bereitstellungskosten festgelegt, wie es auch bei der gängigen Regulierungspraxis des Maßstabs der „Kosten der effizienten Leistungsbereitstellung“ (KeL) auf Kupfernetzen der Fall ist. Im Sinne einer Top-Down-Regulierung würden bei Anwendung des Nachbildbarkeitsansatzes Vorleistungsentgelte von (eventuell regional differenzierten) Endkonsumentenpreisen ausgehend durch Abzug einer festgeschriebenen Marge festgelegt. Des Weiteren wurden Auswirkungen einer möglichen Beschränkung auf Transparenzverpflichtungen erörtert. Vor diesem Hintergrund wurden alternative Geschäftsmodelle der Risikoteilung, d.h. dass Ausbaurisiken hinsichtlich der Nachfrageentwicklung von mehreren Unternehmen gemeinschaftlich getragen werden, sowie der Wholesale-Only-Ansatz erörtert, wobei vertikal separierte Unternehmen entweder exklusiv auf dem Vorleistungs- oder dem Endkundenmarkt aktiv sind.

Ein zügiges Voranschreiten der Bundesnetzagentur wäre wünschenswert, um Planbarkeit und Investitionssicherheit für die Marktakteure zu schaffen. Die Analysen dieser Studie zeigen, welche hohe Bedeutung funktionierender Wettbewerb auf Diensteebene für volkswirtschaftliche Entwicklung hat. Regulierungsferien für die Deutsche Telekom AG würden den Wettbewerb einschränken. Daher sollte die Bundesnetzagentur auf ein angemessenes Regulierungsregime setzen, das sowohl den privatwirtschaftlichen Netzausbau, aber auch die Funktion des Wettbewerbs auf der Diensteebene sicherstellt. Für die exakte Ausgestaltung eines solchen Regulierungsregimes sind tiefergehende Analysen zur Machbarkeit und Folgenabschätzung der diskutierten Regulierungsinstrumente notwendig. Des Weiteren sollte geprüft werden, inwieweit Leerrohrkapazitäten, deren Nutzung die Verlegungskosten von Glasfaserleitungen signifikant verringern können, vorhanden sind. Auf diesem Wege können Kosten- und Synergievorteile genutzt und volkswirtschaftlich ineffiziente Tiefbaumaßnahmen vermieden werden.

Festzuhalten bleibt, dass durch eine zeitnahe und flächendeckende Verfügbarkeit von wettbewerblich bereitgestellten Gigabitanschlüssen die wirtschaftlichen Wachstumspotentiale optimal genutzt werden, die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gesichert bleibt sowie Konsumenten und Anbieter gemeinsam von der Digitalisierung profitieren.

## Literaturverzeichnis

- Akamai (2009-2016). State of the Internet – Connectivity Report.
- Anderson, J. E., & Van Wincoop, E. (2004). Trade costs. *Journal of Economic literature*, 42(3), 691-751.
- Andrews, D., C. Criscuolo and D. Pilat (2015b). The Future of Productivity: Improving the Diffusion of Technology and Knowledge. in G. Cetto and Y. Gassot (eds.), Digital Innovation vs. Secular Stagnation?, DigiWorld Economic Journal - C&S, 01 December 2015, IDATE Digitworld, pp. 85-105.
- Andrews, D., C. Criscuolo and P. N. Gal (2015a). Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Policy: Micro Evidence from OECD Countries. OECD Productivity Working Papers, No. 2. OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5jrql2q2jj7b-en>.
- Baake, P., Pavel, F. & Schumacher, P. (2011). Universaldienstverpflichtung für flächendeckende Breitbandzugang in Deutschland. *Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis, 90*.
- Baldwin, R. (2013). Trade and industrialization after globalization's second unbundling: How building and joining a supply chain are different and why it matters. In *Globalization in an age of crisis: Multilateral economic cooperation in the twenty-first century* (pp. 165-212). University of Chicago Press.
- Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D. & Ganschar, O. (2014). Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Eine Studie von BITKOM und dem Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation. Berlin.
- BEREC (2016). Challenges and drivers of NGA rollout and infrastructure competition. Abrufbar unter: [http://berec.europa.eu/eng/document\\_register/subject\\_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition](http://berec.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/berec/reports/6488-berec-report-challenges-and-drivers-of-nga-rollout-and-infrastructure-competition).
- Bertelsmann Stiftung (2017). Ausbaustrategien für Breitbandnetze in Europa Was kann Deutschland vom Ausland lernen?. Abrufbar unter: [https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart\\_Country/Breitband\\_2017\\_final.pdf](https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Smart_Country/Breitband_2017_final.pdf).
- Biagi, F., & Falk, M. (2015). *Empirical studies on the impact of ICT usage on employment in Europe* (No. 2015-14). Joint Research Centre (Seville site).
- Bresnahan, T. (2010). General purpose technologies. *Handbook of the Economics of Innovation*, 2, 761-791.

- Bresnahan, T. F., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies Engines of growth?. *Journal of Econometrics*, 1(65), 83-108.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015). Richtlinie „Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland“, 22. Oktober 2015 Abrufbar unter: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile).
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), TÜV Rheinland (2017b). Bericht zum Breitbandatlas mitte 2017. Berlin. Abrufbar unter: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2017-ergebnisse.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2017-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014). Digitale Agenda 2014-2017. Berlin. Abrufbar unter: [https://www.digitale-agenda.de/Content/DE/\\_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.digitale-agenda.de/Content/DE/_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf?__blob=publicationFile&v=6).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016). Digitale Strategie 2025. Berlin Abrufbar unter: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016). Weißbuch der digitalen Plattformen. Berlin.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2017). Den digitalen Wandel gestalten. Abrufbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/digitalisierung.html>.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2008). Jahresbericht 2007. Bonn.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2011). Jahresbericht 2010. Bonn.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2013a). Bundesnetzagentur gibt endgültige Vectoring-Entscheidung bekannt. August 2013, Bonn. Abrufbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilungen/2013/130829\\_VectoringEntscheidg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Pressemitteilungen/2013/130829_VectoringEntscheidg.pdf?__blob=publicationFile&v=3).
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2013b). Jahresbericht 2012. Bonn.

- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2014). Festlegung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen Markt für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang (Markt Nr. 3a der Empfehlung vom 09. Oktober 2014), Bonn.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2015). Jahresbericht 2014. Bonn.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2016). Pressemitteilung: Bundesnetzagentur gibt endgültige Vectoring-Entscheidung bekannt. September 2016, Bonn. Abrufbar unter: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2016/160109\\_Vectoring.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2016/160109_Vectoring.html)
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017a). Konsultationsdokument Fragen der Entgeltregulierung bei FttH/B-basierten Vorleistungsprodukten mit Blick auf den Ausbau hochleistungsfähiger Glasfaserinfrastrukturen. Bonn.
- Bundesnetzagentur (BNetzA) (2017b). Jahresbericht 2016. Bonn.
- Cardona, M., Kretschmer T., Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature, *Information Economics and Policy*, 25, 109-125.
- Castaldo, A., Fiorini, A., & Maggi, B. (2015). *fixed broadband connections and economic growth: a dynamic oecd panel analysis* (No. 17). Istituto di Economia e Finanza, DIGEF, Sapienza University of Rome.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband infrastructure and economic growth. *The Economic Journal*, 121(552), 505-532.
- Deutsche Telekom AG (DTAG) (2017). Stellungnahme zu Fragen der Entgeltregulierung bei FttH/B-basierten Vorleistungsprodukten mit Blick auf den Ausbau hochleistungsfähiger Glasfaserinfrastrukturen. April 2017.
- Dewenter, R., & Haucap, J. (2004). Die Liberalisierung der Telekommunikationsbranche in Deutschland (No. 27). Diskussionspapier/Helmut-Schmidt-Universität Hamburg, Fächergruppe Volkswirtschaftslehre.
- Dialog Consult/VATM (2016). 18. TK-Marktanalyse Deutschland 2016. Dialog Consult und VATM, Berlin.
- Dialog Consult/VATM (2017). 19. TK-Marktanalyse Deutschland 2017. Dialog Consult und VATM, Berlin.

- DIW Econ (2014). Wachstumsfaktor Telekommunikation: Zum Beitrag der Telekommunikationsbranche zur wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland, Studie im Auftrag des VATM, Berlin.
- Europäische Kommission (2016). Beschluss der Kommission in der Sache DE/2016/1854: Auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellter Zugang in Deutschland. Abrufbar unter: [https://circabc.europa.eu/sd/a/00217e55-9ad3-478f-8a62-e8ffd1e4b030/DE-2016-1854%20Adopted\\_DE.pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/00217e55-9ad3-478f-8a62-e8ffd1e4b030/DE-2016-1854%20Adopted_DE.pdf).
- Europäische Kommission (2017). Broadband Coverage in Europe. Abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2016>.
- Fraunhofer FOKUS (2016). Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft. Abrufbar unter: [https://cdn2.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie\\_komplett\\_final\\_einzelseiten.pdf](https://cdn2.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf).
- Fraunhofer-Institut FOKUS (Fraunhofer-FOKUS) (2016). Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft. Studie des Fraunhofer-Instituts für offene Kommunikationssysteme FOKUS für das BMVI. Berlin.
- FTTH Council Europe (2012). FTTH Case Study: Portugal Telecom. Abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/fiber-home-ftth-case-study-portugal-telecom-incumbent-gains-competitive-advantage-ftth>.
- Gordon, R. J. (2015). Secular Stagnation on the Supply Side: U.S. Productivity Growth in the Long Run, in G. Clette and Y. Gassot (eds.), *Digital Innovation vs. Secular Stagnation?*, *DigiWorld Economic Journal - C&S*, 01 December 2015, IDATE Digitworld, pp. 19-45.
- Greenstein, S., & McDevitt, R. (2012). *Measuring the Broadband Bonus in Thirty OECD Countries* (No. 197). OECD Publishing.
- Greenstein, S., & McDevitt, R. C. (2009). *The Broadband Bonus: Accounting for Broadband Internet's Impact on US GDP* (No. 14758). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Gries, C. I., Plückerbaum, T., & Martins, S. S. (2016). Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen. Studie für 1&1 Telecommunication SE. Bad Honnef.

- Haucap (2016a). Gutachten zum serious doubts letter der Europäischen Kommission zur Vectoring-Entscheidung der Bundesnetzagentur. DICE Consult im Auftrag der Deutschen Telekom AG. Abrufbar unter: [http://www.dice.hhu.de/fileadmin/redaktion/Fakultaeten/Wirtschaftswissenschaftliche\\_Fakultaet/DICE/Ordnungspolitische\\_Perspektiven/084\\_OP\\_Haucap\\_Heimeshoff\\_Lange.pdf](http://www.dice.hhu.de/fileadmin/redaktion/Fakultaeten/Wirtschaftswissenschaftliche_Fakultaet/DICE/Ordnungspolitische_Perspektiven/084_OP_Haucap_Heimeshoff_Lange.pdf).
- Haucap, J. (2016b), „Warum erlahmt die Innovationsdynamik in Deutschland? Was ist zu tun?“, in: Walter-Raymond-Stiftung (Hrsg), Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft: Die technologische Zukunftsfähigkeit Deutschlands auf dem Prüfstand, GDA Verlag: Berlin, S. 7-18.
- Helpman, E., & Trajtenberg, M. (1998). Diffusion of general purpose technology. *General Purpose Technology and Economic Growth*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Henseler-Unger, I. (2016). Breitband – Ziele und Visionen. *Wirtschaftsdienst*, 96(1), 72-74.
- Henseler-Unger, I. (2017). Hochleistungsfähige Kommunikationsnetze: Wer investiert? *Wirtschaftsdienst*, 97(1), 28-33.
- Henseler-Unger, I., Beyer, U., Elixmann, D., Strube Martins, S. (2015). Geschäftskundenangebote in Deutschland und ihr Regulierungsrahmen. Studie für den Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten (VATM), Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Geschaefskunden\\_WIK\\_Report\\_final.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Geschaefskunden_WIK_Report_final.pdf).
- Hessler, M. A. (2015). Regulieren oder Nichtregulieren; das ist hier die Frage: Wettbewerbsökonomische Analyse des Telekommunikationsmarktes unter besonderer Beachtung der aktuellen Entwicklung der Zugangsnetze in Deutschland. BoD–Books on Demand.
- Inderst R., Peitz, M. (2011). Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen, ZEW - Discussion Paper, 11(25), 1 – 35.
- Inderst, R., Peitz, M. (2012). Market Asymmetries and Investments in Next Generation Access Networks. *Review of Network Economics*, Vol. 11 (1), Article 2.
- IW Consult (2016). Der Weg in die Gigabit-Gesellschaft. Wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert, unter Mitwirkung von Economica Institut für Wirtschaftsforschung und Fraunhofer-Institut für System-und Innovationsforschung, im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation, Köln.
- Jay, S., Neumann, K. H., & Plückerbaum, T. (2011). Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf. Diskussionsbeitrag Nr. 359. Bad Honnef 2011.

- Katz, Raul. "The impact of broadband on the economy: Research to date and policy issues." Broadband Series (2012). International Telecommunication Union (ITU). Telecommunication Development Bureau. Geneva.
- Marcus, J. S. (2005). Broadband adoption in Europe. *IEEE Communications Magazine*, 43(4), 18-20.
- Martins, S. S., Wernick, C., Plückebaum, T., & Henseler-Unger, I (2015). Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breit-bandinternet im Jahr 2025.
- Mattes, A., Meinen, P., & Pavel, F. (2012). *Goods follow bytes: The impact of ICT on EU trade* (No. 1182). DIW Discussion Papers.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
- Melitz, M. J. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
- Monopolkommission (2015). Telekommunikation 2015: Märkte im Wandel. Sondergutachten 73. Abrufbar unter: <http://www.monopolkommission.de/index.php/de/pressemitteilungen/35-telekommunikation-2015-maerkte-im-wandel>.
- Mortensen, P. S., & Bloch, C. W. (2005). Oslo Manual-Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD.
- Nardotto, M., Valletti, T., Verboven, F. (2015). Unbundling the Incumbent: Evidence from UK Broadband. *Journal of the European Economic Association*, 13(2), 330–362.
- Neumann, K. H., & Schwab, R (2015). Europäische und weltweite Trends beim Aufbau von FTTB/H Netzen-Bedeutung für Deutschland. Bad Honnef.
- OECD (2016). OECD Broadband Portal. Abrufbar unter: [www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm](http://www.oecd.org/sti/broadband/oecdbroadbandportal.htm).
- OECD (2016). Stimulating digital innovation for growth and inclusiveness: the role of policies for the successful diffusion of ICT. Draft background report for Ministerial panel 1.2. DSTI/ICCP(2015)18/FINAL.
- OECD (2017), OECD Digital Economy Outlook 2017, OECD Publishing, Paris. Abrufbar unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en>.
- OECD (2017). OECD Digital Economy Outlook 2017, OECD Publishing, Paris.

- Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2012). Does broadband speed really matter as a driver of economic growth? Investigating OECD countries. *International Journal of Management and Network Economics* 5, 2(4), 336-356.
- Röller, L. H., & Waverman, L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American economic review*, 909-923.
- Rose, A. K. (2004). Do we really know that the WTO increases trade?. *American Economic Review*, 94(1), 98-114.
- Statistisches Bundesamt (2017). Verbrauchepreise für Festnetz und Internet (1997-2016). Abrufbar unter: [https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/Verbraucherpreisindizes/Tabellen\\_/Telekommunikationspreise.html?cms\\_gtp=146542\\_slot%253D2&https=1](https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/Verbraucherpreisindizes/Tabellen_/Telekommunikationspreise.html?cms_gtp=146542_slot%253D2&https=1). Abgerufen am: 16.10.2017.
- Tirole, J. (2017). *Economics for the Common Good*, Princeton University Press.
- Varian, H. (2010). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*, W. W. Norton & Company.
- Weltbank (2017). World Development Indicators. GDP per capita (current US\$). Abrufbar unter: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PCAP.CD&country=#>.
- Weltbank (2017). World Development Indicators. Population density. Abrufbar unter: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=EN.POP.DNST&country=#>.
- Weltbank (2017). World Development Indicators. Urban population ( % of total population). Abrufbar unter: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=2&series=SP.URB.TOTL.IN.ZS&country=#>.
- Wernick, C., Strube Martins, S., Bender, C. M., & Gries, C. I. (2016a). Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland. Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: [http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie\\_BMWi\\_Breitbandnutzung\\_von\\_KMU.pdf](http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf).
- Wernick, C., Queder, F., Strube Martins, S., Gries, C., Tenbrock, S., & Bender, C. (2016b). Gigabitnetze für Deutschland. WIK-Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef.