

Stephan Degenhardt

Breitbandausbau in dünn besiedelten Regionen

Staatliche Probleme, privatwirtschaftliche Chancen

Herausgegeben von Dr. Steffen J. Roth

Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten der Universität zu Köln

Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten der Universität zu Köln

Band 62

Breitbandausbau in dünn besiedelten Regionen

Staatliche Probleme, privatwirtschaftliche Chancen

von

Stephan Degenhardt

Herausgegeben von Dr. Steffen J. Roth

Tectum Verlag

In der Schriftenreihe *Wirtschaftspolitische Forschungsarbeiten* des Tectum Verlags erscheinen herausragende Forschungsarbeiten aus dem Umfeld der Universität zu Köln.

Herausgegeben wird die Reihe von Dr. Steffen J. Roth.

Stephan Degenhardt

Breitbandausbau in dünn besiedelten Regionen. Staatliche Probleme, privatwirtschaftliche Chancen

© Tectum – ein Verlag in der Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden
2017

ISBN: 978-3-8288-6898-4

ISSN: 1867-7738

(Dieser Titel ist zugleich als gedrucktes Werk unter der ISBN 978-3-8288-4056-0 im Tectum Verlag erschienen.)

Besuchen Sie uns im Internet
www.tectum-verlag.de

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Teil A: Einleitung und Grundlagen	11
1 Einleitung	13
2 Technologische Grundlagen	15
2.1 Datenübertragungsrate und Breitband	15
2.2 Next Generation Network/Next Generation Access	16
2.3 Zugangstechnologien.....	19
2.3.1 Telefon-Festnetz (FTTx).....	20
2.3.2 TV-Kabelnetz	21
2.3.3 Mobilfunk	22
3 Kosten und Rentabilität des NGA-Ausbaus	25
3.1 Telefon-Festnetz.....	25
3.2 TV-Kabel- und Mobilfunknetz	28
4 Zwischenfazit und weitere Vorgehensweise I.....	31
Teil B: NGA-Ausbau in ländlichen Regionen und die Theorie des Marktversagens	33
5 Marktversagenstatbestände	35
5.1 Natürliches Monopol (Monopolistisches Bottleneck).....	36
5.1.1 Grundlegende Argumentation.....	36
5.1.2 Bottleneck-Analyse von Netzinfrastruktur in dünn besiedelten Regionen	38
5.1.2.1 Traditionelles Festnetz.....	39
5.1.2.2 NGA-Netze.....	42
5.1.2.2.1 Intramodaler Infrastrukturlwettbewerb	42
5.1.2.2.2 Intermodaler Infrastrukturlwettbewerb	46
5.1.2.3 Effekte der statischen Analysen auf die Ausbaudynamik	50

5.2	Positive externe Effekte (Externalitäten)	55
5.2.1	Grundlegende Argumentation.....	55
5.2.2	Positive Effekte des NGA-Breitbandausbaus	56
5.2.3	Positive Externalitäten?	57
5.3	Informationsmängel.....	60
5.3.1	Grundlegende Argumentation.....	60
5.3.2	Unkenntnis	61
5.4	Öffentliche Güter	64
5.4.1	Grundlegende Argumentation.....	64
5.4.2	NGA-Zugänge und -Anwendungen.....	65
6	Staatlich provozierte Marktversagenssymptome ...	67
6.1	Öffentliche Güter: Datentransport und Netzbereitstellung....	67
6.2	Informationsmängel: Unsicherheit	70
7	Zwischenfazit und weitere Vorgehensweise II	73
Teil C: Rückschlüsse aus der Marktversagensanalyse und Schlussbetrachtung	75	
8	Maßnahmen zur Schaffung eines effizienten regulatorisch-rechtlichen Rahmens	77
8.1	Zugangsregulierung.....	77
8.2	Netzneutralitätsregulierung	82
8.3	Transparenz- und Rechtsmaßnahmen	85
9	Schlussbetrachtung	87
Literaturverzeichnis	89	

Abkürzungsverzeichnis

4G	Standard der vierten Generation
5G	Standard der fünften Generation
ANGA	Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber
BIP	Bruttoinlandsprodukt
Bit/s	Bit pro Sekunde
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BNetzA	Bundesnetzagentur
BREKO	Bundesverband Breitbandkommunikation
bzw.	beziehungsweise
CDU	Christliche Demokratische Union Deutschlands
cm	Zentimeter
CO2	Kohlendioxid
CSU	Christlich Soziale Union
d.h.	das heißt
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DVB-T	Digital Video Broadcasting - Terrestrial
ebd.	ebenda
et al.	und andere
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EVz	Endverzweiger
FTTx	Fiber to the x
FTTC	Fiber to the Curb

FTTB	Fiber to the Building
FTTH	Fiber to the Home
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
HD	High Definition
HFC	Hybrid Fiber Coax
Hg.	Herausgeber
Hgg.	Herausgebende
HVt	Hauptverteiler
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
IT	Informationstechnik
ITK	Informations- und Telekommunikationstechnik
ITU	International Telecommunication Union
Kbit/s	Kilobit pro Sekunde
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KVz	Kabelverzweiger
LTE	Long Term Evolution
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
MHz	Megahertz
Mio.	Millionen
NGA	Next Generation Access
NGN	Next Generation Network
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
OPEX	Operational Expenditure
P2M	Point-to-Multipoint
P2P	Point-to-Point
RTR	Rundfunk- und Telekom Regulierungs-GmbH Österreich
S.	Seite
SD	Standard Definition
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
TAL	Teilnehmeranschlussleitung

TE	Teilnehmerendgerät
TKG	Telekommunikationsgesetz
VATM	Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
vgl.	vergleiche
VoIP	Voice over Internet Protocol
VULA	Virtual Unbundled Local Access
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste
z.B.	zum Beispiel

Teil A: Einleitung und Grundlagen

1 Einleitung

Politiker werden nicht müde, die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung zu betonen. Schon 2013 gab Alexander Dobrindt, Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur, in einem Interview die Maxime aus: „Deutschland braucht das schnellste und intelligente Netz der Welt. Nur so kann der Vorsprung in Technologie und Wohlstand gehalten werden“.¹ Im März dieses Jahres legte er nach und sagte: „Neue Anwendungen wie Virtual Reality und die Vernetzung aller Dinge bringen ein enormes Datenwachstum. In Zukunft brauchen wir mehr Bandbreite, eine zuverlässige Echtzeit-Übertragung und intelligente Netze [...].“²

Trotz dieser mahnenden Worte ist zu konstatieren, dass die Internet-Infrastruktur in Deutschland derzeit weit davon entfernt ist, die beste der Welt zu sein. Die mittlere Surfgeschwindigkeit beträgt hierzulande 13,7 Mbit/s; in der Spitze erreichen die deutschen Nutzer durchschnittlich 55,5 Mbit/s. Im globalen Vergleich bedeuten das Plätze im unteren Mittelfeld. In Südkorea, dem Vorreiterland des schnellen Internets, werden im Mittel 26,3 Mbit/s und in der Spitze durchschnittlich 114,2 Mbit/s erreicht.³

Gerade in dünn besiedelten Regionen sind hohe Bandbreiten meist nicht verfügbar. Während schon 93,7% der städtischen Gemeinden in Deutschland mit mindestens 30 Mbit/s versorgt sind und 89,5% mit mindestens 50 Mbit/s, trifft dies nur auf 51,9% bzw. 33,8% der ländlichen Gemeinden zu.⁴ Aufgrund der schlechten Versorgung des ländlichen Raums wird daher schon länger das Bild einer digitalen Spaltung der Gesellschaft gezeichnet, die sich aufteilt in digital Informierte einerseits und „digitale Habenichtse“⁵ andererseits. Besteht die Spaltung fort, so die Argumentation, werden dünn besiedelte Regionen noch weiter abgehängt; eine hohe Breitbandverfügbarkeit hingegen könnte bestehende Standortnachteile auf dem Land ausgleichen.⁶

¹ Backhaus, Lambeck und Uhlenbroich (2013).

² BMVI (2017a).

³ Vgl. Akamai (2016), S. 12-13, 34 (Stand: 3. Quartal 2016).

⁴ Vgl. TÜV Rheinland (2016a), S. 4 (Stand: Ende 2016). Städtisch: Gemeinden mit einer Bevölkerung \geq 500 Einwohner/km²; Ländlich: Gemeinden mit einer Bevölkerung < 100 Einwohner/km².

⁵ Scheule (2005), S. 475; vgl. auch OECD (2000), S. 179.

⁶ Vgl. Picot und Grove (2010), S. 7-8.

Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit die Rolle des Staates beim Ausbau von Breitband-Hochleistungsinfrastruktur in dünn besiedelten Regionen untersucht. In der öffentlichen Debatte dominieren die Stimmen, wonach der Staat – und damit die Allgemeinheit – den Ausbau in solchen Regionen mit öffentlichen Mitteln fördern sollte, in denen aufgrund ungewisser Rentabilität nicht mit einem privatwirtschaftlichen Ausbau zu rechnen ist. Solche Forderungen zielen auf die flächendeckende Versorgung mit schnellem Internet. Das Forschungsinteresse dieser Arbeit aber ist, eine Rolle des Staates herauszuarbeiten, die – dem sofortigen Ruf nach Aufwendung von Steuergeldern entgegentretend – den marktgetriebenen Ausbau soweit wie möglich stärkt und vorantreibt, indem die Rentabilität privater Investitionen durch einen effizienten, staatlich etablierten regulatorisch-rechtlichen Rahmen erhöht wird. Im Mittelpunkt der Arbeit, in Teil B, steht daher die Theorie des Marktversagens. Mit ihrer Hilfe wird untersucht, ob Frictionen im Marktprozess bestehen, die den privatwirtschaftlichen Ausbau von Breitband-Hochleistungsinfrastruktur hemmen und daher ökonomisch gebotene Staatseingriffe rechtfertigen. Teil C baut direkt darauf auf. In ihm werden die staatlichen Maßnahmen und Regeln erörtert, die aus der Marktversagensanalyse resultieren und die einen effizienten regulatorisch-rechtlichen Rahmen etablieren können.

Vor der Analyse in den Teilen B und C folgen in Teil A zunächst Grundlagen, die zum Verständnis der Analyse und zu ihrer weiteren methodischen Einbettung nötig sind. In Kapitel 2 werden technologische Grundlagen dargestellt; in Kapitel 3 werden Faktoren vorgestellt, die Kosten und Rentabilität des Breitbandausbaus bestimmen; und in Kapitel 4 folgt ein Zwischenfazit, das mit tieferen methodischen Überlegungen die weitere Vorgehensweise der Arbeit determiniert.

2 Technologische Grundlagen

2.1 Datenübertragungsrate und Breitband

Mit jeder versendeten E-Mail oder Suchmaschinenanfrage, mit jedem gestreamten Film oder Datenupload werden digitale Signale durch die Datenkanäle des Internets geleitet. Die Datenübertragungsrate (in dieser Arbeit auch Übertragungsgeschwindigkeit oder Bandbreite genannt) drückt dabei aus, wie viele solcher Signaltakte (auch Bits genannt) pro Sekunde übertragen werden können (Bit/s). Man unterscheidet ferner zwischen Downstream- und Upstreamrate, die meist unterschiedlich hoch sind. Erstere ist in der Regel höher, bezieht sich auf die Rate beim Herunterladen/Abrufen von Daten und ist beim alltäglichen privaten Surfen die entscheidende Größe. Die Upstreamrate ist entscheidend beim Hochladen/Versenden von Daten und vor allem für gewerbliche Nutzer relevant, da es z.B. bei Videokonferenzen oder Big-Data-Anwendungen auch auf sie ankommt – es also wichtig ist, dass die Übertragungsraten im Down- und Upstream gleich hoch (symmetrisch) sind.⁷ Der Einfachheit halber ist im Folgenden die Downstreamrate gemeint, wenn Bandbreiten angeführt werden.⁸

In dieser Arbeit geht es um den Ausbau von Breitband-Hochleistungsinfrastruktur. Was genau ist damit gemeint? Die Spezifizierung ist komplex und nicht eindeutig. Breitband meinte ursprünglich, vor dem Jahr 2000, signifikant höhere Übertragungsraten als 56 bzw. 64 Kbit/s, die mit einem schmalbandigen Zugang über Telefonmodem bzw. ISDN möglich waren.⁹ Da aber die Zugangstechnologien (vgl. Kapitel 2.3) ständig leistungsfähiger werden und höhere Geschwindigkeiten erlauben, entwickelt sich auch die Breitband-Definition permanent weiter. Eine einheitliche nationale oder internationale Festlegung existiert nicht. Das Statistische Bundesamt z.B. spezifiziert Breitband schon ab einer Rate von 256 Kbit/s, die International Telecommunication Union (ITU) hingegen erst ab 1,5 Mbit/s (entspricht 1500 Kbit/s).¹⁰ Die damalige Große Koalition aus CDU/CSU und SPD legte 2009 in ihrer Breitbandstrategie eine Definition von mindestens 1 Mbit/s zugrunde. Hochleistungsfähiges Internet definierte sie an dieser Stelle mit Übertragungsraten von mindestens 50

⁷ Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 21.

⁸ Dieser Abschnitt folgt Reents (2016), S. 6. Auch in der Einleitung wurden Downstreamraten angeführt.

⁹ Vgl. Picot und Grove (2010), S. 9.

¹⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt; ITU (2003).

Mbit/s.¹¹ Dieser Mindest-Definition für eine Hochleistungsinfrastruktur soll auch in dieser Arbeit gefolgt werden. Zwar sind – wie in Kapitel 2.3 gezeigt werden wird – mit diversen Technologien schon Geschwindigkeiten von mehreren hundert Mbit/s oder mehr möglich. Weil der Fokus auf dünn besiedelten Regionen liegt, ist ein zu hoher Schwellenwert aber für die Arbeit nicht zweckdienlich. Wie in Kapitel 1 erwähnt, sind aktuell für fast 70% der ländlichen Gemeinden 50 Mbit/s oder mehr nicht verfügbar – diese Mindest-Bandbreite in dünn besiedelte Regionen zu bringen, erscheint also schon ambitioniert.

2.2 Next Generation Network/Next Generation Access

Wie der Breitbandbegriff ist auch der Ausdruck Next Generation Network (NGN) schwer zu definieren, da er sich stetig weiterentwickelt. Grob fasst er diverse Konzepte für die künftige Architektur elektronischer Kommunikationsnetze zusammen. Im Kern geht es darum, dass sich separate Kommunikationsinfrastrukturen wie das traditionelle Telefon- oder Kabelfernsehnetz mehr und mehr auflösen. Bei diesen analogen Netzen findet der Datenaustausch noch leitungsvermittelnd statt, d.h., es gibt eine direkte physikalische Verbindung zwischen den Teilnehmern. Die Dienste, z.B. Telefonie, sind dabei untrennbar verbunden mit der unterliegenden Netz- bzw. Transportarchitektur. Im NGN hingegen gehen die klassischen Netze in einer universalen Netzarchitektur auf, in der alle elektronischen Kommunikations- und Datendienste – ob Sprachtelefonie, Fernsehen, Streaming oder Cloud-Anwendungen – durchweg über das so genannte Internet Protocol übertragen werden („all IP“). Die einzelnen Dienste sind also nicht mehr abhängig von einer bestimmten Übertragungsinfrastruktur; stellt man sich vor, die Netzarchitektur bestünde aus Schichten, wären die Dienst- und die Transportschicht voneinander getrennt. Der Datenaustausch findet dabei paketvermittelnd statt; d.h., die Daten werden in kleine Pakete aufgeteilt, dann über ein dezentrales System vom Sender zum Empfänger weitergeleitet und dort wieder zusammengesetzt.¹²

Diese Universalität der IP-Infrastruktur führt einerseits zu Effizienzgewinnen und Kostensparnissen. Der Grund: „Die Kapazitäten müssen nicht dienstespezifisch ausgelegt werden, sondern nur für die Gesamtmenge des Datenverkehrs.“¹³ In Relation sind daher weniger In-

¹¹ Vgl. Bundesregierung (2009), S. 1-3.

¹² Vgl. Elixmann, Kühling, Marcus, Neumann, Plückebaum und Vogelsang (2008a), S. 2; Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2014), S. 11-12; Elektronik Kompendium (a).

¹³ Kruse (2011), S. 176.

vestitionen nötig, als wenn für jeden Dienst eine spezifische Infrastruktur aufgebaut würde. Andererseits ist es durchaus mit Problemen behaftet, wenn eine Netzarchitektur für alle Kommunikations- und Datendienste verwendet wird. Bei sehr hohem Datenaufkommen kann es sein, dass die bereitgestellte Bandbreite (in diesem Kontext auch Übertragungskapazität genannt) nicht ausreicht, um alle Datenpakete zügig zu transportieren. Manche Datenpakete werden dann nicht sofort weitergeleitet, es kommt zu Staus bzw. Überlasten. Die Folge können Verzögerungen (Latenz), Schwankungen (Jitter) oder der Verlust von Datenpaketen sein.¹⁴ Ein kurzer Blick auf Statistiken zeigt, dass das IP-Datenvolumen tatsächlich seit Jahren exorbitant ansteigt. Weltweit verdoppelt es sich im Festnetz in etwa alle 40 Monate, im Mobilfunk gar alle 18 Monate. Von 2005 bis 2021 wird sich der gesamte IP-Verkehr mehr als verhundertfach haben. Besonders stark steigt dabei das Volumen in den Spitzenzeiten (die Stunde am Tag mit dem höchsten Aufkommen). Dieser „Busy Hour“-Verkehr wuchs z.B. 2016 um 51%, während der durchschnittliche IP-Verkehr um 32% zunahm.¹⁵

Die Frage ist, wie die Datenpakete behandelt werden, wenn es bei hohem Aufkommen (speziell in Spitzenzeiten) zu Überlasten kommt. Im schmalbandigen Internet wurde das so genannte Best-Effort-Prinzip etabliert. Es besagt, dass alle Datenpakete – unabhängig von ihrem Ursprung, Ziel oder Inhalt und unabhängig davon, ob sie auf einen schnellen und störungsfreien Transport angewiesen sind – gleich behandelt werden. Dieses Prinzip war in den Anfangstagen des Netzes einerseits unumgänglich, da es technisch nicht möglich war, die Datenpakete differenziert weiterzuleiten. Andererseits war dies im schmalbandigen Internet auch nicht nötig, da mit den geringen Übertragungsraten ohnehin nur Anwendungen möglich waren, die keine großen Anforderungen an die Transportqualität stellten (z.B. E-Mails oder der Versand von Textdateien). Dies hat sich mit dem breitbandigen Internet geändert. Die höheren Bandbreiten ermöglichen vielfältige Anwendungen, die auf einen zuverlässigen Transport ohne Verzögerungen, Schwankungen oder Paketverlust angewiesen sind. Zu denken ist beispielsweise an Videokonferenzen bzw. -telefonie, Online-Gaming, IP-Fernsehen, Cloud Computing, Film-Streaming (Video on Demand) oder Fernoperationen in der Medizin.¹⁶ Auch die klassische

¹⁴ Vgl. Kruse (2011), S. 176.

¹⁵ Vgl. BMWi (2016), S. 13; Cisco (2017), S. 2.

¹⁶ Welche Anwendungen benötigen welche Downstream-Bandbreite? Im Folgenden einige Beispiele:

bis zu 1 Mbit/s: E-Mail, Webbrowsing, Musik-Streaming, VoIP, Web-Videos (SD-Qualität)

Sprachtelefonie wird inzwischen mittels der VoIP-Technik (Voice over Internet Protocol) zu einem großen Teil über das Internet abgewickelt. Die Deutsche Telekom z.B. will bis 2018 all ihre Anschlüsse auf IP-Telefonie umstellen.¹⁷ Für das universale IP-Netz bedeutet es eine Herausforderung, dass es auch für Telefonie genutzt wird, da für störungsfreie Gespräche hohe Qualitätsstandards nötig sind.¹⁸

Wie Datenpakete im Netz behandelt werden, wird in der politischen Arena unter dem Leitbegriff „Netzneutralität“ diskutiert. Grob gesagt geht es um die Frage, ob Anbieter von Internetzugangsdiensten (im Folgenden auch verkürzt Internetanbieter genannt) dabei reguliert werden sollen, wie sie die Datenpakete übertragen. In einer extremen Form der Regulierung könnten sie weiter zum Best-Effort-Prinzip und damit der Gleichbehandlung aller Daten verpflichtet werden. Damit wäre es ihnen verboten, Datensignale von Anwendungen, die auf einen zuverlässigen und schnellen Transport angewiesen sind, bevorzugt weiterzuleiten (dieses Vorgehen ist mittlerweile technisch möglich und wird auch als aktives Verkehrsmanagement bezeichnet). Diese extreme Form der Regulierung wird im Folgenden *strikte Netzneutralität* genannt.¹⁹ Auf das Thema Netzneutralität wird in den analytischen Teilen B und C noch ausführlicher einzugehen sein.

bis zu 16 Mbit/s: Gaming (Standard), Web-Videos (HD-Qualität), IP-TV (SD-Qualität), Videotelefonie

bis zu 50 Mbit/s: Video on Demand (z.B. Netflix), Videokonferenzen, IP-TV (HD-Qualität)

bis zu 100 Mbit/s: Gaming (Anspruchsvoll), IP-TV (3D), Cloud Computing

bis zu 1Gbit/s: 3D-Collaboration, Remote Surgery (Fernoperationen)

In den Bereichen Gaming, Gesundheit (E-Health) und Bildung (E-Learning) gibt es sowohl Anwendungen, die hohe bis sehr hohe Übertragungsraten benötigen (z.B. interaktive Spiele in Echtzeit, Fernoperationen oder virtuelle Hochschulkurse), als auch solche, die schon mit geringen Bandbreiten funktionieren (z.B. einfache Kartenspiele, die Übertragung von Vitaldaten an den Arzt oder das Abrufen von Lehrpräsentationen). Bei den Video-Anwendungen (Web-Video und Video on Demand) gilt zudem, dass die Anforderungen an die Bandbreite sinken, wenn Puffertechnologien verwendet werden (die Auflistung und die Erörterungen folgen Hessler, 2015, S. 306-307).

¹⁷ Vgl. Deutsche Telekom (2014).

¹⁸ Dieser Abschnitt folgt dem Wissenschaftlichen Beirat beim BMWi (2014), S. 10-12.

¹⁹ Vgl. Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2014), S. 11-13; Kruse (2011), S. 178.

Zum Thema NGN ist noch auszuführen, dass die Migration zu einer solchen digitalen IP-Infrastruktur auf verschiedenen Netzebenen erfolgt. Es lassen sich unterscheiden:

- das lokale Zugangsnetz (auch Teilnehmeranschlussleitung, TAL, oder „letzte Meile“ genannt), das in der Festnetz-Telekommunikation traditionell vom Teilnehmerendgerät (TE) über einen Verteilpunkt am Straßenrand, den Kabelverzweiger (KVz), bis zu dem Punkt reicht, an dem die Datensignale mit so genannter aktiver Infrastruktur (z.B. mit einem DSLAM, Digital Subscriber Line Access Multiplexer) gebündelt und konzentriert werden. Traditionell befindet sich dieser Punkt in großen Betriebsstellen, auch Hauptverteiler (HVT) oder Vermittlungsstellen genannt, was sich durch neue Zugangstechnologien aber ändert – näheres im folgenden Kapitel. Der Netzbereich, in dem die Daten konzentriert werden, wird auch als Backhaul bezeichnet.
- das überregionale Kernnetz (auch Backbone genannt), das die konzentrierten Signale übernimmt, die einzelnen Zugangsnetze miteinander verbindet und die Anbindung an andere Netze herstellt (z.B. Mobilfunk oder ausländische Netze).²⁰

Für diese Arbeit von besonderem Interesse sind die technologischen Entwicklungen im lokalen Zugangsnetz, die sich vor Ort auch in ländlichen Regionen zeigen. Im Kontext dieser Entwicklungen wird auch von Next Generation Access (NGA) gesprochen. Im Folgenden werden einzelne NGA-Zugangstechnologien näher beleuchtet.

2.3 Zugangstechnologien

Aufgrund der Mindest-Definition für eine Hochleistungsinfrastruktur werden nur Technologien betrachtet, die zumindest potenziell hochbiträtige Bandbreiten von 50 Mbit/s und mehr (NGA-Bandbreiten) übertragen können. Im Sinne des z.B. im Telekommunikationsgesetz²¹ verankerten Prinzips der Technologieneutralität kommen dafür mehrere Lösungen in Frage: Zum einen leitungsgebundene Lösungen über das Telefon-Festnetz und über das TV-Kabelnetz, über die stationäre Breitbandanschlüsse geschaltet werden. Zum anderen die leitungsungebundene Lösung über Mobilfunk, über die ein mobiler Breitbandzugang möglich ist.

²⁰ Vgl. Elixmann et al. (2008a), S. 3; Hessler (2015), S. 39-40.

²¹ „Zweck dieses Gesetzes ist es, durch technologieneutrale Regulierung [...]“ (§ 1 TKG).

2.3.1 Telefon-Festnetz (FTTx)

Traditionell besteht die komplette TAL im Festnetz, vom HVt über den KVz bis zum Endkunden, aus einer Kupferdoppelader. Aufgrund der physikalischen Eigenschaften von Kupfer sind damit aber keine NGA-Geschwindigkeiten möglich. Die Lösung ist, die Kupferkabel auf der TAL teilweise oder komplett durch leistungsfähigere Glasfaserkabel zu ersetzen (die Backbones der Anbieter bestehen bereits aus Glasfaser). Solche Zugangslösungen über Glasfaser werden als FTTx-Technologien bezeichnet: Fiber to the x. Das x steht dabei als Platzhalter für die Stelle, an dem das Signal von der Glasfaser auf die vorhandene Kupferdoppelader übergeht.²²

- Fiber to the Curb (FTTC): Glasfaser wird bis zum KVz gelegt. Dieser wird mit aktiver Infrastruktur aufgerüstet, um die Signale zu konzentrieren und in Richtung Kernnetz weiterzuleiten. Der verbleibende (verkürzte) Kupferabschnitt wird mittels so genannter VDSL/Vectoring-Technologien²³ (Vectoring, Super-Vectoring oder in naher Zukunft G.fast) so optimiert, dass Geschwindigkeiten von mindestens 50 Mbit/s bis hin zu mehreren hundert Mbit/s erreicht werden können. Dabei gilt: Je kürzer die verbleibende Kupferleitung (je kürzer die Distanz zwischen KVz und Endkunde), desto schneller die Bandbreite. Die HVt können als Verteilknoten für Glasfaserstränge dienen oder Equipment für höhere Netzebenen beinhalten, müssen aber nicht.²⁴
- Fiber to the Building (FTTB): Glasfaser wird bis zum so genannten Endverzweiger (EVz) im Gebäude (meistens im Keller) gelegt. Die aktive Infrastruktur rückt also noch näher an den Endkunden heran, innerhalb des Gebäudes wird in der Regel weiter die vorhandene Kupferverkabelung genutzt. FTTB ist sinnvoll für Gebäude mit mehreren Wohneinheiten (Hochhäuser, Mehrfamilienhäuser oder Wohnanlagen) und wird daher vor allem im städtischen Bereich eingesetzt. Je nach genauer Systemtechnik (die Details würden zu weit führen) und der Anzahl der Nutzer im Gebäude, sind Bandbreiten im Gigabit-Bereich (1000 Mbit/s und mehr) möglich.²⁵

²² Vgl. Fornefeld und Logen (2013), S. 9; Holznagel, Picot, Deckers, Grove und Schramm (2010), S. 29.

²³ VDSL steht für Very High Speed Digital Subscriber Line.

²⁴ Vgl. RTR (2007), S. 10; Fornefeld und Logen (2013), S. 9; Neuhetzki (2016a).

²⁵ Vgl. Hessler (2015), S. 56; Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 22; Elektronik Kompendium (b).

- Fiber to the Home (FTTH): Glasfaser wird bis in die Wohnung gelegt, bis zum TE. Hierbei kann zwischen zwei Systemarchitekturen gewählt werden. Bei einer Point-to-Point-Architektur (P2P) wird ein dezidierter Glasfaserstrang von einem Konzentrationspunkt (z.B. im HVt) zum Endkunden gelegt. Bei einer Point-to-Multipoint-Architektur (P2M) hingegen wird die vom Konzentrationspunkt kommende Glasfaser über einen optischen Splitter (der sich z.B. im KVz befinden kann) so verzweigt, dass mehrere Nutzer damit versorgt werden können. Mit beiden Architekturen sind Bandbreiten im Gigabit-Bereich möglich, wobei die P2P-Lösung klare Geschwindigkeitsvorteile hat – mit ihr sind theoretisch bis zu 100.000 Mbit/s möglich. Eine P2M-Lösung spart dafür Kosten, da weniger Glasfaser nötig ist.²⁶

Was die erreichbaren Übertragungsraten betrifft, sind FTTB/H-Architekturen die zukunftsfähigsten Technologien, da sie bereits gigabitfähig sind.²⁷ Obwohl in ländlichen Regionen die FTTH-Implementierung tendenziell sinnvoller ist, werden beide Lösungen meist zusammen betrachtet und nachfolgend auch als reine Glasfaser-Netze bezeichnet.

2.3.2 TV-Kabelnetz

Seit den frühen 2000er Jahren werden die aus so genannten Koaxialkabeln bestehenden TV-Kabelnetze so umgerüstet, dass sie auch für Internet- und Telefondienste nutzbar sind. Genauer gesagt: Sie werden rückkanalfähig gemacht – ursprünglich erlaubten sie nämlich nur den Datentransport in eine Richtung. Die Netzinfrastruktur der Kabelnetze ist grundsätzlich mit der des Telefon-Festnetzes vergleichbar. Es gibt ein Kern- und ein Zugangsnetz, letzteres reicht vom Endkunden über einen Koaxverstärker (vergleichbar mit dem KVz) bis zu einer lokalen Kopfstelle (vergleichbar mit dem HVt), dort erfolgt die Anbindung ans Backbone. Um höhere Bandbreiten zu erreichen, werden die Koaxialkabel im Zugangsnetz schon seit einigen Jahren durch Glasfaserkabel ersetzt; es entstehen hybride Netze aus Koaxialkabel und Glasfaser (so

²⁶ Vgl. RTR (2007), S. 10; Elixmann et al. (2008a), S. 5; Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 22.

²⁷ Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) z.B. prognostiziert, dass 2025 (wegen wachsender Datenmengen und steigender Qualitätsanforderungen von Anwendungen) über 75% der Haushalte Bandbreiten von mindestens 500 Mbit/s nachfragen werden. Die Top-Level-Nachfrager (laut WIK 12 Mio. Haushalte) werden 1 Gbit/s benötigen (vgl. WIK, 2016, S. 2).

genannte Hybrid Fiber Coax (HFC)-Netze; wie im Telefon-Festnetz auch bestehen die Backbones bereits aus Glasfaser). Analog zu den FTTx-Technologien rückt die Glasfaser damit immer näher an den Endkunden heran. Dabei hat das Koaxialkabel (dessen Kern auch aus Kupfer ist) den Vorteil, dass es „wegen seines anderen Aufbaus mehr Daten transportieren [kann; Anmerkung des Verfassers] als die gewöhnlichen zweiseitigen Kupferdrähte“²⁸ im Festnetz. Durch die Entwicklung neuer Standards zum Datentransport über die HFC-Kabel (so genannte DOCSIS-Standards) sind sehr hohe Bandbreiten auch dann möglich, wenn die Koaxialkabel nicht auf dem ganzen Weg zum Kunden durch Glasfaserkabel ersetzt werden (sondern z.B. nur bis zum Koaxverstärker). Einfach ausgedrückt, sorgen die neuen Übertragungsstandards dafür, dass die Kabelfrequenzen – über die Inhalte transportiert werden – effizienter genutzt werden können. Der aktuell am weitesten verbreitete Standard DOCSIS 3.0 ermöglicht Geschwindigkeiten bis zu 400 Mbit/s. Mit DOCSIS 3.1, dem Standard der nächsten Generation, sind auch über die hybriden Netze Bandbreiten im Gigabitbereich möglich (theoretisch bis zu 10.000 Mbit/s).²⁹

2.3.3 Mobilfunk

Bisher wurden nur leitungsbasierte Breitband-Zugangstechnologien betrachtet. Eine leitungsumgebundene Lösung ist der Mobilfunk. Im Zentrum seiner Architektur steht eine Sendeanlage. Sie sendet Funksignale aus, die ein bestimmtes Frequenzspektrum nutzen. Dieses Spektrum „ist eine begrenzte und nicht zu vervielfältigende öffentliche Ressource. Die Möglichkeit der Nutzung dieser Frequenzen kann daher nicht allein dem freien Spiel der Kräfte auf dem Markt überlassen werden.“³⁰ Es ist stattdessen eine regulierte Verteilung der Frequenzen nötig. In Deutschland werden sie von der Bundesnetzagentur (BNetzA) versteigert.

Von der Sendeanlage aus erfolgt auch die Anbindung ans Backbone – entweder leitungsgebunden per Glasfaserkabel oder per so genanntem Richtfunk. Die von der Anlage ausgehenden Signale bilden eine Funkzelle, in die sich Endkunden mit einem mobilen TE einloggen können. Die verfügbare Bandbreite in den Zellen hängt ab von mehreren Faktoren: Erstens der Entfernung zum Sender, zweitens der Topografie des Empfangsgebietes und drittens der Bebauung. Außerdem sinkt die

²⁸ Hauck (2010).

²⁹ Vgl. ANGA (2016a), S. 2; ANGA (2016b), S. 6-8; Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 22.

³⁰ BNetzA (a).

Bandbreite, je mehr Nutzer in der Zelle aktiv sind und je intensiver ihr Datenverbrauch ist.³¹ Mit dem aktuell am weitesten verbreiteten Mobilfunkstandard LTE (Standard der vierten Generation, 4G) sind theoretisch Übertragungsraten bis zu 300 Mbit/s im Download möglich (mit LTE Advanced sogar bis zu 1000 Mbit/s).³²

In der Realität werden diese theoretischen Bandbreiten gerade in ländlichen Regionen aber meist nicht erreicht. Das liegt vor allem am Faktor Entfernung im Zusammenspiel mit den für die Übertragung nötigen Frequenzen. Wie ausgeführt, sind letztere nur begrenzt verfügbar und müssen von den Mobilfunkbetreibern erworben werden. Diese sind daher an einer effizienten Nutzung der Frequenzen interessiert. Um weitläufige, wenig besiedelte Landstriche mit mobilem Internet zu versorgen, nutzen die Betreiber vor allem niedrige Frequenzen (etwa im Bereich von 700, 800 Megahertz (MHz)), die eine größere Reichweite haben als hohe Frequenzen. Das hat den Vorteil, dass weniger Sendeanlagen errichtet werden müssen. Der Nachteil ist, dass solche niedrigen Frequenzen weniger Leistung (Bandbreite) erbringen können und zudem ihre Strahlen weniger punktgenau aussenden als hohe Frequenzen.³³ Laut Modellrechnungen des ITK-Branchenverbandes Bitkom sind mit LTE im niedrigen Frequenzbereich maximal 20 Mbit/s möglich. Die fortschrittlichste LTE-Advanced-Technologie erlaubt in diesem Frequenzbereich zwar theoretisch 30 bis 180 Mbit/s, doch mit zunehmender Entfernung vom Funkturm nehmen die möglichen Bandbreiten ab. Am Rande von Funkzellen sind laut Bitkom selbst mit LTE-Advanced nur 18 bis 45 Mbit/s möglich.³⁴

³¹ Vgl. Hessler (2015), S. 63; Fornefeld und Logen (2013), S. 10.

³² Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 22. Mit dem Mobilfunkstandard 5G, der wahrscheinlich ab 2020 eingeführt werden wird, sollen bis zu 50.000 Mbit/s im Download möglich sein (vgl. ebd.).

³³ Vgl. Grove, Picot, Jondral und Elsner (2011), S. 34; Reents (2016), S. 9; Dürtherhöft.

³⁴ Vgl. Bitkom (2013), S. 4.

3 Kosten und Rentabilität des NGA-Ausbaus

Wie in Kapitel 1 beschrieben, ist die NGA-Breitbandverfügbarkeit in ländlichen Regionen wesentlich schlechter als in städtischen Gebieten. Hauptursache hierfür sind die hohen Ausbaukosten auf dem Land. Gründe für die hohen Kosten sollen im Folgenden dargestellt werden, vor allem für die FTTx-Festnetztechnologien, da für diese aussagekräftige Kosten- und Rentabilitätsstudien vorliegen.

3.1 Telefon-Festnetz

Die größten Kostentreiber beim FTTx-Ausbau stellen die Investitionen in die passive Infrastruktur dar, d.h. in die Verlegung der Glasfaserkabel (passiv, weil die Kabel keine eigene Stromversorgung brauchen). Je nach gewählter FTTx-Architektur machen dabei Tiefbau- bzw. Grabungsarbeiten (und die anschließende Wiederherstellung der Oberfläche) 80 bis 90% der Kosten aus. Da bei FTTC-Ansätzen nur zwischen HVt und KVz Glasfaser verlegt wird und auf der restlichen Strecke das Kupferkabel bestehen bleibt, fallen die Grabungskosten entsprechend geringer aus.³⁵

Der Aufbau eines FTTx-Netzes ist vor allem aufgrund der Grabungsarbeiten durch hohe Fixkosten gekennzeichnet. Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) hat in den vergangenen Jahren in diversen Studien die Kosten für den FTTx-Ausbau geschätzt. Aufgrund des hohen Fixkostenblocks hat das WIK – über alle Studien hinweg – drei nachfrageseitige Faktoren identifiziert, die die Rentabilität der Investitionen entscheidend beeinflussen:

- die Besiedlungs- bzw. Bevölkerungsdichte (die Zahl der Teilnehmeranschlüsse, die in einem Gebiet erschlossen werden können);
- die erzielbare Penetrationsrate (der prozentuale Anteil an Kunden, der innerhalb eines Ausbaugebiets tatsächlich angeschlossen wird (Marktanteil));
- die Zahlungsbereitschaft der Kunden.³⁶

Im Folgenden werden wesentliche Ergebnisse aus zwei WIK-Studien kurz vorgestellt. Doose, Elixmann und Jay haben 2009 ermittelt, dass die Kosten für den FTTC- und FTTH(-P2P)-Ausbau entscheidend von der Bevölkerungsdichte abhängen. Insgesamt differenzieren sie acht

³⁵ Vgl. Wernick (2016), S. 5.

³⁶ Vgl. Wernick (2016), S. 6.

Cluster, die unterschiedlich stark besiedelt sind. Im ländlichsten, am wenigsten besiedelten Cluster (≤ 100 Haushalte pro km^2) sind Investitionen in Höhe von 2.009 Euro nötig, um einen Teilnehmer an FTTC anzuschließen; bei FTTH-P2P sind es 4.506 Euro. Im etwas weniger ländlichen Cluster ($100 < \text{Haushalte pro km}^2 \leq 500$) sind die Kosten bereits wesentlich niedriger (796 Euro bei FTTC und 2.613 Euro bei FTTH-P2P). Im am dichtesten besiedelten Stadtcluster (>10.000 Haushalte pro km^2) schließlich sind nur 129 Euro bzw. 596 Euro nötig.³⁷

Eine 2011/2012 von Jay, Neumann und Plückebaum konzipierte Studie basiert auf der von Doose et al., ist aber methodisch ausgereifter. Die Autoren bereiten detaillierte Geodaten über HVt-Standorte, Gebäude, Straßen etc. auf, um darauf aufbauend die Kosten präziser schätzen zu können. Zudem unterscheiden sie insgesamt 20 Cluster mit jeweils gleicher Teilnehmerzahl. Interessant mit Blick auf die Bevölkerungsdichte: 80% der potenziellen Teilnehmer leben auf einem Drittel der Fläche Deutschlands, in den Clustern 1 bis 16. Demgegenüber bildet auch Cluster 20 allein ein Drittel der Fläche ab, in dem aber nur 5% der Teilnehmer leben. Jay et al. analysieren keine FTTC-, sondern nur FTTB/H-Lösungen (darunter verschiedene Architekturen, die an dieser Stelle nicht im Detail interessieren). Ihr Ergebnis ist, dass ein solcher reiner Glasfaserausbau bei marktüblichen Preisen (im Schnitt 38 Euro pro Anschluss) für 20 bis 45% der Teilnehmer in Deutschland profitabel ist. Dabei gehen die Autoren davon aus, dass ein neues FTTB/H-Netz einen Marktanteil von 70% erreicht (was ambitioniert erscheint). Auch bei einer solchen Penetrationsrate sind die Kosten in den von ihnen modellierten ländlichen Clustern so hoch, dass Kunden in diesen dünn besiedelten Regionen 70 bis 80 Euro im Monat für einen Anschluss zahlen müssten, um den Ausbau profitabel zu machen (die genaue Profitabilitätsgrenze hängt von der gewählten Architektur ab).³⁸ Bei ihren Berechnungen gehen die Autoren zudem von einem

³⁷ Vgl. Doose et al. (2009), S. 65–69.

³⁸ Selbst wenn man annimmt, dass in ländlichen Regionen der Leidensdruck der Verbraucher aufgrund der Absenz hoher Internetgeschwindigkeiten hoch ist, ist derzeit wohl nicht mit einer solch hohen Zahlungsbereitschaft zu rechnen. Eine Studie der Europäischen Kommission zeigt, dass für die Verbraucher der Preis das mit Abstand wesentlichste Kriterium bei der Auswahl eines Internetanschlusses ist. In Deutschland gaben 2014 67% der Befragten an, dass ihnen der Faktor „Preis“ am wichtigsten ist; zum Vergleich: den Faktor „Maximale Downloadgeschwindigkeit“ nannten nur 38% als wichtigsten (Mehrfachnennungen waren möglich; vgl. Europäische Kommission, 2014, S. 100). Eine etwas ältere Studie (im Auftrag des Internetanbieters United Internet) kam 2010 zu dem Ergebnis, dass 62% der befragten Nutzer zwar bereit waren, mehr für eine höhere Bandbreite zu zah-

„steady state“ aus, in dem das neue Glasfasernetz bereits völlig das heutige Kupfernetz ersetzt hat, Kosten der Migration und des Parallelbetriebs werden vernachlässigt. Existiert entgegen dieser Annahme beispielsweise ein konkurrierendes FTTC-Netz (mit einem verbleibenden Kupferabschnitt), wird ein FTTB/H-Ausbau noch weniger profitabel. Lässt man andere in der Analyse getroffene Annahmen fallen, könnte dies hingegen dazu führen, dass der FTTB/H-Ausbau in manchen Gegenden profitabler wird – wohl aber nicht in ländlichen Regionen. Erstens gehen die Autoren von einem Vollausbau des jeweiligen Clusters aus. Ein besonders fokussierter Teilausbau nur in dicht besiedelten Straßen (z.B. mit mehreren Mehrfamilienhäusern) könnte hingegen die Kosten senken. Solch dicht besiedelte Wohnviertel sind auf dem Land aber wohl selten. Zweitens wird im Basisszenario dieser Studie (wie in der Studie von Doose et al. auch) vorhandene Infrastruktur des alten Kupfernetzes (und auch sonstige Infrastruktur, z.B. Kabelschächte von Energieversogern) vernachlässigt. Jay et al. untersuchen daher in einem zweiten Schritt, welche Einsparpotenziale möglich sind, wenn bestehende Leerrohre des Kupfernetzes mitgenutzt werden können (Rohre und Kabelschächte anderer Infrastrukturträger, z.B. von Energieversorgern, betrachten sie aus Mangel an belastbaren Daten nicht). Die entscheidende Frage ist, wie viele solcher Rohre es überhaupt gibt. Die alten Kupferdoppeladern sind nämlich entweder als Erdkabel verlegt oder als Röhrenkabel. Nur im letzteren Fall sind sie in ein Rohr eingezogen, in dem eventuell noch Platz ist für weitere Kabel. Nur dann sind Kosteneinsparungen möglich: Laut Marktteilnehmern kostet es rund 180 Euro, wenn man einen Meter Glasfaser selbst eingeht, aber nur zwischen 80 Cent und 1,20 Euro, wenn man die Faser durch bestehende Leerrohre schießt.³⁹ Genaue Daten über den Anteil an Erd- und Röhrenkabeln im Kupfernetz liegen nicht vor. Die Autoren schätzen, dass zwischen HVt und KVz landesweit im Schnitt 30% des Kupfernetzes aus Röhrenkabeln bestehen, zwischen KVz und Kunden im Schnitt nur 10%.⁴⁰ In dünn besiedelten Regionen gehen sie davon aus, dass der Anteil an Röhrenkabeln sogar noch wesentlich geringer ist. Die Autoren schlussfolgern, dass die mögliche

len, im Schnitt aber nur 6,85 Euro. 38% der Befragten waren gar nicht dazu bereit (vgl. Hoffmann, 2010, S. 21).

³⁹ Vgl. Maier (2007).

⁴⁰ Der relativ höhere Anteil bestehender Leerrohre zwischen HVt und KVz steigert die Attraktivität von FTTC, da die Glasfaser ja hier nur bis zum KVz gelegt wird.

Mitnutzung bestehender Infrastruktur des alten Kupfernetzes die Ausbaukosten nur wenig senkt – gerade auf dem Land.⁴¹

Die Kosten für den Glasfaserausbau könnten zudem durch neue Verlegungsmethoden gesenkt werden. Zu denken ist beispielsweise an Techniken wie Mini-Trenching⁴² oder Hydro-Verfahren (Bohrspülungen), die schon teilweise erprobt werden und Einsparpotenziale von bis zu 30% der Tiefbauinvestitionen versprechen.⁴³

Bei Glasfaserkabeln ist davon auszugehen, dass sie als Röhrenkabel verlegt, also in eine Röhre eingezogen und nicht einfach in der Erde vergraben werden. Die Kosten für die Röhrenverkabelung sind zwar höher. Glasfaserstränge sind aber sensibler als Kupferdrähte gegenüber mechanischen Belastungen und brauchen daher mehr Schutz.⁴⁴ Zudem sind Wartung und Reparatur bei Röhrenverkabelung einfacher und weitere Unternehmen (Konkurrenten) könnten Kabel durch die Röhren ziehen – auf letzteren Punkt wird noch näher einzugehen sein. Auch Jay et al. nehmen in ihrer Studie an, dass Glasfaserkabel ausschließlich als Röhrenkabel verlegt werden.⁴⁵

3.2 TV-Kabel- und Mobilfunknetz

Über die Kosten beim Aufbau NGA-fähiger Kabel- und Mobilfunknetze liegen keine vergleichbaren Studien wie beim FTTx-Aufbau vor. Daher sollen im Folgenden nur kurz die jeweiligen Kostenkomponenten kurz umrissen werden:

- TV-Kabelnetz: Prinzipiell gilt hier vieles, was schon beim Telefon-Festnetz beschrieben wurde. Werden die Koaxial- durch Glasfaserkabel ersetzt, fallen hierbei Grabungskosten an, sofern keine Leerrohre zur Verfügung stehen. Allerdings hat das Kabelnetz den Kos-

⁴¹ Dieser Abschnitt folgt Jay et al. (2011), S. 39-41 und Jay et al. (2012), S. 51-55.

⁴² Beim Mini-Trenching werden die Kabel in geringer Tiefe verlegt (etwa 20 cm unter der Erde), in schmalen, meist aufgefrästen Gräben oder Schlitten. Trotz möglicher Kostensenkungspotenziale wird die Technik auch kritisch gesehen. Ein Argument der Gegner ist die verminderte Leitungssicherheit, da die Kabel nicht tief unter der Erde liegen (vgl. Kafka, 2012).

⁴³ Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 12-13. Noch stärker könnten die Kosten durch Luftverkabelung reduziert werden – bis zu 85%, wenn vorhandene Masten und Aufhängungen (des Strom- oder Telefonnetzes) mitgenutzt werden könnten. Diese Verlegungsmethode wird hierzulande aber kritisch betrachtet (vgl. ebd.). Nachteile von Luftkabeln sind z.B. ihre Witterungsanfälligkeit, aber auch die optische Sichtbarkeit für die Bevölkerung.

⁴⁴ Vgl. Wikipedia (a).

⁴⁵ Vgl. Jay et al. (2011), S. 21.

- tenvorteil, dass die Glasfaser aufgrund der Leistungsfähigkeit der hybriden HFC-Netze – verglichen mit den Festnetz-Lösungen – nicht so nah an den Kunden rücken muss, um analoge Leistungsparameter zu erreichen. Für die Aufrüstung auf neue DOCSIS-Standards sind keine Grabungsarbeiten nötig. Unterm Strich sind daher weniger Investitionen erforderlich, um die Kabelnetze zu Highspeed-Netzen auszubauen (relativ zu den FTTx-Lösungen des Telefonnetzes).⁴⁶ Sollte in einer Region hingegen ein gänzlich neues Kabelnetz aufgebaut werden (weil bislang ein solches dort nicht existiert), werden die Kosten vergleichbar mit denen des FTTB/H-Ausbaus sein. Tatsächlich konzentrieren sich die bestehenden Kabelnetze in Deutschland auf die Ballungsgebiete, in ländlichen Räumen gibt es meist keine.⁴⁷
- Mobilfunknetz: Unter den potenziellen NGA-Lösungen ist der Mobilfunk die kostengünstigste.⁴⁸ Kosten fallen an für den Erwerb der nötigen Funkfrequenzen, für Aufbau und Betrieb der Sendeanlagen sowie für die Anbindung letzterer an das Kernnetz. Die leitungsgebundene Anbindung per Glasfaser dürfte dabei teurer sein als die per Richtfunk, sofern Grabungsarbeiten nötig sind.

⁴⁶ Vgl. Vogelsang (2013), S. 26; Monopolkommission (2011), S. 84.

⁴⁷ Vgl. Fornefeld und Logen (2013), S. 10.

⁴⁸ Vgl. BLE (2014), S. 10.

4 Zwischenfazit und weitere Vorgehensweise I

Die Ausführungen zu Kosten und Rentabilität haben deutlich gemacht, dass der NGA-Ausbau eine gewaltige Herausforderung ist. Gerade in ländlichen Regionen ist seine Rentabilität ungewiss, weil dort die Bevölkerungsdichte gering und die Ausbaukosten hoch sind. Es ist daher davon auszugehen, dass ein rein privatwirtschaftlicher NGA-Ausbau unter den derzeitigen technologischen Bedingungen nicht flächendeckend in jeden Winkel des Landes erfolgen wird. Dies gilt in jedem Fall für die leitungsgebundenen Lösungen. Die günstigere Mobilfunklösung hingegen erreicht mit dem aktuellen 4G-Standard nicht flächendeckend NGA-Bandbreiten.

Wie kann in dieser Gemengelage der Staat auf den Plan treten, dessen Rolle beim Ausbau von NGA-Breitbandinfrastruktur in dieser Arbeit untersucht werden soll? Die Entscheidung gegen Investitionen aufgrund des Risikos ungewisser Rentabilität ist mitunter die Essenz unternehmerischen Handelns. Anders formuliert, gehört die unternehmerische Unsicherheit, im Erfolgsfall Gewinne und bei Scheitern Verluste zu erzielen, zum Wesenskern des Hayekschen „Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren“⁴⁹. Dieses Risiko begründet selbstverständlich kein staatliches Eingreifen. Im Gegenteil, solche Eingriffe kämen der „Anmaßung von Wissen“⁵⁰ gleich: Die im „Informations- und Allokationssystem Markt“⁵¹ organisierten Unternehmen verstehen selbst am besten – in jedem Fall besser als zentrale, staatliche Instanzen –, die im Wettbewerbsprozess entstandenen Informationen zu verarbeiten und zu deuten und darauf aufbauend Investitionsentscheidungen zu treffen. Finden dennoch staatliche Eingriffe rein auf der Basis statt, dass marktliche Akteure aufgrund des Risikos ungewisser Rentabilität nicht oder zu wenig investieren, entziehen sich diese Eingriffe ökonomischen Referenzkriterien und fußen auf außerökonomischen Gründen. Denn was „zu wenig“ heißt, wird marktexogen definiert. In der Regel von der Politik, die in ihrer Argumentation dann auf Versorgungsziele oder Verteilungsarrangements abzielt, die aus gesellschaftlicher Perspektive wünschenswert erscheinen.

Um diese Art staatlicher Eingriffe soll es in der vorliegenden Arbeit nicht gehen, nur in der Schlussbetrachtung wird nochmals kurz auf sie eingegangen. In dieser Arbeit geht es um ökonomisch gerechtfertigte

⁴⁹ Hayek (1969).

⁵⁰ Hayek (1975).

⁵¹ Roth (2014), S. 149.

Staatseingriffe, nicht um politisch gewollte. Legitimiert werden kann staatliches Handeln durch die Marktversagenstheorie, die im analytischen Teil B im Zentrum steht. Dabei geht es um Situationen, in denen der Marktprozess mit Friktionen behaftet ist, sodass das individuell rationale Verhalten der Marktteure zu kollektiv suboptimalen Ergebnissen (Ressourcenallokationen) führt – mehr dazu im nächsten Kapitel. In diesen Situationen ist es die originäre Rolle des Staates, die Marktfriktionen durch Setzung geeigneter Regeln zu beheben.⁵²

Im Folgenden Teil B wird daher in einem ersten Schritt (in Kapitel 5) analysiert, ob beim NGA-Ausbau in ländlichen Regionen Friktionen im Marktprozess bestehen (Marktversagenstatbestände), welche die unternehmerischen Investitionen in den Ausbau hemmen. Auch im zweiten Schritt (in Kapitel 6) wird es um Situationen gehen, in denen die Investitionsanreize aufgrund von Marktversagenssymptomen gedämpft werden. Diese Symptome resultieren aber nicht aus Friktionen im Marktprozess, sondern werden erst durch vor- oder nachgelagertes staatliches Handeln provoziert – es handelt sich tatsächlich also nicht um Markt-, sondern um Staatsversagen.

In Teil C werden die Rückschlüsse für die Rolle des Staates gezogen, die sich aus den Marktversagenstatbeständen und -symptomen ergeben. Dabei geht es um ökonomisch gebotene Maßnahmen und Regeln, die der Staat ergreifen kann, um die Rentabilität privater Investitionen zu erhöhen und den marktlichen NGA-Ausbau zu stärken und zu forcieren. Selbst ein vom Staat etablierter effizienter regulatorisch-rechtlicher Rahmen wird aber vermutlich nicht sicherstellen, dass ein NGA-Ausbau flächendeckend erfolgt, dafür ist die Rentabilität vielerorts zu ungewiss. Aber ein solcher Rahmen kann erstens die privaten Investitionen so weit wie möglich vorantreiben. Zweitens kann er, falls der Staat darüber hinaus auf außerökonomische, flächendeckende Versorgungsziele abzielt und dafür öffentliche Mittel aufwenden will, den staatlichen Finanzierungsbedarf zumindest reduzieren. Solche von ökonomischen Kriterien entkoppelten Staatseingriffe sind aber, wie dargestellt, nicht Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit.

⁵² Vgl. Roth (2014), S. 149.

Teil B: NGA-Ausbau in ländlichen Regionen und die Theorie des Marktversagens

5 Marktversagenstatbestände

Bevor verschiedene Tatbestände analysiert werden, soll noch kurz auf den theoretischen Hintergrund der Marktversagenstheorie eingegangen werden. Ihren Referenzrahmen bildet die paretianische Wohlfahrtsökonomik. Sehr knapp formuliert besagt letztere, dass unter der Annahme vollständiger Konkurrenz ein effizientes Wohlfahrtsoptimum erreicht wird, bei dem kein Individuum besser gestellt werden kann, ohne ein anderes schlechter zu stellen (Pareto-Kriterium).⁵³ Hier setzt die von Musgrave 1959 in „The Theory of Public Finance“ entwickelte Marktversagenstheorie an. Sie bietet ein analytisches Instrumentarium, um allokativen Kriterien für staatliche Interventionen herzuleiten. Wenn der Marktmechanismus nicht das pareto-effiziente Optimum hervorbringt, so die allgemeine Aussage, versagt er und es entsteht Raum für potenzielle Eingriffe (notwendige Bedingung). Daraus folgt aber kein Automatismus zum staatlichen Handeln.⁵⁴ Denn wird der Staat aktiv, ist unklar, ob er besser handelt als der Markt, ob sein Eingriff also zu einer Pareto-Verbesserung führt – das ist aber die hinreichende Bedingung. Möglich ist nämlich, dass auch staatliches Eingreifen zu allokativen Verfehlungen führt und dieses Staatsversagen im ungünstigsten Fall die marktlichen Friktionen negativ überkompenziert.⁵⁵ In Kapitel 6 wird, wie bereits angekündigt, zudem zu zeigen sein, dass es erst staatliches Handeln sein kann, welches Marktversagenssymptome überhaupt provoziert.

Im Folgenden werden nur die möglichen Marktversagenstatbestände analysiert, die sich auf den Ausbau von NGA-Breibandinfrastruktur anwenden lassen.⁵⁶ Dabei sind nicht alle Tatbestände explizit auf dünn besiedelte Regionen beschränkt. Dennoch müssen sie untersucht werden, da auch sie sich über negative Effekte auf die Investitionsrentabilität auf die Versorgungssituation in ländlichen Regionen auswirken. Bei allen Tatbeständen spielt die Frage nach den Effekten auf die Rentabili-

⁵³ Eine ausführliche Beschreibung der paretianischen Wohlfahrtsökonomik findet sich z.B. bei Fritsch (2011, S. 21-55).

⁵⁴ Auch deshalb nicht, weil die realen Marktverhältnisse nie zur Gänze der idealen Modellwelt der Wohlfahrtsökonomik entsprechen (können) – in der Literatur als Nirvana-Vergleich bekannt. Bei jeder Abweichung vom Modell staatliches Handeln zu fordern, wäre daher absurd (vgl. Fritsch, 2011, S. 57).

⁵⁵ Vgl. Momberg (2000), S. 89-90; Roth (2014), S. 149-150.

⁵⁶ Auf andere Ursachen für Marktversagen, z.B. Anpassungsmängel, wird nicht eingegangen.

tät und damit auf die Investitionsanreize eine große Rolle. Sie ist die Klammer, die den gesamten analytischen Teil B umspannt. Unter anderem werden die vom WIK identifizierten Faktoren „erzielbarer Marktanteil“ und „Zahlungsbereitschaft der Kunden“ (vgl. Kapitel 3.1) bei der Effektanalyse auf die Investitionsanreize ins Zentrum gerückt.

5.1 Natürliche Monopolie (Monopolistisches Bottleneck)

5.1.1 Grundlegende Argumentation

Eine stabile natürliche Monopolstellung ist – verglichen mit einem staatlich geschützten Monopol oder einem temporären Leistungsmonopol (das z.B. ein besonders innovatives Unternehmen innehat) – ein Marktversagenstatbestand. Ein natürliches Monopol zeichnet sich durch Subadditivität der Produktionskosten aus; d.h., dass ein Unternehmen die gesamte Nachfrage kostengünstiger bedienen kann als mehrere. Verantwortlich sind die in vielen Netzindustrien typischen hohen Fixkosten (relativ zu den variablen Kosten), die bedeutende Größe- bzw. Dichtevorteile implizieren.⁵⁷

Die entscheidende Frage ist, ob ein solches natürliches Monopol stabil bzw. resistent ist. Baumol, Panzar und Willig postulieren in ihrer Theorie der angreifbaren Märkte, dass natürliche Monopole durch den potenziellen Markteintritt von Newcomern diszipliniert werden könnten.⁵⁸ Nur wenn Marktzutrittsschranken bestünden, sei die Marktmacht stabil und damit ein staatlicher Eingriff zur Regulierung des Monopols nötig. Hohe irreversible (versunkene) Kosten, wiederum typisch für viele Netzindustrien, stellen solche Zutrittsschranken dar. Sie sind dann hoch, wenn die eingesetzten Produktionsfaktoren nicht in anderer Weise wiederverwendet oder weiterverkauft werden können (oder nur in geringem Maße). Für den natürlichen Monopolisten (auch etablierter Anbieter oder Incumbent genannt) sind diese Kosten, wenn sie einmal getätigten wurden, nicht mehr entscheidungsrelevant; sehr wohl aber für einen potenziellen Newcomer. Falls ein Newcomer den Markt bestreiten sollte, wäre es für den etablierten Anbieter rational, auch bei einem Preis weiter zu produzieren, der gerade noch seine variablen Kosten deckt – aber nicht mehr die Kosten für die versunkenen Investitionen. Das öffnet Raum für strategisches Verhalten: Der In-

⁵⁷ Vgl. Roth (2014), S. 185; Knieps (2013), S. 7.

⁵⁸ Vgl. Baumol et al. (1982).

cumbent kann glaubwürdig androhen, den Preis unter die Profitabilitätsschwelle eines potenziellen Newcomers zu drücken.⁵⁹

Knieps argumentiert daher, dass stabile Marktmacht des etablierten Anbieters nur bei Kombination von natürlichem Monopol (Größenvorteilen) und irreversiblen Kosten zu erwarten ist. Eine solche Situation bezeichnet er als monopolistisches Bottleneck. In einer solchen Situation existiert erstens kein aktives Substitut zur Einrichtung des etablierten Anbieters (aufgrund des natürlichen Monopolcharakters); letztere ist damit unabdingbar, um den Kunden zu erreichen. Zweitens gibt es kein potenzielles Substitut, da die Einrichtung nicht mit adäquatem Mittelaufwand dupliziert werden kann (aufgrund der irreversiblen Kosten).⁶⁰

Das Dilemma dieser monopolistischen Bottleneck-Situation ist, dass sie einerseits aus Gründen der Kosteneffizienz erwünscht ist (denn zwei Unternehmen würden zu höheren Kosten produzieren und damit mehr knappe Ressourcen binden). Andererseits führt sie zu Fehlallokationen, da der gewinnmaximierende Monopolist eine ineffiziente Outputmenge (zu Monopolpreisen) wählt, die unter der wohlfahrtsoptimalen Menge liegt. In dieser Situation ist staatliches Eingreifen in Form der Regulierung nötig.⁶¹ Entscheidend dabei ist, nur die Bereiche eines Gutes oder einer Einrichtung zu identifizieren, die tatsächlich monopolistischen Bottleneck-Charakter haben (disaggregierter Regulierungsansatz). Für die Regulierung verbleibender Bottleneck-Bereiche sind zwei Instrumente zentral. Zum einen werden die Monopolisten dazu verpflichtet, interessierten Wettbewerbern offen und diskriminierungsfrei Zugang zu den Bottleneck-Ressourcen zu gewähren. Zum anderen werden die Preise (Entgelte) reguliert, welche die Wettbewerber für den Zugang leisten müssen. Auf die Feinheiten der Entgeltberechnung wird in dieser Arbeit nicht eingegangen. Prinzipiell ist es das Ziel der Regulierungsbehörde, die Entgelte für die Zugangsleistungen (auch Vorleistungen genannt) an dem Preis zu orientieren, der sich im Wettbewerb einstellen würde (Als-ob-Wettbewerbspreis).⁶² Dies ist ein in

⁵⁹ Vgl. Knieps (2007), S. 155; Aubin (2013), S. 84-85.

⁶⁰ Vgl. Knieps (2007), S. 155.

⁶¹ Vgl. Roth (2014), S. 179-187; Momberg (2000), S. 101-103. Theoretisch könnte der Staat das Monopol auch selbst betreiben und das betreffende Gut anbieten. Ein privater Betrieb unter staatlicher Regulierung ist aber vorzugswürdig (vgl. Roth, 2014, S. 187).

⁶² Vgl. Roth (2014), S. 187-188; Knieps (2013), S. 6; BNetzA (2017a), S. 7-8. Die Entgeltregulierung betrifft also primär die Preise für die Zugangsleistungen und sekundär die Endnutzerpreise. Letztlich sind aber beide miteinander verbunden: Wenn z.B. die Vorleistungsentgelte zu hoch sind, können Wett-

der Praxis schwieriges Unterfangen, weil mehrere Ziele in Konflikt zueinander stehen. In einem späteren Kapitel wird vor allem zu zeigen sein, dass zu niedrige Entgelte für den Zugang zu modernen NGA-Netzen (die zwar gut für den Wettbewerb sind) möglicherweise Investitionsrisiken nicht adäquat berücksichtigen und sich somit negativ auf die Investitionsanreize potenziell ausbauwilliger Unternehmen auswirken.

5.1.2 Bottleneck-Analyse von Netzinfrastruktur in dünn besiedelten Regionen

Die folgende Analyse erfolgt in drei Schritten. In einem ersten Schritt wird untersucht, ob das traditionelle, nicht-NGA-fähige kupferbasierte Festnetz in ländlichen Räumen ein monopolistisches Bottleneck darstellt. In einem zweiten Schritt wird untersucht, ob es sich bei modernen NGA-fähigen Zugangsnetzen in dünn besiedelten Regionen um monopolistische Bottlenecks handelt. Falls letzteres zutrifft, ist der erste Gedanke, dass die Gebiete eigentlich recht attraktiv für einen NGA-Ausbau sein sollten, da sie prinzipiell Monopolrenten versprechen.⁶³ In einem dritten Schritt werden die beiden Bottleneck-Untersuchungen zusammengeführt. Eine der Fragen dabei ist, ob eine existierende Monopolstellung aus der traditionellen nicht-NGA-fähigen Zugangswelt den Ausbau moderner NGA-Netze in dünn besiedelten Regionen verzögert. Wenn in der alten Welt eine Bottleneck-Situation festgestellt werden kann, ist die Vermutung, dass der Incumbent (in Deutschland ist das die Deutsche Telekom) Startvorteile beim NGA-Ausbau hat, die er strategisch nutzen kann.

Bei der Analyse geht es nur um die lokalen Zugangsnetze („letzte Meile“), nicht um die überregionalen Backbones.⁶⁴ Die lokalen Zugangsnetze werden dabei gemäß dem disaggregierten Ansatz auf Bottleneck-

bewerber auf den nachgelagerten Endkundenmärkten keine wettbewerbsfähigen Preise anbieten – und sehen unter Umständen von einem Markteintritt ab (vgl. BNetzA (b); BNetzA, 2017, S. 8).

⁶³ Allerdings ist, wie dargestellt, mit einer staatlichen Regulierung zu rechnen, welche die Monopolrenten zusammenschmelzen lässt – wie stark, hängt von der Höhe der Entgelte ab. Wenn dies von den Unternehmen antizipiert wird, reduziert sich die Attraktivität des NGA-Ausbaus. Wie beschrieben, wird auf diese reduzierten Investitionsanreize in Folge nachgelagerter Regulierung noch einzugehen sein.

⁶⁴ Letztere stellen ohnehin seit der Liberalisierung des Telekommunikationssektors und den mit ihr einhergehenden Investitionen diverser Netzbetreiber in alternative Backbone-Infrastrukturen keine monopolistischen Bottlenecks mehr dar (vgl. Knieps, 2013, S. 8).

Bereiche abgeklopft. Diese Bereiche sind, wie beschrieben, dadurch gekennzeichnet, dass kein aktives oder potenzielles Substitut zu ihnen besteht; d.h., kein Wettbewerber kann sie zu ökonomisch sinnvollen Bedingungen replizieren. Ausgangspunkt der Analyse ist die Telefon-Festnetzinfrastruktur. Prinzipiell können aber auch TV-Kabel- oder Mobilfunknetze Substitute darstellen.

5.1.2.1 Traditionelles Festnetz

Bevor der Internetzugang über das TV-Kabelnetz und den Mobilfunk möglich wurde, war die telefonische Festnetzinfrastruktur das alleinige Zugangstor zum weltweiten Netz. Doch auch heute noch werden fast 80% der stationären Breitbandanschlüsse über das Festnetz geschaltet.⁶⁵

Die traditionelle Festnetzinfrastruktur besteht auf der „letzten Meile“ ausschließlich aus Kupferdoppeladern, vom HVt bis zum Endkunden. In der schmalbandigen Welt war damit über ein Modem bzw. einen ISDN-Anschluss nur Surfen mit maximal 56 bzw. 64 Kbit/s möglich. Mittels so genannter DSL-Technik (Digital Subscriber Line) können heutzutage über die Kupferleitungen auch Daten mit hohen Bandbreiten gesendet und empfangen werden, abhängig von der Länge der Leitung sind bis zu 16 Mbit/s drin (aber keine NGA-Übertragungsraten).⁶⁶ Je länger die „letzte Meile“, desto geringer sind wegen der Dämpfungseigenschaften von Kupfer die möglichen Geschwindigkeiten. Nötig für eine DSL-Verbindung sind ein DSL-Modem beim Kunden und aktive Infrastruktur in Form eines DSLAM im HVt (vgl. Kapitel 2.2 und 2.3).

Für ein monopolistisches Bottleneck müssen die Bedingungen Subadditivität (natürliches Monopol) und Irreversibilität erfüllt sein. Sind sie das bei DSL-Anschlüssen über das Kupfernetz? Bei allen leitungsgebundenen Zugangsnetzen fallen die meisten Kosten für das Verlegen der Kabel an, d.h. für die Grabungsarbeiten. In Kapitel 3.1 wurde dies bereits für die FITx-Technologien dargestellt. Und auch bei Kupfernetzen ist dies nicht anders. Die Verlegungskosten stellen einen enormen Fixkostenblock dar, der wiederum den größten Teil der gesamten Netzkosten ausmacht. Aus offenkundigen Gründen sind die Verlegungskosten besonders in ländlichen Regionen hoch. Aufgrund der geringeren Besiedlungsdichte braucht es hier mehr Grabungsarbeiten und Kabel als in Städten, um eine gleiche Anzahl Haushalte anzu-

⁶⁵ Vgl. VATM (2016), S. 16.

⁶⁶ Vgl. toplink GmbH.

schließen (in Kapitel 3.1 wurde für die FTTx-Technologien gezeigt, wie stark die Kosten von der Besiedlungsdichte abhängen). Aufgrund der gewaltigen für den Netzausbau nötigen Fixkosten ist es in ländlichen Regionen kostengünstiger, weitere Nutzer in ein bestehendes Kupfernetz zu integrieren, als ein zweites paralleles Netz aufzubauen. Eine Replizierung des bestehenden Anschlussnetzes durch einen weiteren Betreiber würde zu einer ineffizienten Duplizierung der Fixkosten führen, knappe Ressourcen würden verschwendet. Es liegt Subadditivität und damit ein regional abgegrenztes natürliches Monopol vor.⁶⁷

Die Kosten für das Verlegen der Kupferkabel sind zudem irreversibel. Es ergibt wenig Sinn, einmal verlegte Kabel bei einer Stilllegung des Netzes wieder auszugraben, um sie einer anderen Verwendung zuzuführen.⁶⁸ Der Zugang zum Kunden ist im traditionellen kupferbasier-ten Festnetz somit ein monopolistischer Bottleneck-Bereich. Das macht eine staatliche Regulierung nötig, die Wettbewerbern des Bottleneck-Inhabers, also des Incumbents, offenen und diskriminierungsfreien Zugang gewährt. Die Frage ist, zu welchen Netzkomponenten der Zugang garantiert werden muss? Wenn die bestehenden Kupferkabel vom HVt bis zum Kunden durch Rohre verliefern, in denen noch Platz für weitere Kabel wäre, würde im Prinzip der Zugang zu diesen Rohren ausreichen; andere Anbieter könnten durch diese ihre eigenen Kabel ziehen, ohne selbst Grabungskosten aufbringen zu müssen. Wie in Kapitel 3.1 aber dargestellt wurde, ist der Anteil an Röhrenverkabelung im Kupfernetz vor allem in ländlichen Regionen sehr gering; es überwiegt eindeutig die Erdverkabelung. Wettbewerbern muss daher – gegen ein vom Regulierer festgesetztes Entgelt – der Zugang zu den existierenden Kupferkabeln selbst garantiert werden, damit sie Kunden eigene Angebote machen können. Dafür gibt es zwei Optionen, die regulatorisch ausgestaltet werden können. Mit der ersten bekommen Wettbewerber direkten Zugriff auf die Kupferdoppelader, auf den „blanken Draht“. Diese Praxis wird Entbündelung genannt und ermöglicht den alternativen Anbietern, die Kupferader des Incumbents mit dem eigenen Netz zu verbinden und auf dieser Basis die Kunden direkt mit eigenen Leistungen zu versorgen. Dabei statthen auch die alternativen Anbieter den HVt mit einem eigenen DSLAM aus, das die Daten konzentriert und ins Kernnetz weiterleitet.⁶⁹ Die zweite Option

⁶⁷ Dieser Abschnitt folgt Gabelmann (2001), S. 2-3 und RTR (2007), S. 27.

⁶⁸ Vgl. RTR (2007), S. 26.

⁶⁹ Diese netzseitigen Modems zeichnen sich nicht durch irreversible Kosten aus, parallele Investitionen in sie stellen keine ineffiziente Kostenduplizierung dar (vgl. Knieps, 2013, S. 12).

ist der so genannte Bitstromzugang. Dabei haben Wettbewerber keinen direkten Zugriff auf die „letzte Meile“, sie übernehmen nur den Datenstrom, den der Incumbent ihnen am Hvt überlässt. Im Grunde verkaufen sie nur die Leistungen des Incumbents weiter und haben dadurch weniger Möglichkeiten, ihre Leistungen und Produkte für die Kunden individuell auszustalten.⁷⁰

Bis hierhin wurden mögliche Substitute durch das TV-Kabelnetz und den Mobilfunk ausgeklammert. Gerade die TV-Kabelnetzbetreiber haben sich in den vergangenen Jahren zu beachtlichen Playern im Breitbandmarkt entwickelt, ihr Marktanteil an den in Deutschland geschalteten stationären Breitbandanschlüssen wächst kontinuierlich, von 18,1% (2013) auf 22,8% (2016).⁷¹ Rund 70% der deutschen Haushalte (28 Mio.) sind über Kabelanschlüsse erreichbar, allerdings sind noch nicht alle dieser Anschlüsse internetfähig.⁷² In Sachen Übertragungsrate sind die TV-Breitbandkabel den DSL-Anschlüssen überlegen; sie erreichen in der Regel NGA-Geschwindigkeiten – mehr dazu im nächsten Kapitel, wenn moderne NGA-Netze auf Bottleneck-Bereiche hin untersucht werden. Das Problem: Die Kabelnetze in Deutschland konzentrieren sich auf die Ballungsgebiete, in ländlichen Räumen gibt es meist keine (oder sie sind dort nicht internetfähig).⁷³ In dünn besiedelten Regionen kommen die TV-Kabelnetze also in der Regel nicht als Substitut zu DSL-Anschlüssen über das Kupfernetz in Frage.

Die Frage, ob der Mobilfunk ein geeignetes Substitut darstellt, interessiert an dieser Stelle nicht. Hier reicht die Feststellung: Die Kupferkabel des traditionellen Festnetzes sind in ländlichen Regionen in der Regel eine monopolistische Bottleneck-Ressource, um Kunden mit *leistungsbundenem* Internet zu erreichen. Diese Feststellung ist eine statische: In vielen ländlichen Regionen Deutschlands stellt sie den Status quo dar; der leistungsbasierte Internetzugang ist dort nur über das traditionelle (gänzlich kupferbasierte) Festnetz möglich, eine leistungsfähigere Infrastruktur existiert nicht.

Im nächsten Kapitel wird die Analyse um eine weitere statische Be trachtung erweitert. Es wird untersucht, ob es sich bei modernen NGA-Netzen in dünn besiedelten Regionen – dort, wo es sie schon gibt – um Bottlenecks handelt bzw. handeln würde, falls sie in bislang unver-

⁷⁰ Vgl. Hessler (2015), S. 246.

⁷¹ Vgl. VATM (2016), S. 16.

⁷² 2011 waren 60% der deutschen Haushalte über einen internetfähigen (da rückkanalfähigen) Kabelanschluss erreichbar (vgl. ANGA, 2011, S. 6.).

⁷³ Vgl. Fornefeld und Logen (2013), S. 10.

sorgten NGA-Gebieten neu aufgebaut werden sollten. Statisch, weil der Prozess, der zum Ausbau der neuen Infrastruktur führt, noch nicht betrachtet wird. Diese dynamische Perspektive wird im darauf folgenden dritten und letzten Teil der Bottleneck-Analyse eingenommen. Dabei wird analysiert, welche Effekte die beiden zuvor konstatierten statischen Bottleneck-Ergebnisse auf die Ausbaudynamik haben könnten; d.h. auf die Anreize der Marktteilnehmer, in NGA-Netze zu investieren.

5.1.2.2 NGA-Netze

Ausgangspunkt der Analyse ist wiederum das Telefon-Festnetz. Dabei geht es um die Frage, ob es bei NGA-Zugängen über FTTC bzw. FTTB/H in ländlichen Regionen Bottleneck-Bereiche gibt, die nicht zu ökonomisch sinnvollen Bedingungen repliziert werden können. Bei der Bottleneck-Analyse dieses *intramodalen* Wettbewerbs auf der Telefon-Festnetzinfrastruktur werden mögliche Substitute durch das TV-Kabelnetz oder den Mobilfunk zunächst wieder ausgeklammert. Die Analyse dieses *intermodalen* Infrastrukturwettbewerbs erfolgt in einem zweiten Schritt.

5.1.2.2.1 Intramodaler Infrastrukturwettbewerb

Allen festnetzbasierten NGA-Zugangstechnologien ist gemein, dass auf der „letzten Meile“ die Kupferdoppelader zumindest teilweise durch Glasfaser ersetzt wird. Wie wirkt sich das auf die Bottleneck-Analyse aus? Zunächst wird diese Frage für die FTTC-Lösung untersucht. Sie bietet hierzulande mittels VDSL/Vectoring für 15,6% der ländlichen Gemeinden NGA-Bandbreiten mit mindestens 50 Mbit/s (zum Vergleich: für 35,3% der städtischen Gemeinden sind mindestens 50 Mbit/s über VDSL/Vectoring verfügbar; Stand: Mitte 2016).⁷⁴

Bei FTTC ist es weiter eine Kupferdoppelader, die den letzten Abschnitt vom KVz bis zum Endkunden verbindet. Auch bei FTTC sind, wenig überraschend, hohe und irreversible Fixkosten für das Verlegen der Kabel von großer Relevanz. Für den Besitzer des bestehenden Kupfernetzes fallen Grabungskosten nur für die Verlegung der Glasfaser vom HVt bis zum KVz an – es sei denn, in diesem Abschnitt sind die alten Kupferadern durch Röhren gezogen, in denen noch Platz für Glasfaserkabel ist. Zwar ist in diesem Abschnitt der Anteil an Kupfer-Röhrenverkabelung höher als im verbleibenden Abschnitt zwischen KVz und Kunden. Dennoch überwiegt, wie in Kapitel 3.1 beschrieben,

⁷⁴ Vgl. TÜV Rheinland (2016b), S. 9.

auch hier die Erdverkabelung, gerade in ländlichen Regionen.⁷⁵ Grabungsarbeiten sind also in aller Regel nötig. Alle anderen Anbieter als der Incumbent aus der traditionellen Festnetzwelt müssten zudem den verbleibenden Kupferabschnitt neu anlegen, wenn sie eine komplett eigenständige FTTC-Strategie (ohne Inanspruchnahme von Infrastruktur des Kupfer-Incumbents) fahren wollten – wiederum inklusive Grabungsarbeiten, da es so gut wie keine Röhren des alten Kupfernetzes gibt, die genutzt werden können. Auf den letzten Metern zum Kunden sind die Grabungsarbeiten (und die Arbeiten zur Wiederherstellung der Oberfläche) oft besonders aufwändig und teuer, da der Abschnitt durch Wohngebiete führt.⁷⁶

Eine FTTC-Strategie ist für Anbieter umso attraktiver, je mehr Haushalte sie über einen mit Glasfaser erschlossenen KVz erreichen können. In dünn besiedelten Regionen aber sind sehr viel weniger Haushalte und damit potenzielle Kunden an einen KVz angeschlossen als in dicht besiedelten Städten. Ergo, die Stückkosten pro FTTC-Anschluss sind auf dem Land höher als in der Stadt (wie auch die in Kapitel 3.1 vorgestellte Studie von Doose et al. zeigt).⁷⁷

Was folgt aus den bisherigen Ausführungen für die Bottleneck-Analyse? In vielerlei Hinsicht gilt weiter das, was im vorherigen Kapitel hinsichtlich des traditionellen Festnetzes festgestellt wurde. Jedoch muss die Betrachtung an dieser Stelle nuancierter erfolgen und zwischen zwei Abschnitten unterschieden werden. Der erste ist der Glasfaserabschnitt zwischen HVt und KVz. Erfolgt ein FTTC-Ausbau durch einen First Mover, ist (wie in Kapitel 3.1 beschrieben) davon auszugehen, dass dieser die Glasfaser bis zum KVz durch Röhren legt, in die ein Second Mover eigene Kabel einziehen könnte. Es wäre in aller Regel eine ineffiziente Ressourcenverschwendug und Fixkostenduplizierung, wenn der Second Mover parallele Kabelrohranlagen bauen würde.⁷⁸ Vor allem in ländlichen Regionen ergibt es keinen Sinn, KVz unter hohem Mittelaufwand mit parallelen Röhren zu erschließen, weil mit den KVz vergleichsweise wenige Haushalte erreicht werden können und damit das Erlöspotenzial entsprechend gering ist. Das Kriterium der Subadditivität ist damit erfüllt. Die Kosten für das Verlegen der Kabelrohranlagen sind zudem irreversibel (sie mit hohem Mittelaufwand wieder auszubuddeln, macht keinen Sinn), damit stellen diese eine monopolistische Bottleneck-Ressource dar. Nicht gilt dies jedoch

⁷⁵ Vgl. Jay et al. (2011), S. 40.

⁷⁶ Vgl. RTR (2007), S. 26-28.

⁷⁷ Vgl. Czernich und Falck (2009), S. 10.

⁷⁸ Vgl. Knieps (2013), S. 12.

für die Glasfaserkabel des First Movers, da ein zweiter Anbieter seine eigenen Kabel durch die bestehenden Röhren schießen kann. Die Investitionen in die Glasfaserkabel an sich sind nicht primär verantwortlich für die hohen Fixkosten beim Ausbau (verantwortlich sind vor allem die Grabungsarbeiten) und auch nicht irreversibel; es ist durchaus möglich, die Glasfaserkabel wieder aus den Röhren zu ziehen und weiter zu verkaufen.

Für den verbleibenden Kupferabschnitt zwischen KVz und Endkunden gilt weiterhin das Analyseergebnis aus Kapitel 5.1.2.1: Die bestehenden Kupferkabel des Incumbents an sich sind eine Bottleneck-Ressource, da sie in ländlichen Regionen so gut wie immer als Erdkabel verlegt sind. Die Replizierung des Kupferabschnitts würde für einen zweiten Anbieter bei FTTC wirtschaftlich keinen Sinn ergeben. Wie beschrieben, sind die Grabungsarbeiten auf den letzten Metern zum Kunden oft besonders aufwändig und teuer. Wenn diese Arbeiten aber schon getätigigt werden, ist es für einen Anbieter, der schon den KVz mit Glasfaser erschlossen hat, weitaus sinnvoller, statt Kupferkabel auch im letzten Abschnitt direkt leistungsfähigere Glasfaserkabel zu verlegen.⁷⁹

Was folgt aus der Bottleneck-Analyse für die staatliche Regulierung in Bezug auf FTTC? Im Abschnitt zwischen HVt und KVz genügt es, Wettbewerbern offenen und diskriminierungsfreien Zugang zu den Kabelrohrranlagen des First Movers zu garantieren.⁸⁰ Für den Abschnitt zwischen KVz und Endkunden, der dem Kupfer-Incumbent gehört, ist es hingegen erforderlich, den Zugang zu den verbleibenden Kupferkabeln selbst zu gewähren. Hierfür gibt es grundsätzlich, wie in Kapitel 5.1.2.1 erläutert, zwei Optionen: die Entbündelung und den Bitstromzugang. Allerdings gibt es bei FTTC technische Besonderheiten zu beachten. Um NGA-Geschwindigkeiten erreichen zu können, muss der verbleibende Kupferabschnitt mittels VDSL/Vectoring-Technologien optimiert werden. VDSL/Vectoring erlaubt höhere Übertragungsraten über Kupfer, da – einfach ausgedrückt – die Störungen reduziert werden, die zwischen benachbarten Kupferdoppeladern auf dem Weg in die Haushalte auftreten. Dies ist aber nach aktuellem Stand der Technik nur möglich, wenn ein einziges Unternehmen direkten Zugriff auf

⁷⁹ Vgl. Hessler (2015), S. 252.

⁸⁰ Unter Umständen ist gar keine regulatorische Zugangsverpflichtung nötig, wenn es in diesem Abschnitt alternative Rohre oder Kabelschächte anderer Infrastrukturträger gibt (z.B. von Energieversorgern), die auch für Glasfaserkabel genutzt werden könnten (vgl. Knieps, 2013, S. 12). In welchem Maße es solche alternative Infrastruktur in dünn besiedelten Regionen gibt – ob überhaupt – ist jedoch nicht belastbar festzustellen (vgl. Jay et al., 2011, S. 39).

alle Kupferdoppeladern am KVz hat.⁸¹ Für den Zugang am KVz gibt es daher zwei Szenarien. Im ersten Szenario hat der Incumbent einen KVz mit Glasfaser erschlossen und nutzt den Zugriff auf seine Kupferdoppeladern für VDSL/Vectoring. In diesem Fall entfällt die Option der Entbündelung; d.h., alternative Anbieter können keinen Zugriff auf den „blanken Draht“ haben, es bleibt nur der Bitstromzugang.⁸² Im zweiten Szenario kommt ein Wettbewerber dem Incumbent bei der Erschließung eines KVz mit Glasfaser zuvor. In diesem Fall kann der Wettbewerber die entbündelten Kupferkabel vom Incumbent anmieten (gegen ein regulatorisch festgelegtes Entgelt) und den KVz selbst mit VDSL/Vectoring-Technik aufrüsten.⁸³

Zum Schluss dieses Kapitels werden FTTB/H-Lösungen auf Bottleneck-Bereiche untersucht. Diese Varianten, bei denen die Glasfaserkabel bis ins Gebäude bzw. bis in die Wohnung verlegt werden, sind für 1,7% der ländlichen Gemeinden in Deutschland verfügbar (zum Vergleich: sie sind für 11% der städtischen Gemeinden verfügbar; Stand: Mitte 2016).⁸⁴

Die Analyse für FTTB/H knüpft an die für FTTC an. Für die neu in Röhren verlegten Glasfaserstränge gilt weiter das bei FTTC zwischen HVt und KVz festgestellte Ergebnis: Die Kabelrohranlagen stellen eine monopolistische Bottleneck-Ressource dar, zu denen ein offener und diskriminierungsfreier Zugang gewährt werden muss. Dieser Glasfaserabschnitt ist bei FTTB/H schlicht länger als bei FTTC, er verläuft bis zum Gebäude. Ab dort muss unterschieden werden. Bei FTTB wird die Glasfaser bis zum EVz im Gebäude verlegt, also in der Regel bis in den Keller eines Mehrfamilienhauses. Im Gebäude werden die vorhandenen Kupferkabel genutzt, um die Signale in die einzelnen Wohnungen zu übertragen – wenn die Kabel technisch dazu geeignet sind. In diesem Fall ist die kupferbasierte Hausverkabelung, die im Besitz des Incumbents ist, eine Bottleneck-Ressource. Ihre Duplizierung – oft verbunden mit aufwändigen Bohr- und Verlegungsarbeiten im Gebäude – ist erstens ökonomisch nicht sinnvoll und dürfte zweitens durch den

⁸¹ Vgl. BNetzA (2016).

⁸² Als weitere Zugangsalternative soll nach dem Willen der BNetzA künftig ein so genanntes virtuell entbündeltes Zugangsprodukt (VULA) angeboten werden. Dabei handelt es sich im Prinzip weiter um einen Bitstromzugang, allerdings soll dieser je nach technischer Ausgestaltung dem entbündelten Zugriff auf die TAL sehr nahe kommen (vgl. BNetzA, 2016).

⁸³ Für alle anderen Anbieter verbleibt anschließend wieder nur der Bitstromzugang.

⁸⁴ Vgl. TÜV Rheinland (2016b), S. 9.

Hauseigentümer nicht erlaubt werden. Damit ist ein regulatorisch sichergestellter Zugang zur Hausverkabelung nötig.⁸⁵ Sind die vorhandenen Kupferkabel im Haus nicht geeignet, ist davon auszugehen, dass statt neuer Kupferkabel direkt leistungsfähigere Glasfaserkabel auch im Gebäude verlegt werden. Damit handelt es sich um FTTH, also Glasfaser bis in die Wohnung. Bei in dünn besiedelten Regionen häufig anzutreffenden Einfamilienhäusern ist FTTH sowieso die Regel. Bei FTTH ist der Zugang zu bzw. die Existenz solcher baulicher Infrastruktur kritisch, die für das Verlegen der Glasfaser im Gebäude nötig ist (Rohre, Schächte usw.).⁸⁶ Diese Infrastruktur ist aber nicht im Besitz eines Unternehmens, das Marktmacht ausüben könnte und daher reguliert werden müsste, sondern im Besitz des Gebäudeeigentümers.

5.1.2.2.2 Intermodaler Infrastrukturdienstleistungen

Bislang wurden mögliche Substitute zu den festnetzbasierten NGA-Lösungen durch das TV-Kabelnetz oder den Mobilfunk ausgeklammert. Diese werden nun im Folgenden berücksichtigt. Die Frage ist, ob sich die bis hierhin festgestellten Bottleneck-Resultate für die festnetzbasierten NGA-Netze in dünn besiedelten Regionen und die mit ihnen einhergehenden regulatorischen Erfordernisse ändern, wenn auch der intermodale Wettbewerb mit in die Analyse einbezogen wird.

Wie in Kapitel 2.2 ausgeführt, ist es ein wesentliches Merkmal der modernen NGN-Architektur, dass alle Kommunikations- und Datendiensste über das Internet mit der universellen IP-Technik übertragen werden. Diese Technik erlaubt den Transfer derselben Datenpakete über verschiedene Netzinfrastrukturen.⁸⁷ Prinzipiell ist hierdurch stärkerer intermodaler Wettbewerb zu erwarten⁸⁸: Über ehemals reine Telefonnetze und ehemals reine TV-Kabelnetze z.B. können mittlerweile fast identische Dienste (jeweils Telefon, Fernsehen und Internet) angeboten werden.⁸⁹

85 Vgl. Elixmann et al. (2008a), S. 7.

86 Vgl. Elixmann et al. (2008a), S. 7.

87 Vgl. Aubin (2013), S. 242.

88 Vgl. Elixmann, Kühlung, Marcus, Neumann, Plückebaum und Vogelsang (2008b), S. 2.

89 Das heißt aber nicht, dass diese Netze künftig in einer einzigen monopolistischen Infrastruktur aufgehen werden. Denn, wie Vogelsang (2013, S. 3) ausführt: „While there could in principle evolve a single natural monopoly network, the presence of sunk costs and the associated path dependence have in a number of countries led to network duplication and therefore to true facilities-based competition [...].“

Zunächst werden die *TV-Kabelnetze* betrachtet. Aus technischer Perspektive eignen sie sich definitiv als Substitut zu den NGA-Festnetzlösungen. In den vergangenen Jahren sind fast alle Kabelnetze sukzessive auf den Standard DOCSIS 3.0 aufgerüstet worden (mit dem Bandbreiten bis zu 400 Mbit/s möglich sind). Für 63,5% der deutschen Haushalte ist mittlerweile ein Breitbandzugang über Kabel mit mindestens 50 Mbit/s verfügbar. Zum Vergleich: VDSL/Vectoring-Technologien mit dieser Geschwindigkeit sind nur für 28,3% der Haushalte verfügbar (FTTB/H für 7,1%; Stand: Mitte 2016).⁹⁰ Ab 2017 wollen die Kabelnetzbetreiber zudem den gigabitfähigen Standard DOCSIS 3.1 implementieren. Damit sind die Kabelnetze auf Dauer wettbewerbsfähig gegenüber FTTB/H-Netzen. DOCSIS 3.1 soll in Deutschland bis 2025 für die rund 70% über Kabel erreichbaren Haushalte ausgerollt werden.⁹¹ Gegenüber der Festnetz-Konkurrenz besitzen TV-Kabelanbieter zudem zwei strukturelle Vorteile. Erstens den in Kapitel 3.2 erläuterten Kostenvorteil beim Ausbau der Netze zu Highspeed-Netzen. Zweitens das in Deutschland geltende Nebenkostenprivileg. Gemeint ist, dass der TV-Kabelanschluss hierzulande meistens über die Mietnebenkosten abgerechnet wird. Obwohl Zusatzdienste wie Internet separat gezahlt werden, resultieren so verzerrende Effekte auf den Wettbewerb. Die Kabelanbieter können den Kunden z.B. besonders günstige Bündelangebote (TV, Internet, Telefonie) machen, da letztere den Kabelanschluss für den TV-Empfang ohnehin zahlen müssen.⁹²

Wie nun aber schon mehrfach thematisiert wurde, konzentrieren sich die vorhandenen TV-Kabelnetze in Deutschland auf dichter besiedelte Regionen. Ein Blick auf die Verfügbarkeitsstatistik verdeutlicht das. Während für 81,8% der städtischen Gemeinden eine Geschwindigkeit von mindestens 50 Mbit/s über Kabel verfügbar ist, gilt dies nur für 14,9% der ländlichen Gemeinden (Stand: Mitte 2016).⁹³ In manchen ländlichen Regionen mag es sein, dass es zwar Kabelnetze gibt, diese aber noch nicht für schnelles Internet, das mindestens 50 Mbit/s ermöglicht, aufgerüstet worden sind (oder sie sind noch überhaupt nicht internetfähig). In diesen Regionen ist davon auszugehen, dass die Kabelanbieter die technische Aufrüstung der Netze in absehbarer Zeit vornehmen. In der großen Mehrheit der dünn besiedelten Regionen aber existieren keine Kabelnetze und die Kabelanbieter verfolgen der-

⁹⁰ Vgl. TÜV Rheinland (2016b), S. 7.

⁹¹ Vgl. ANGA (2016b), S.10.

⁹² Vgl. Monopolkommission (2011), S. 84.

⁹³ Vgl. TÜV Rheinland (2016b), S. 9.

zeit keine Pläne, komplett neue Netze in diesen bislang unerschlossenen Gebieten aufzubauen.⁹⁴

Aus der Analyse bis hierhin lassen sich folgende Substitutionsbeziehungen zwischen NGA-fähigen Telefon- und TV-Kabelnetzen ableiten:

- Im (unwahrscheinlichen) Fall, dass in einer ländlichen Region sowohl eine NGA-Infrastruktur über das Telefonnetz als auch über das Kabelnetz besteht (oder bestehen wird), verhalten sich beide Netze substitutiv zueinander, es herrscht intermodaler Wettbewerb. In dieser Situation des Wettbewerbs „zwischen interaktiven Breitbandinfrastrukturen“⁹⁵ können keine Netzkomponenten (Röhren, Kabel etc.) – weder des Telefon- noch des Kabelnetzes – als monopolistische Bottleneck-Bereiche charakterisiert werden. Eine staatliche Regulierung ist nicht nötig.
- Im Fall, dass es in einer ländlichen Region nur eine festnetzbasierte NGA-Zugangstechnologie gibt (oder geben wird) und kein Substitut durch ein NGA-fähiges Kabelnetz, gelten weiter die im vorherigen Kapitel bei der Analyse des intramodalen Wettbewerbs hergeleiteten Bottleneck-Resultate und regulatorischen Erfordernisse.
- Im Fall, dass es in einer ländlichen Region nur ein NGA-fähiges Kabelnetz gibt (oder geben wird) und kein Substitut durch eine festnetzbasierte NGA-Zugangstechnologie, sind Komponenten des Kabelnetzes als monopolistische Bottleneck-Bereiche zu charakterisieren und der Zugang zu ihnen regulatorisch zu garantieren. Zum einen – analog zu den NGA-Festnetzlösungen – die Kabelrohranlagen für die neu verlegten Glasfaserkabel, die im Zugangsnetz immer näher an den Kunden rücken und dort die Koaxialkabel sukzessive ersetzen. Zum anderen die Koaxialkabel, die bei den hybriden HFC-Netzen verbleiben (vgl. Kapitel 2.3.2). Bislang argumentieren die Kabelanbieter in der Öffentlichkeit, dass der Zugang zu ihren Kabeln technisch nicht möglich sei. Von verschiedenen Seiten ist aber zu hören, dass diese Argumentation nicht trägt. Der Zugang sei nicht einfach, aber machbar. Die Monopolkommission z.B. kommt nach Konsultationen mit Marktteilnehmern zu dem Ergebnis, dass zumindest ein Bitstrom-Zugang technisch realisierbar sei.⁹⁶

⁹⁴ Vgl. Fornefeld und Logen (2013), S.10. Ein solcher Kabel-Netzaufbau in bislang unerschlossenen, dünn besiedelten Gebieten wäre, wie der Festnetz-Glasfaserausbau, mit hohen Kosten und Investitionsrisiken verbunden (vgl. Kapitel 3).

⁹⁵ Knieps (2013), S. 13.

⁹⁶ Vgl. Monopolkommission (2011), S. 85; Neuhetzki (2016b).

Nun zu den *Mobilfunknetzen*. Die Frage ist wiederum, ob der Internetzugang über sie als Substitut zu den NGA-Festnetzlösungen in Frage kommt und ob sich dadurch die Bottleneck-Resultate aus Kapitel 5.1.2.2.1 ändern. Bzw. kann die Fragestellung hier erweitert werden. Da eben festgestellt wurde, dass auch TV-Kabelnetze (bzw. Teile davon) in ländlichen Regionen Bottleneck-Charakter haben können, stellt sich die allgemeinere Frage, ob das Mobilfunknetz als Substitut zu beiden leitungsbasierten NGA-Infrastrukturen – also Telefon-Festnetz und TV-Kabelnetz – geeignet ist.

Die Antwort ist: Nein, der Mobilfunk ist in absehbarer Zeit kein geeignetes und verlässliches Substitut.⁹⁷ Die technischen Erläuterungen in Kapitel 2.3.3 haben gezeigt, dass mit dem aktuellen 4G-Standard auch mit der fortschrittlichsten LTE-Advanced-Technologie in dünn besiedelten Regionen nicht flächendeckend NGA-Bandbreiten erreicht werden können. Ob der voraussichtlich ab 2020 eingeführte 5G-Standard hier eine Flächendeckung ermöglichen wird, und ob der Mobilfunk daher zumindest als potenzielles Substitut zu den leitungsbasierten Infrastrukturen gelten kann, ist nicht seriös prognostizierbar. Hinzu kommt, dass der neue Standard vermutlich erst in Städten implementiert werden wird und mit Verzögerung in ländlichen Räumen.

Neben den Geschwindigkeitsnachteilen, die der Internetzugang über den Mobilfunk gegenüber den leitungsgebundenen NGA-Lösungen hat, gibt es zwei weitere Faktoren, die den Nutzen für die Kunden reduzieren. Erstens sind die Übertragungsraten im Mobilfunk weniger stabil als bei leitungsgebundenen Verbindungen, da Funkzellen anfällig sind für Interferenzen⁹⁸ und die Bandbreite sinkt, je mehr Nutzer in den Zellen aktiv sind. Zweitens wird der Nutzen aus Verbrauchersicht dadurch eingeschränkt, dass die Mobilfunkbetreiber in aller Regel keine echten Flatrates anbieten, sondern die verfügbare Geschwindigkeit nach Erreichen einer monatlichen Datenobergrenze auf ein geringes Niveau drosseln.⁹⁹

⁹⁷ Wenn der Mobilfunk auch in absehbarer Zeit kein NGA-Substitut darstellt, so kann er zumindest aktuell dazu beitragen, die Breitband-Grundversorgung in ländlichen Regionen mit geringeren Bandbreiten sicherzustellen, da der Ausbau vergleichsweise schnell und kostengünstig erfolgen kann (vgl. Kapitel 3.2) Zudem werden derzeit durch die Weiterentwicklung des terrestrischen Fernsehens (Umstellung auf DVB-T2) Funkfrequenzen im niedrigen Bereich frei (so genannte Digitale Dividende), die gerade für ländliche Regionen geeignet sind (vgl. Bundesregierung).

⁹⁸ Vgl. Grove et al. (2011), S. 34.

⁹⁹ Vgl. Fornefeld und Logen (2013), S. 10.

5.1.2.3 Effekte der statischen Analysen auf die Ausbaudynamik

Bevor die Effekte der statischen Bottleneck-Analysen auf die Ausbaudynamik untersucht werden, sollen die statischen Ergebnisse nochmals kurz zusammengefasst werden. Die Analyse des traditionellen, gänzlich kupferbasierten Telefon-Festnetzes hat ergeben, dass die Kupferkabel in ländlichen Regionen in der Regel eine Bottleneck-Ressource darstellen, um Kunden mit leitungsbasiertem Internet zu erreichen (es sei denn, es gibt doch ein paralleles (internetfähiges) Kabelnetz, was in ländlichen Räumen aber die Ausnahme ist). Die Analyse moderner NGA-Netze brachte drei wesentliche Erkenntnisse. Erstens: In dünn besiedelten Regionen, in denen kein Kabelnetz besteht (was der Regelfall ist), gibt es auch bei den festnetzbasierten NGA-Lösungen (FTTC bzw. FTTB/H) Bottleneck-Bereiche, die aber im Vergleich zum traditionellen Festnetz schrumpfen. Je nach FTTx-Variante verkleinern sie sich zunehmend auf die Kabelrohranlagen, durch die Wettbewerber ihre eigenen Glasfaserkabel verlegen können.¹⁰⁰ Zweitens: Analoge Bottleneck-Eigenschaften gelten für NGA-fähige TV-Kabelnetze für den (seltenen) Fall, dass es in einer ländlichen Region ein solches gibt und kein Substitut durch ein festnetzbasiertes NGA-Anschlussnetz existiert. Diese Bottleneck-Resultate gelten, weil – drittens – der Mobilfunk in absehbarer Zeit kein geeignetes Substitut zu den leitungsbasierten NGA-Infrastrukturen ist.

Nun folgt die dynamische Analyse. Zunächst wird untersucht, wie sich die statische Bottleneck-Situation aus der traditionellen nicht-NGA-fähigen Kupferwelt auf die Anreize der Marktteilnehmer auswirkt, in NGA-Netze in dünn besiedelten Regionen zu investieren. Dabei wird unter anderem darauf abgestellt, welche Marktanteile die verschiedenen Akteure bei NGA-Projekten aufgrund des Bottleneck-Charakters des alten Kupfernetaus erzielen können (vgl. Kapitel 3.1; WIK-Rentabilitätsfaktoren). Die letztlich zu beantwortende Frage ist, ob die festgestellte Monopolstellung des Kupfer-Incumbents (hierzulande der Deutschen Telekom) den Ausbau moderner NGA-Netze verzögert. Es wird davon ausgegangen, dass die bis hierhin hergeleiteten regulatorischen Erfordernisse für den Zugang von Wettbewerbern zu den Kupferkabeln des Incumbents in der Realität tatsächlich umgesetzt sind.

Um sich der Frage zu nähern, muss zunächst das Entscheidungskalkül des Kupfer-Incumbents beleuchtet werden. Bei der Abwägung, ob er in ein leistungsfähigeres NGA-Netz investieren will, muss er in sein Kalkül einbeziehen, dass seine alte monopolistische Infrastruktur durch

¹⁰⁰ Vgl. Knieps (2013), S. 11-13.

eine solche Investition entwertet würde. Bei einer Investition würde sich für den Incumbent die Frage stellen, ob er sein traditionelles Netz abschalten muss, damit dieses nicht das Kundenpotenzial abschöpft, das er für die Rentabilität seiner NGA-Investition, für den kritischen Marktanteil, braucht. Anders formuliert, bestünde bei der Nicht-Abschaltung die Gefahr, dass das alte Netz das neue Netz kannibaliert. Die Frage ist, ob eine solche Entwertung seines bestehenden monopolistischen Netzes im Interesse des Incumbents ist. In vielen ländlichen Regionen ist das alte, buchhalterisch schon abgeschriebene Kupfernetz für die Bevölkerung der einzige leitungsbasierter Zugang zum Internet und daher für den Incumbent eine risikofreie Option, weiterhin Gewinne zu erzielen – entweder über direkt (selbst) verkaufte Anschlüsse oder über den Verkauf regulatorisch überwachter Vorleistungen an Wettbewerber (entbündelter Zugang oder Bitstromprodukt), deren Entgelte von der Regulierungsbehörde festgelegt werden.¹⁰¹ Diese Gewinne, die mit den bestehenden Kupferkabeln generiert werden, stellen bei der Entscheidung für oder gegen Investitionen in Glasfaserkabel Opportunitätskosten dar. Der Incumbent wird sich nur dafür entscheiden, wenn er nach Abzug der Investitions- und Opportunitätskosten langfristig höhere Gewinne mit der NGA-Lösung erwartet als mit dem alten Kupfernetz.¹⁰² Diese Rechnung wird in ländlichen Regionen, in denen die Investitionskosten sowieso hoch sind (vgl. Kapitel 3.1), wahrscheinlich zuungunsten der Glasfaser-Investition ausfallen, solange der Incumbent nicht erwartet, dass andere Anbieter den Ausbau eines leistungsfähigeren NGA-Netzes planen und damit Druck auf ihn ausüben. Die aus der Monopolstellung resultierenden Opportunitätskosten können somit dazu beitragen, den NGA-Ausbau des Incumbents zu verzögern.

Was aber, wenn ein Wettbewerber den Ausbau eines leistungsfähigen NGA-Netzes plant (etwa, weil er eine Nachfrage nach höheren Bandbreiten beobachtet) und somit Druck auf den Incumbent ausübt? Wird der Incumbent seine Strategie anpassen?

Zunächst sind kurz die Alternativen des ausbauwilligen Wettbewerbers darzulegen. Er kann entweder eine FTTC-Strategie in Verbindung mit VDSL/Vectoring oder eine FTTB/H-Strategie verfolgen. Die FTTC-Variante hat den Vorteil, dass sie günstiger ist (weil die Glasfaser nur bis zum KVz gelegt wird), aber den Nachteil, dass der Wettbewerber

¹⁰¹ Aufgrund der Regulierung des Kupfernetzes handelt es sich nicht um Monopologewinne – aber selbstverständlich hat die Regulierung nicht das Ziel, sämtliche Gewinne des Incumbents zu vernichten.

¹⁰² Dieser Abschnitt folgt bis hierhin Jay et al. (2012), S. 55.

zwischen KVz und Kunden weiter auf den Zugang zum Kupfernetz des Incumbents angewiesen ist. Die FTTB/H-Variante hingegen ist teurer, dafür fällt die Abhängigkeit vom Incumbent bei FTTH weg oder wird bei FTTB zumindest reduziert (da nur noch die kupferbasierte Hausverkabelung im Besitz des Incumbents ist). In ländlichen Regionen ist eher mit FTTH statt mit FTTB zu rechnen, da letztere Lösung vor allem für Mehrfamilien- oder Haushäuser geeignet ist (vgl. Kapitel 2.3.1).

Wie wird der Incumbent auf ein NGA-Ausbauprojekt eines Wettbewerbers reagieren? Unabhängig davon, ob der Wettbewerber ein FTTC- oder ein FTTB/H-Projekt plant, ist zunächst damit zu rechnen, dass der Incumbent einen Preiskampf ankündigt. Er kann glaubhaft androhen, die Preise für seine Endkundenprodukte soweit zu senken, dass sich manche Nachfrager möglicherweise doch für sein nicht-NGA-fähiges (kupferbasiertes) Anschlussprodukt entscheiden und nicht für das neue Produkt des Wettbewerbers. Das müssen gar nicht viele Nachfrager sein. Es reicht, wenn dem Wettbewerber der marginale Nachfrager abspringt, den er gebraucht hätte, um den für die Rentabilität nötigen Marktanteil zu erreichen – gerade in ländlichen Regionen ist das Erreichen dieser kritischen Masse entscheidend. Die Aussicht auf einen solchen Preiskampf kann die Investitionsneigung des Wettbewerbers reduzieren.

Angenommen, ein Wettbewerber plant trotz dieser Aussicht einen NGA-Ausbau, sogar einen FTTB/H-Ausbau. In diesem Fall ist davon auszugehen, dass der Incumbent von seiner reinen Kupferstrategie abrückt und auch eine NGA-Strategie verfolgt. Besonders attraktiv ist für ihn der FTTC-Ausbau in Verbindung mit VDSL/Vectoring. Dieser hat für den Incumbent den Vorteil, dass er zwischen KVz und Endkunden weiter auf seine Kupferkabel zurückgreifen kann – Teile seines traditionellen Netzes werden also nicht entwertet, die Opportunitätskosten sind geringer als bei FTTB/H (die Investitionskosten sind es sowieso). Bei angekündigtem FTTB/H-Ausbau eines Wettbewerbers kann der Incumbent sein FTTC-Vorhaben zudem strategisch einsetzen. FTTC ist zwar verglichen mit gigabitfähigen FTTB/H-Lösungen weniger leistungsfähig, mittels VDSL/Vectoring-Technologien können aber (je nach Länge der verbleibenden Kupferkabel) mindestens 50 Mbit/s und in naher Zukunft bis zu mehrere hundert Mbit/s erreicht werden (vgl. Kapitel 2.3.1). Durch die Errichtung eines solchen relativ leistungsfähigen FTTC-Anschlussnetzes könnte der Incumbent das Kundenpotenzial des potenziellen FTTB/H-Wettbewerbers reduzieren, also die Kunden abschöpfen, die mit seinem FTTC-Angebot zufrieden sind. Der

Wettbewerber hätte damit wieder Probleme, den für einen profitablen FTTB/H-Ausbau nötigen Marktanteil zu erreichen.¹⁰³

Ein kurzes Zwischenfazit: Aus seiner Monopolstellung entspringen zwei strategische Kalküle des Kupfer-Incumbents, die prinzipiell NGA-Investitionen verzögern können. Zum einen NGA-Investitionen des Incumbents selbst aufgrund der Existenz von Opportunitätskosten, zum anderen NGA-Investitionen von Wettbewerbern aufgrund der Androhung eines Preiskampfs. Der letzte Abschnitt hat zudem gezeigt, dass, falls doch NGA-Investitionen getätigt werden, der Ausbau gigabitfähiger FTTB/H-Lösungen (die am zukunftssichersten sind) verzögert werden kann. Weil er weiter einen Teil seines monopolistischen Kupfernetausbaus nutzen kann, ist erstens für den Incumbent generell die FTTC-Lösung vorzugswürdig. Zweitens kann er FTTC strategisch einsetzen, um ein FTTB/H-Vorhaben eines Wettbewerbers unprofitabel zu machen. Da die Wettbewerber dieses Verhalten des Incumbents wahrscheinlich antizipieren und wiederum in ihrer Strategie berücksichtigen, ist damit zu rechnen, dass sie von möglichen FTTB/H-Projekten absehen. Damit bleibt Wettbewerbern die Option, dem Incumbent bei FTTC zuvorzukommen; also einen KVz mit Glasfaserkabel zu erschließen und mit VDSL/Vectoring aufzurüsten (was nur für ein Unternehmen technisch möglich ist; vgl. Kapitel 5.1.2.2.1), bevor es der Incumbent macht. Allerdings hat der Incumbent bei einem solchen potenziellen Wettkampf um KVz wieder den Startvorteil, dass er seine Kupferkabel ab dem KVz nutzen kann. Die Wettbewerber hingegen müssen für den Zugang zum KVz und zu den Kupferkabeln zahlen – und sind hierbei immer davon abhängig, dass der Zugang tatsächlich regulatorisch offen gehalten wird.¹⁰⁴

Nun wird noch untersucht, welche Effekte die statische Bottleneck-Analyse der neuen NGA-Netze auf die Ausbaudynamik in dünn besiedelten Regionen haben könnte. Es wurde festgestellt, dass es auch bei den festnetzbasierten NGA-Lösungen Bottleneck-Bereiche gibt.

¹⁰³ Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 34-35.

¹⁰⁴ Tatsächlich hat die BNetzA im Sommer 2016 einem Antrag der Deutschen Telekom stattgegeben, der dem deutschen Kupfer-Incumbent erlaubt, Wettbewerbern den Zugriff auf einen Teil seiner KVz zu verweigern. Und zwar handelt es sich um die KVz, die maximal 550 Meter von den rund 8000 HVt in Deutschland entfernt sind (so genannte Nahbereiche). Die Telekom hat zugesagt, diese KVz mit der VDSL/Vectoring-Technologie aufzurüsten, um nach ihren Angaben weitere 5,9 Mio. Haushalte mit bis zu 100 Mbit/s zu versorgen. 3 Mio. dieser Haushalte liegen, so die Deutsche Telekom, in Kleinstädten sowie in ländlichen Gemeinden (vgl. BNetzA (2016); Blank (2015)).

Prinzipiell wäre daher davon auszugehen, dass die Marktteilnehmer bislang unversorgte NGA-Gebiete schnell erschließen, um sich diese Bottlenecks zu sichern. Im Folgenden werden Gründe angeführt, warum dies eher nicht der Fall ist.

Erstens wurde konstatiert, dass die NGA-Bottleneck-Bereiche im Vergleich zum traditionellen Festnetz schrumpfen. Bei FTTB/H verkleinern sie sich auf die Kabelrohralanlagen, durch die Wettbewerber ihre eigenen Glasfaserkabel ziehen können. Ihre Abhängigkeit von der Infrastruktur des Bottleneck-Besitzers – und damit dessen Marktmacht, auf die ein First Mover mit einem schnellen Ausbau zielen könnte – wird geringer. Wenn für die Wettbewerber Rohre oder Kabelschächte anderer Infrastrukturträger (z.B. von Energieversorgern) zur Verfügung stehen, die auch für Glasfaserkabel genutzt werden können, verschwindet der Bottleneck-Bereich des Glasfaser-First-Movers sogar komplett (vgl. Fußnote 80).¹⁰⁵

Zweitens wäre das Innehaben der NGA-Bottleneck-Bereiche für die Unternehmen nur attraktiv, wenn sie mit diesen Bereichen tatsächlich Monopolrenten einfahren könnten. Dies ist aber wiederum aus zwei Gründen wenig wahrscheinlich. Der Bottleneck-Inhaber dürfte erstens nur schwer Monopolpreise gegenüber den Verbrauchern durchsetzen können. Dies wäre nur möglich, wenn die Kunden für den Internetzugang keinerlei Alternativen zu seiner NGA-Lösung hätten. Aber zum einen ist davon auszugehen, dass noch der Zugang über das traditionelle Kupfernetz möglich ist. Es sei denn, das ausbauende NGA-Unternehmen ist der Kupfer-Incumbent, der sein altes Netz theoretisch abschalten könnte – wenn das regulatorisch erlaubt wird. Zum anderen gibt es noch den Mobilfunk als alternativen Zugang. Auch wenn über ihn in dünn besiedelten Regionen keine NGA-Übertragungsraten möglich sind, werden einige Nutzer eher langsame Verbindungen in Kauf nehmen, als Monopolpreise für leitungsgebundene NGA-Anschlüsse zu zahlen. Es ist davon auszugehen, dass die Zahlungsbereitschaft für letztere noch nicht so hoch ist (vgl. Fußnote 38).

Der zweite Grund, warum wahrscheinlich keine Monopolrenten eingefahren werden können, liegt in der Regulierung, mit der – trotz schrumpfender Bottleneck-Bereiche – auch bei NGA-Netzen zu rech-

¹⁰⁵ Bei FTTC schrumpft der Bottleneck-Bereich hingegen nicht so stark – ein weiterer Grund, warum für den Kupfer-Incumbent, wenn er eine NGA-Strategie verfolgt, die FTTC-Lösung vorzugswürdig ist. Ab dem KVz kann er so den Zugang zu seinen (Kupfer-)Kabeln als Bottleneck-Ressource wahren.

nen ist. Auf diese Regulierung – und die mit ihr verbundenen Fallstricke für den NGA-Ausbau – wird noch näher einzugehen sein.

5.2 Positive externe Effekte (Externalitäten)

5.2.1 Grundlegende Argumentation

Der zweite Marktversagenstatbestand, der analysiert wird, sind technologische externe Effekte (Externalitäten). Sie zeichnen sich dadurch aus, dass die Entscheidung eines Marktakteurs direkte Folgen auf Dritte hat, dies aber nicht vom marktlichen Preismechanismus erfasst wird. Bei negativen Externalitäten kommen Akteure nicht für alle der von ihnen generierten Kosten auf; bei positiven werden ihnen nicht sämtliche durch sie erzeugte Nutzen entgolten. Die Folge: Die Signalfunktion des Preises ist gestört und das Marktergebnis suboptimal. Bei negativen externen Effekten ist die produzierte Menge (aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive) zu hoch, da die privaten Grenzkosten unter den sozialen liegen. Bei positiven externen Effekten ist der soziale Grenznutzen größer als der private, in der Folge wird (aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive) zu wenig produziert.¹⁰⁶

In diesem Kapitel geht es ausschließlich um mögliche positive Externalitäten des NGA-Breitbandausbaus – speziell für ländliche Regionen – und ob diese staatliches Handeln legitimieren können. Wenn positive Externalitäten vorlägen, hieße das, dass Dritte (z.B. private oder gewerbliche Nutzer, lokale oder regionale Gebietskörperschaften) *systematisch* von positiven Nebenwirkungen des Ausbaus profitieren würden, ohne eine adäquate Gegenleistung zu erbringen. In diesem Fall könnten die ausbauenden Unternehmen nur unzureichend über die Erträge aus ihren Investitionen verfügen, was die Rentabilität der Investitionen senken und damit die Anreize, diese zu tätigen, schmälern würde.

Im ersten Schritt der Analyse wird zunächst dargestellt, welche positiven Effekte des NGA-Breitbandausbaus denkbar sind. Im zweiten wird untersucht, ob die ausbauenden Unternehmen diese Effekte monetarisieren können, also von den Profiteuren eine angemessene geldliche Gegenleistung für ihre Generierung erhalten. Nur wenn diese private Internalisierung nicht erfolgt, handelt es sich um positive *externe* Effekte und damit um einen möglichen Marktversagenstatbestand, der den NGA-Ausbau in ländlichen Regionen über verminderte Investitionsanreize hemmen kann.

¹⁰⁶ Vgl. Fritsch (2011), S.80-95; Roth (2014), S. 161-162.

5.2.2 Positive Effekte des NGA-Breitbandausbaus

Grob lassen sich ökonomische und sozio-ökonomische Effekte unterscheiden.¹⁰⁷ Viele davon sind nicht auf ländliche Regionen beschränkt; im Folgenden sollen aber, wenn möglich, verstärkt die Potenziale für dünn besiedelte Landstriche betont werden.

Zunächst zu den ökonomischen Effekten. Eine Vielzahl von Studien hat die Effekte von Breitband auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum untersucht. Czernich, Falck, Kretschmer und Woessmann etwa zeigen für die OECD-Länder im Zeitraum von 1996 bis 2007, dass eine Erhöhung der Breitbandpenetration um 10 Prozentpunkte das jährliche BIP-Wachstum pro Kopf zwischen 0,9 und 1,5 Prozentpunkte gesteigert hat.¹⁰⁸ Auch Castaldo, Fiorini und Maggi bestätigen für die OECD-Staaten, dass eine höhere Breitbandverfügbarkeit positiv mit dem Wachstum des Pro-Kopf-BIPs korreliert ist.¹⁰⁹ Beide Studien definieren Breitband aber bereits ab einer Übertragungsrate von 256 Kbit/s. Für diese Arbeit relevant ist, ob auch eine höhere Penetration von NGA-Bandbreiten – wenn schon einfaches Breitband verfügbar ist – solche Effekte hat. Zwei Studien lassen dies zumindest vermuten. Rohman und Bohlin zeigen (auch auf Basis von OECD-Daten), dass eine Verdopplung der verfügbaren Bandbreite ein zusätzliches BIP-Wachstum von 0,3% zur Folge hat.¹¹⁰ Das Institut IW Consult schätzt, dass eine Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit um 1% mit einer BIP-Steigerung von 0,07% einhergeht.¹¹¹

Auch Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt sind untersucht worden. Eine Studie aus den USA kommt z.B. zu dem Ergebnis, dass in Gemeinden, in denen Breitband verfügbar ist, mehr Unternehmen ansässig sind und es mehr Arbeitsplätze gibt als in vergleichbaren Gemeinden ohne Breitbandversorgung.¹¹² Eine Studie von Mölleryd untersucht unter anderem explizit die Auswirkungen von FTTB/H-Netzen auf ländliche Kommunen. Die Analyse zeigt, dass eine Erhöhung der Glasfaserpenetration um 10% in dünn besiedelten schwedischen Regionen mehrere positive Effekte hat. Erstens steigt die Beschäftigung um 1,1%;

¹⁰⁷ Vgl. Hessler (2015), S. 298-311.

¹⁰⁸ Vgl. Czernich et al. (2011), S. 505.

¹⁰⁹ Vgl. Castaldo et al. (2015), S.21.

¹¹⁰ Vgl. Rohman und Bohlin (2012), S. 1.

¹¹¹ Vgl. IW Consult (2016), S. 4. Studie im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation.

¹¹² Vgl. Gillett, Lehr, Osorio und Sirbu (2006), S. 4.

zweitens wird pro 12.000 Einwohner ein zusätzliches Unternehmen gegründet.¹¹³

Nun zu den sozio-ökonomische Effekten. Beispielhaft wird im Folgenden auf positive Auswirkungen in den Bereichen Umwelt, Bildung und Gesundheit eingegangen. Die Studie von Mölleryd zeigt auch, dass eine Erhöhung der Glasfaserpenetration um 10% in den untersuchten ländlichen Regionen in Schweden die Autonutzung pro Jahr und Einwohner um 135 Kilometer reduziert. Prinzipiell wird vielfach argumentiert, dass moderne Breitbandverbindungen und die über sie möglichen Dienste (Home Office, Ferndiagnosen etc.) Autofahrten weniger nötig machen und so zu einer Reduktion der CO2-Emmissionen beitragen können. Zudem haben intelligente Breitbandnetze das Potenzial, den Energieverbrauch in verschiedenen Sektoren (z.B. Transport, Gebäudemanagement) zu reduzieren.¹¹⁴

Im Bereich Bildung ermöglicht (NGA-)Breitband E-Learning-Anwendungen, die speziell in ländlichen Regionen die Verfügbarkeit von Bildung verbessern können. In virtuellen Klassen oder Hochschulkursen z.B. können Videos und Daten in Echtzeit zwischen Lernenden und Lehrenden übertragen werden – Distanz wird irrelevant. Auch im Gesundheitsbereich kommen viele Analysen zum Schluss, dass das Potenzial von E-Health in abgelegenen Regionen beträchtlich ist. Breitbandnetze ermöglichen die telemedizinische Überwachung von Vitaldaten sowie die Behandlung und Diagnose über große Distanzen. Speziell ältere Menschen und chronisch Kranke können davon profitieren. Sogar Operationen sind mittels gigabitfähiger Netze und moderner Robotik-Technik aus der Ferne möglich. Das alles führt einerseits zu ökonomischen Sparpotenzialen, da weniger Einlieferungen ins Krankenhaus sowie Arztbesuche nötig sind. Andererseits kann die Lebensqualität von Patienten und Angehörigen gesteigert werden, da ein längeres, eigenständigeres Leben zu Hause möglich ist.¹¹⁵

5.2.3 Positive Externalitäten?

Die Frage ist, ob die positiven Effekte von den ausbauenden Unternehmen internalisiert werden können oder ob sie *systematisch* nicht über die (sozio-)ökonomischen Erträge verfügen können, die der Ge-

¹¹³ Vgl. Mölleryd (2015), S. 21-22. Auch für weitere ökonomische Breitbandeffekte – z.B. gesteigerte Arbeitsproduktivität, erhöhte Markteffizienz und -transparenz – gibt es studienbasierte Evidenz, auf die aber nicht ausführlich eingegangen wird. Einen Überblick gibt Hessler (2015, S. 298-311).

¹¹⁴ Vgl. Fredebeul-Krein (2010), S. 116; Hätonen (2011), S. 48.

¹¹⁵ Vgl. Falck, Haucap, Kühling und Mang (2013), S. 45; Hätonen (2011), S. 48.

sellschaft durch den Ausbau entstehen (nur im letzteren Fall liegen positive Externalitäten vor). Um diese Frage zu beantworten, müssen erstens die Erträge (bzw. Nutzen) quantifiziert werden, die Dritten durch den Ausbau entstehen. Zweitens muss untersucht werden, ob Dritte für den Gebrauch der NGA-Infrastruktur ein direktes Entgelt zahlen, das – gemessen an ihren Nutzen – adäquat ist. Zahlen sie einen Preis in vollem Umfang ihres Nutzens, liegen keine Externalitäten vor.¹¹⁶

Beide Schritte sind nicht trivial. Eine Quantifizierung des Nutzens ist speziell beim NGA-Ausbau schwierig. Während es relativ einfach ist, den Nutzen von einfachem Breitband verglichen mit einem schmalbandigen Anschluss oder einem Basisszenario ohne jegliche Internetverbindung zu ermitteln, kommt es bei NGA-Netzen auf den in der Praxis komplexen Vergleich mit bestehenden Breitbandnetzen an. Zusätzlicher Nutzen wird hier insbesondere durch solche Anwendungen gestiftet, die nur mit schnellen NGA-Verbindungen nutzbar sind – z.B. industriespezifische Dienste im Bereich E-Health oder Cloud Computing.¹¹⁷

Die zweite Frage ist, ob Dritte gemessen an ihren persönlichen Nutzen adäquate Entgelte für den Gebrauch der NGA-Netze zahlen. Falls nicht, könnten ausbauende Unternehmen nicht komplett über ihre Erträge verfügen. Für einen Teil der positiven Effekte dürfte zutreffen, dass keine Verfügungsrechte durchgesetzt werden können. Gemeint sind damit vor allem die Effekte auf Wachstum und Beschäftigung, die sich tendenziell nicht internalisieren lassen, da einzelne Konsumenten oder Unternehmen für sie (wahrscheinlich) keine monetarisierbaren Zahlungsbereitschaften besitzen. Viele andere positive Effekte, auch die mit Blick auf ländliche Regionen in den Fokus gerückten, sind dagegen durchaus kapitalisierbar. Ob Produktivitätssteigerungen durch Cloud Computing, bessere Bildungsverfügbarkeit durch E-Learning, Sparpotenziale durch intelligentes Energiemanagement oder bessere medizinische Überwachung durch E-Health: Für alle Dienste in diesen Bereichen ist es möglich, direkte Entgelte festzusetzen und damit Ver-

¹¹⁶ Vgl. Momberg (2000), S. 114.

¹¹⁷ Vgl. Hätonen (2011), S. 49-51. Der ökonomische Wert von Cloud Computing z.B. wurde für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Europa geschätzt. Der große Vorteil von Cloud Computing ist, dass Firmen weniger eigene IT-Infrastruktur vorhalten und warten müssen, stattdessen solche Infrastruktur und auch Software flexibel über das Internet nutzen können. Wenn alle KMU in Europa auf Cloud Computing umstellen würden, so eine Schätzung von Hätonen, könnte dies zu Produktivitätsgewinnen in Höhe von jährlich 23 bis 32 Milliarden Euro für die Unternehmen führen (vgl. ebd.).

fügungsrechte durchzusetzen (also Individuen vom Konsum auszuschließen, wenn diese das geforderte Entgelt nicht zahlen).¹¹⁸ Dabei haben die ausbauenden Unternehmen entweder die Rolle des Intermediäres inne; d.h., sie stellen Dienstanbietern gegen die Zahlung eines Entgelts ihre Netze zur Verfügung; letztere wiederum erhalten Zahlungen von den Nutzern. Oder die ausbauenden Unternehmen treten selbst als Dienstanbieter auf. Entscheidend ist in beiden Fällen, dass die Verbraucher Entgelte entrichten, die dem Umfang ihres persönlichen Nutzens entsprechen. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass sich ihr persönlicher Nutzen (bzw. ihre Nutzenerwartung) ohne Verzerrungen in ihrer Zahlungsbereitschaft manifestiert – und durch die Zahlungsbereitschaft wird letztlich der Preis bestimmt.¹¹⁹

Ein *systematischer* Befund jedenfalls, dass die in den NGA-Ausbau investierenden Firmen positive Effekte nicht internalisieren können, liegt nicht vor; ebenso wenig ein umfassender Defekt im Sinne der Theorie des Marktversagens.

Bleibt die Frage, ob die Effekte auf Wachstum und Beschäftigung, die als positive Externalität charakterisiert werden können, staatliches Handeln rechtfertigen. Dieses Handeln würde darauf abzielen, über staatliche Finanzierung des NGA-Ausbaus in ländlichen Regionen positive Wachstumseffekte zu erzielen und in der Folge höhere Steuereinnahmen zu generieren. Diese Argumentation ist aber aus mehreren Gründen wenig überzeugend. Erstens ist zu beachten, dass es bei einer mit externen Nutzen verbundenen Aktivität ein optimales Ausmaß gibt, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Grenzkosten der Erzeugung der positiven Externalität gerade den Grenznutzen entsprechen.¹²⁰ Doch generell – und wie dargestellt auch und gerade hinsichtlich NGA-Breitband – kann der Nutzen nur sehr schwer quantifiziert werden. Es fällt schwer zu glauben, dass dies gerade einer staatlichen Instanz gelingt; ein solcher staatlicher Anspruch käme der Hayekschen „Anmaßung von Wissen“ gleich. Zweitens würde die Argumentation bei konsequenter Exegese bedeuten, jede ökonomische Tätigkeit staatlich zu fördern, die in irgendeiner Weise das Wachstum stimuliert. Und drittens hat eine staatliche Finanzierung (z.B. über allgemeine

¹¹⁸ Dieser Abschnitt folgt bis hierhin Hessler (2015), S. 311.

¹¹⁹ Vgl. Roth (2014), S. 4. Probleme treten auf, wenn die Verbraucher den Nutzen zu niedrig einschätzen und dementsprechend nur einen Preis zahlen wollen, der nicht dem Umfang des bei ihnen tatsächlich anfallenden Nutzens entspricht. Auf dieses Problem möglicher Nutzenunkenntnis wird noch näher eingegangen.

¹²⁰ Vgl. Fritsch (2011), S. 88-89.

Steuermittel) den Nachteil, dass positive Externalitäten erst entstehen können. Zur Erinnerung, sie können dadurch internalisiert werden, dass Nutzer ein direktes Entgelt in vollem Umfang des bei ihnen erzeugten Nutzens zahlen. Bei staatlicher Finanzierung gibt es aber diese direkte pekuniäre Beziehung nicht, Nutzer und Zahler z.B. eines über Steuermittel errichteten NGA-Netzes sind nicht zwangsläufig identisch.¹²¹

5.3 Informationsmängel

5.3.1 Grundlegende Argumentation

Der dritte Marktversagenstatbestand, der analysiert wird, sind Informationsmängel. Dabei geht es grob gesagt um Konstellationen, in denen es Marktteilnehmern in einem Maße an Informationen fehlt, dass der Markt in seiner Koordinierungsfunktion versagt. Fritsch unterscheidet dabei zwischen *Unkenntnis* und *Unsicherheit* der Teilnehmer.¹²² In diesem Kapitel wird nur auf den Tatbestand der Unkenntnis eingegangen. Um das Thema Unsicherheit geht es, wenn staatlich provozierte Marktversagenssymptome behandelt werden, also in Kapitel 6.

Fritsch unterscheidet ferner drei Arten von Unkenntnis: Qualitäts-, Nutzen- sowie Preisunkenntnis. Im Folgenden wird analysiert, wie relevant jede Art von Unkenntnis für den NGA-Ausbau in dünn besiedelten Regionen ist. Die dahinter stehende These ist, dass sich Unkenntnis der Nutzer negativ auf den Faktor Zahlungsbereitschaft auswirkt und damit negativ auf die Investitionsanreize. Zur Erinnerung, das WIK nennt drei Faktoren, die die Rentabilität von NGA-Investitionen beeinflussen: Besiedlungsdichte, Marktanteil und Zahlungsbereitschaft (vgl. Kapitel 3.1). Da der erste Faktor gegeben ist und für dünn besiedelte Regionen schlecht ausfällt, kommt es dort besonders darauf an, dass die beiden anderen Faktoren nicht negativ beeinflusst werden.

¹²¹ Vgl. Momberg (2000), S. 114.

¹²² Vgl. Fritsch (2011), S. 247. Unkenntnis meint, dass Akteure unzureichend informiert sind, aber prinzipiell in der Lage, diese Lücke – unter Berücksichtigung der Kosten und Nutzen der Informationsbeschaffung – zu schließen. Unsicherheit hingegen liegt vor, wenn auch unter größtem Aufwand der Informationssuche künftige Entwicklungen entscheidender Einflussgrößen nicht mit absoluter Gewissheit determiniert werden können (vgl. ebd.).

5.3.2 Unkenntnis

Zunächst geht es um *Qualitätsunkenntnis*. Dabei handelt es sich um den bekanntesten, in der Literatur am häufigsten zitierten Informationsmangel, nämlich das Problem der asymmetrisch verteilten Information: Eine Marktseite ist vor Vertragsabschluss systematisch besser informiert als die andere (bei der Qualität eines Produktes dürften das die Anbieter sein). Dies führt zu Marktversagen, wenn die schlechter informierten Akteure (bei der Qualität also die Nachfrager) gegenseitig vorteilhafte Tauschaktionen ablehnen, die sie bei vollständiger Information eigentlich getätigt hätten.¹²³

Besteht bei NGA-Produkten vor (bzw. bei) Vertragsabschluss eine solche Asymmetrie zu Lasten der Kunden? Allgemein formuliert ist aufgrund der komplexen Natur der Anschlussprodukte davon auszugehen, dass die Anbieter besser informiert sind. Die technischen Parameter diverser NGA-Zugangsarchitekturen – Übertragungsraten, Latenzen, Asymmetrien beim Datenup- bzw. Download etc. – sind für den Nutzer nur sehr schwer zu durchschauen und zu vergleichen, zumal die technische Entwicklung schnell voranschreitet.¹²⁴ Kritisch bei Vertragsabschluss ist vor allem der Aspekt der vom Nutzer gebuchten Bandbreite zu beurteilen, bei der die Betrachtung ausgehend von der allgemeinen Formulierung nuancierter erfolgen muss. Die Internetanbieter geben in den Verträgen theoretisch mögliche Maximal-Bandbreiten an (z.B. „bis zu 50 Mbit/s“), die in der Realität aber so gut wie nie erreicht werden.¹²⁵ Zwar ist den Anbietern eine exakte, auf die Zahl genaue Messung tatsächlich erst möglich, wenn die Leitung zum

¹²³ Vgl. Roth (2014), S. 188-189; Fritsch (2011), S. 249-251. Ein Beispiel ist der Prozess der adversen Selektion. Gemeint ist, dass die Asymmetrie schon vor Vertragsabschluss existiert und die schlechter informierten Akteure darauf „mit einer pauschalisierenden Erwartungsbildung reagieren“, sodass „im Extremfall nur noch Güter [...] schlechter Qualität gehandelt werden [...]“ (Roth, 2014, S. 189).

¹²⁴ Vgl. Flamm und Chaudhuri (2007), S. 312-313.

¹²⁵ Laut einem Bericht der BNetzA erreichen bei stationären Zugängen je nach Bandbreitenklasse nur 4 bis 25% der Endkunden 100% der vereinbarten maximalen Übertragungsrate (vgl. BNetzA, 2017b). Die tatsächliche Performance hängt grob gesagt von drei Faktoren ab: dem Zugangsnetz, sprich den Eigenschaften der TAL (z.B. Entfernung bis zum Konzentrationspunkt, also bis zur aktiven Infrastruktur; physikalische Charakteristika der Leitung); dem Backhaul-Bereich zwischen Konzentrationspunkt und Kernnetz, in dem es zu Kapazitätsengpässen kommen kann; und drittens dem Zeitpunkt der Nutzung – abends oder am Wochenende, wenn viele Nutzer gleichzeitig Datenvolumen generieren, fällt die Bandbreite ab (vgl. Fuchs, 2013).

Kunden geschaltet ist – also nach Vertragsabschluss.¹²⁶ Jedoch könnten sie davor – zu verschiedenen Tageszeiten – Referenz-Bandbreiten aus der Nachbarschaft des (potenziellen) Kunden ermitteln, um in den Verträgen realistischere Werte angeben zu können. Verbergen die Anbieter diese Referenz-Informationen vor den Kunden, können diese bei Vertragsabschluss nicht sicher sein, welche Bandbreite tatsächlich bei ihnen ankommen wird (und somit nicht sicher sein, welches Produkt tatsächlich am besten zu ihren Präferenzen passt). Es ist dann davon auszugehen, dass die Kunden aufgrund der Unkenntnis über die genaue Qualität höhere Preise für Verträge mit möglichen höheren Bandbreiten scheuen – ihre Zahlungsbereitschaft also nach unten verzerrt wird.¹²⁷

Warum geben die Internetanbieter diese Referenz-Informationen derzeit nicht an? Zwei Gründe sind denkbar. Erstens kommen fehlgeleitete Marketingüberlegungen in Frage. Die Anbieter könnten hoffen, dass die Angabe der maximalen „bis zu“-Bandbreiten die Kunden eher zum Kauf der Anschlüsse verleitet. Zweitens setzt die Ermittlung der Referenz-Bandbreiten in der Nachbarschaft unter Umständen voraus, dass mehrere Anbieter dabei kooperieren müssen (wenn mehrere Anbieter in der Nachbarschaft aktiv sind); dabei kann es zu Koordinierungsproblemen kommen. So oder so: Wird der Informationsmangel nicht durch die Anbieter selbst behoben, kann dies staatliches Handeln begründen.

Die zweite bei Fritsch angeführte Art von Unkenntnis bezieht sich auf Fälle, in denen Verbraucher systematisch den *Nutzen* eines Gutes zu gering einschätzen und daher zu wenig davon nachfragen. Laut Fritsch fällt es Verbrauchern insbesondere dann schwer, den Nutzen adäquat zu bewerten, wenn es sich um abstrakte bzw. immaterielle Güter handelt und ihr Nutzen sich erst langfristig voll entfaltet (Beispiele für ihn sind die Güter „Altersvorsorge“ oder „Bildung“).¹²⁸

Ist Nutzenunkenntnis relevant für den NGA-Ausbau in ländlichen Regionen? Die Hypothese wäre, dass Unkenntnis über den Nutzen von NGA-Anwendungen eine geringere Nachfrage nach diesen Anwendungen impliziert, was wiederum die Zahlungsbereitschaft für hochbitratisches Breitband (das für die NGA-Anwendungen nötig ist) reduziert und dadurch die Anreize schmälert, in den NGA-Ausbau zu investieren. Prinzipiell kann zwar argumentiert werden, dass bei man-

¹²⁶ Vgl. Fuchs (2013).

¹²⁷ Vgl. Hessler (2015), S. 313-314.

¹²⁸ Vgl. Fritsch (2011), S. 268-270.

chen NGA-Anwendungen zumindest das Kriterium der Abstraktheit erfüllt ist.¹²⁹ Jedoch ist in Frage zu stellen, ob Nutzenunkenntnis überhaupt als Marktversagenstatbestand klassifiziert werden und damit ökonomisch gebotene Staatseingriffe rechtfertigen kann. Denn, erstens, muss hier jemand definieren, von welchen (besonders verdienstwürdig erscheinenden) Gütern der Nutzen betrachtet wird, was der Nutzen des Gutes sein soll, wann die Nutzeneinschätzung falsch ist und ab wann daher „zu wenig“ des Gutes nachgefragt wird. Definiert das alles eine staatliche Stelle, hat dies nichts mit einer Intervention aufgrund von Marktversagen zu tun, sondern viel eher mit einem meritistischen Eingriff.¹³⁰ Zweitens kann das Problem der Nutzenunkenntnis relativ einfach selbst vom Markt gelöst werden, indem die besser informierte Seite, also die Anbieter der Güter – hier: die Anbieter der NGA-Anwendungen – einfach Werbung schaltet, in der der Nutzen deutlich wird.¹³¹

Der Vollständigkeit halber sei zuletzt die dritte Art von Unkenntnis untersucht, die Fritsch anführt. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass Marktakteure ungenügend über den *Preis* eines Anbieters informiert sind.¹³² Das ist in Bezug auf das Thema dieser Arbeit aber wenig plau-

¹²⁹ Zwei Beispiele sollen das verdeutlichen: Cloud Computing und E-Health. Beim Cloud Computing geht es unter anderem darum, immaterielle Daten oder Software statt auf lokalen Festplatten flexibel im nicht-physischen Netz zu verwalten. Auch im Bereich E-Health handelt es sich oft um Anwendungen, in denen immaterielle Daten – genauer: der verbesserte Austausch von ihnen zwischen Akteuren im Gesundheitswesen (Ärzte, Patienten, Krankenkassen etc.) – im Mittelpunkt stehen. Das Kriterium der Langfristigkeit hingegen scheint, im Vergleich etwa zum Gut „Bildung“, nicht gegeben. Viele Chancen und Nutzen der Technologien – beim Cloud Computing z.B. mehr Kosteneffizienz für Unternehmen beim Einsatz von Software – werden sich wohl spätestens in der mittleren Frist zeigen.

¹³⁰ Zum Konzept der Meritorik siehe z.B. Roth (2014), S. 214-216.

¹³¹ Eventuell kann es zu einem Koordinierungsproblem bei der Frage kommen, wer die Werbung schaltet bzw. wer für die Kosten für sie aufkommt: Die Unternehmen, die die NGA-Netze ausbauen, oder die Anbieter der NGA-Anwendungen. Letztere könnten argumentieren, dass auch die ausbauenden Unternehmen von der Werbung profitierten (weil vermutlich die Zahlungsbereitschaft für ihre NGA-Anschlüsse steigt) und sie sich daher an den Kosten beteiligen müssten. Da beide Seiten aber letztlich das gleiche Interesse haben (die Verbreitung von NGA) und gegenseitig abhängig voneinander sind, ist davon auszugehen, dass sie sich im marktlichen Prozess selbst (ohne staatliches Handeln) koordinieren werden.

¹³² Vgl. Fritsch (2011), S. 270-271.

sibel, da die Breitbandanbieter ihre Produkte offensiv vermarkten, um Kunden zu gewinnen, und so Preistransparenz herrschen sollte.¹³³

Zusammenfassend gilt, dass Qualitätsunkenntnis als Marktversagen charakterisiert werden kann. Das ist problematisch, weil durch sie vermutlich die Zahlungsbereitschaft der Nutzer nach unten verzerrt wird. Eine verringerte Zahlungsbereitschaft wirkt sich über zwei Mechanismen negativ auf den NGA-Ausbau in dünn besiedelten Regionen aus. Zum einen, weil es in diesen Regionen schwieriger wird, die Rentabilitätsschwelle für einen Ausbau zu erreichen. Zum anderen generell, weil die Unternehmen mit schon bestehenden Netzen weniger Gewinn erzielen können und ihnen so Kapital für einen weiteren Ausbau entzogen wird.

Staatliches Eingreifen ist aber nur angezeigt, wenn das Problem nicht marktendogen behoben wird; wenn sich die Anbieter also weigern oder nicht in der Lage sind, Referenz-Bandbreiten aus der Nachbarschaft anzugeben. Letzteres ist vor allem dann der Fall, wenn ein NGA-Netz in einer Nachbarschaft neu aufgebaut wird und dort für die ersten Nutzer noch keine Vergleichswerte existieren.

5.4 Öffentliche Güter

5.4.1 Grundlegende Argumentation

Der vierte Marktversagenstatbestand, der analysiert wird, ist das Problem öffentlicher Güter. Reine öffentliche Güter zeichnen sich durch Nicht-Ausschließbarkeit und Nicht-Rivalität im Konsum aus. Das impliziert, dass jeder das Gut kostenfrei und ohne Präferenzoffenbarung konsumieren kann. Da kein handelbarer Marktpreis existiert, versagt der Markt vollständig bei der Bedienung der Nachfrage. Differenziert werden darüber hinaus Allmendegüter (unreine öffentliche Güter). Für sie gilt auch das Nicht-Ausschließbarkeitsprinzip, aber es herrscht Rivalität.¹³⁴

¹³³ Allerdings ist den Kunden bei den gängigen Tarifmodellen die genaue Kostenzusammensetzung ihres Anschlusses unbekannt. Die Höhe der monatlichen Gebühr scheint für sie nur abhängig zu sein von der vertraglich vereinbarten maximalen Übertragungsrate; Kosten z.B. für die physische Verbindung ihres TE an das lokale Zugangsnetz bleiben hinter dieser Gebühr versteckt (vgl. Pigliapoco und Bogliolo, 2010, S.161). Man könnte spekulieren, dass die Kunden bereit wären mehr zu zahlen, wenn ihnen die Kosten für den physischen Netzanschluss vor Augen geführt würden.

¹³⁴ Vgl. Momberg (2000), S. 98; Picot (2008), S. 15.

Allerdings ist in der Literatur umstritten, ob es die Kategorie „öffentliche Güter“ als eigenen Marktversagenstatbestand überhaupt braucht. Wie auch nachfolgend in der Analyse zu sehen sein wird, bedeutet Nicht-Ausschließbarkeit prinzipiell nichts anderes, als dass technologische Externalitäten (positive oder negative) für Dritte bestehen. Fritsch argumentiert zudem, dass es für fast jedes Gut möglich sei, Ausschließbarkeit herzustellen (das Problem sei vielmehr, dass die Ausschließbarkeit politisch oft nicht gewollt werde). Auch Nicht-Rivalität stelle meist keine irreversible Eigenschaft eines Gutes dar, sondern hänge in vielen Fällen von der bereitgestellten Kapazität ab.¹³⁵

Im Folgenden wird analysiert, ob es bei NGA-fähigem Internet Bereiche gibt, die als öffentliche Güter gelten können; und falls ja, was dies für Effekte auf den Ausbau hat. Dafür ist es hilfreich, zwei Ebenen zu differenzieren. Zum einen die Netzebene, also die NGA-Infrastruktur, zu der (1) Nutzer Zugang brauchen, auf der (2) die Datensignale transportiert werden und die (3) von den ausbauenden Unternehmen bereitgestellt wird. Zum anderen die Dienstebene, auf der NGA-Anwendungen angeboten werden.

Die Analyse-Systematik sieht wie folgt aus: Zunächst wird, noch in Kapitel 5, kurz zu zeigen sein, dass auf der Netzebene die NGA-Zugänge und auf der Dienstebene die NGA-Anwendungen keine öffentlichen Güter sind und daher in diesen Bereichen kein Marktversagen vorliegt, das den NGA-Ausbau negativ beeinflusst könnte. Die beiden anderen Bereiche auf der Netzebene (Datentransport und Bereitstellung) werden in Kapitel 6 auf „öffentliche Gut“-Eigenschaften untersucht. Bei ihnen liegt auch kein ökonomisches Marktversagen vor, allerdings können staatlich provozierte Marktversagenssymptome auftreten, die die Investitionsanreize reduzieren.

5.4.2 NGA-Zugänge und -Anwendungen

Beim Zugang eines Haushalts zu NGA-Netzen ist ersichtlich, dass die „öffentliche Gut“-Eigenschaften nicht erfüllt sind. Ausschließbarkeit kann hergestellt werden, indem Internetanbieter einem Haushalt den Anschluss verwehren, wenn dieser nicht für die Leistung zahlen will. Der Anschluss ist über den Markt handelbar, indem Anbieter mit den Nutzern Verträge schließen, die Leistung und Preise festlegen.¹³⁶ In Bezug auf NGA-Anwendungen wurde schon in Kapitel 5.2.3 (bei der Externalitäten-Analyse) festgestellt, dass es bei ihnen möglich ist, Indivi-

¹³⁵ Vgl. Fritsch (2011), S. 77.

¹³⁶ Vgl. Fredebeul-Krein (2010), S. 115.

duen durch die Forderung eines direkten Preises von der Nutzung auszuschließen.¹³⁷

¹³⁷ Da in beiden Fällen (bei Zugängen und Anwendungen) das Kriterium der Nicht-Ausschließbarkeit klar nicht erfüllt ist, wird das Kriterium der Nicht-Rivalität nicht weiter betrachtet.

6 Staatlich provozierte Marktversagenssymptome

Nun folgt der zweite analytische Schritt in Teil B, in dem es um Situationen geht, in denen die NGA-Investitionsanreize aufgrund von Marktversagenssymptomen gedämpft werden können, die durch staatliches Handeln provoziert werden. Staatliche Eingriffe beheben dann also nicht Markt-, sondern korrigieren bestehendes Staatsversagen.

6.1 Öffentliche Güter: Datentransport und Netzbereitstellung

Wie gerade angekündigt, wird in diesem Kapitel die „öffentliche Gut“-Untersuchung fortgesetzt, und zwar zunächst hinsichtlich des *Datentransports* auf der Netzebene. Hier stellt sich die Frage, ob die Nutzer vom schnellen und störungsfreien Datentransport ausgeschlossen werden können, wenn das von ihnen generierte Datenvolumen (vor allem durch die Konvergenz hin zur universalen IP-Architektur und die Entwicklung immer datenintensiverer NGA-Anwendungen) die Kapazitätsgrenze übersteigt; es also zu Datenstaus im Netz kommt. Nach Erreichen der Grenze verursacht jede zusätzlich verbrauchte Dateneinheit negative Effekte für andere Nutzer, z.B. in Form von Latenzen oder Jitter (vgl. Kapitel 2.2). Können diese negativen Effekte über den Preismechanismus internalisiert werden oder liegen negative Externalitäten vor? Die im stationären Internet üblichen Flatrate-Tarife erschweren die Internalisierung, da durch sie die Grenzkosten einer zusätzlich verbrauchten Dateneinheit null sind. Die Nutzer haben also keinen Preisanreiz, ihren Verbrauch zu drosseln.¹³⁸ Die entscheidende Frage ist aber nicht, wie der Verbrauch, sondern wie der Datentransport über den Preis gesteuert wird. Können die Internetanbieter ein aktives Verkehrsmanagement betreiben, also bestimmte Datensignale gegen ein direktes Entgelt (von Anwendungsanbietern oder Nutzern) bevorzugt weiterleiten (vgl. Kapitel 2.2), ist die Internalisierung der negativen Effekte über den Preismechanismus möglich. Nutzer, die nicht bereit sind, für eine solche Bevorzugung zu zahlen, können im Umkehrschluss vom schnellen, störungsfreien Datentransport ausgeschlossen werden. Schreibt der Staat aber eine strikte *Netzneutralität* vor (die ein aktives Verkehrsmanagement unterbindet), wird diese potenziell mögliche Ausschließbarkeit von außen unmöglich gemacht und es treten negative Externalitäten auf. Das Internet kann dann aufgrund

¹³⁸ Vgl. Kruse (2011), S. 175; Friederiszick, Kaluzny, Kohnz, Grajek und Röller (2011), S. 6.

der Rivalität der Nutzer nach Erreichen der Kapazitätsgrenze als Allmendegut bezeichnet werden.¹³⁹

Was bedeutet das für die Anreize, in NGA-Netze zu investieren? Sie werden über zwei Mechanismen gemindert. Erstens, weil die Unternehmen, die potenziell in den NGA-Ausbau investieren würden, nicht effizient über ihre neu errichtete Infrastruktur und die daraus resultierenden Erlöse verfügen könnten. Eine strikte Netzneutralität erschwert die Kapitalisierung: Sie schränkt betriebswirtschaftliche Handlungsspielräume ein, da sie verbietet, unterschiedliche Preise für die Datenbevorzugung festzulegen und heterogene Zahlungsbereitschaften der Nutzer hierfür auszuschöpfen.

Zweitens können sich reduzierte Innovationsanreize für NGA-Anwendungen negativ auf die Netzinvestitionen auswirken. Bei einer strikten Netzneutralität werden bei Überlasten alle Daten – sowohl von qualitätssensitiven (NGA)-Anwendungen (die auf einen zuverlässigen und schnellen Transport angewiesen sind) als auch von nicht-qualitätssensitiven Anwendungen – gleichsam langsamer transportiert. Der Unterschied ist, dass die Nutzer die Überlastfolgen bei qualitäts-sensitiven Anwendungen spüren (z.B. durch erhöhte Latenz), bei nicht-qualitätssensitiven aber nicht. Das kann dazu führen, dass qualitätssensitive Anwendungen für die Nutzer (relativ gesehen) unattraktiver werden und die Zahlungsbereitschaft für sie sinkt, wenn die Datenstaus durch wachsenden Internetverkehr zunehmen. Eine strikte Netzneutralität kann somit dazu führen, dass qualitätssensitive Anwendungen von nicht-qualitätssensitiven verdrängt werden (Crowding-Out)¹⁴⁰ und erstere aus dynamischer Perspektive womöglich erst gar nicht kreiert werden.¹⁴¹ Gibt es aber weniger NGA-Anwendungen, ist vermutlich auch die Zahlungsbereitschaft für NGA-Anschlüsse reduziert.

Zusammenfassend kann festgestellt werden: Es handelt es sich um staatlich provoziertes Marktversagen, wenn der Staat eine strikte Netzneutralität (die technisch keine Notwendigkeit mehr ist; vgl. Kapitel 2.2) regulatorisch vorschreibt. Sie zerstört den marktlichen Preis- und Koordinationsmechanismus, da der Preis für bevorzugte Daten-

¹³⁹ Vgl. Kruse (2011), S. 175.

¹⁴⁰ Dieser Abschnitt folgt bis hierhin Kruse (2011), S. 176-179.

¹⁴¹ Vgl. Brenner, Zarnekow, Kruse und Sidler (2008), S. 269.

behandlung de facto auf null reguliert wird¹⁴² – und mindert so die Anreize, in den NGA-Ausbau zu investieren.

Um die „öffentliche Gut“-Analyse abzuschließen, ist auf der Netzebene noch die *Bereitstellung* (bzw. der Ausbau) der NGA-Infrastruktur zu untersuchen, zumindest auf das Kriterium der Nicht-Ausschließbarkeit hin.¹⁴³ Dabei geht es um die Frage, ob die in den Ausbau investierenden Unternehmen ihre Wettbewerber von der Nutzung der neuen Infrastruktur ausschließen können, wenn eine Mitnutzung nicht in ihrem Interesse ist. Das ist dann nicht möglich, wenn aufgrund einer festgestellten monopolistischen Bottleneck-Situation eine regulatorische Verpflichtung besteht, Wettbewerbern zu festgelegten Preisen (Entgelten) Zugang zu den Bottleneck-Ressourcen zu geben. Beim Ausbau neuer NGA-Infrastruktur, das wurde in Kapitel 5.1 festgestellt, stellen die Kabelrohranlagen für die Glasfaserstränge solche Ressourcen dar.¹⁴⁴

Für die Wettbewerber hat das den positiven Nebeneffekt, dass sie nicht in eigene Kabelrohranlagen investieren müssen; Investitionen, die vor allem auf dem Land mit hohen Grabungskosten verbunden sind. Das senkt ihr Investitionsrisiko enorm. Der Zugang zu den Rohren des First Movers stellt für sie quasi eine risikofreie Option dar; durch sie können Wettbewerber ihre eigenen Glasfaser ziehen, ohne die versunkenen Investitionen in das Vergraben der Kabelrohranlagen aufzubringen zu müssen. Das ist unproblematisch, solange die Zugangspreise einen für den First Mover angemessenen Risikoaufschlag enthalten. Sind die Entgelte aber zu gering und wird der First Mover dadurch nicht adäquat für sein eingegangenes Ausbaurisiko über den Preismechanismus entgolten, liegen positive Externalitäten vor. Rechnen die Unternehmen mit zu geringen Entgelten, oder können sie sich nicht sicher sein, ob die Entgelte das Risiko ausreichend widerspiegeln, reduziert das ihre Investitionsanreize. Anders formuliert: Garantieren die Zugangspreise die günstige Mitnutzung von Kabelrohranlagen anderer, stellt sich die Frage, wer den riskanten NGA-Ausbau auf dem

¹⁴² Vgl. Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2014), S. 11; Litan und Singer (2010), S. 2-3.

¹⁴³ Das Kriterium der Nicht-Rivalität wird ausgeklammert, weil es für die analytische Aussage, die hier getroffen werden soll, nicht relevant ist.

¹⁴⁴ Bei FTTC sind auch die verbleibenden Kupferkabel eine Bottleneck-Ressource. Aber bei ihnen handelt es sich nicht um neu auszubauende NGA-Infrastruktur.

Land überhaupt zuerst wagt. Es kann von einem klassischen Trittbrettfahrerproblem gesprochen werden.¹⁴⁵

6.2 Informationsmängel: Unsicherheit

Wie in Kapitel 5.3 angekündigt, kann die zweite Art von Informationsmängeln, nämlich Unsicherheit, staatlich provoziert werden.¹⁴⁶

Der erste Aspekt, der diskutiert wird, knüpft direkt an den vorherigen Abschnitt an: Es geht um die Unsicherheit, ob die staatliche Regulierung Zugangsentgelte festlegt, die dem Investitionsrisiko potenziell ausbauwilliger Unternehmen Rechnung tragen (*regulatorische Unsicherheit*). Betrachtet werden muss hier das Entscheidungskalkül der Regulierungsbehörde. Gerade bei mit hohen Risiken verbundenen Investitionen in moderne, innovative Infrastrukturen (die aus Staatssicht positive (sozio-)ökonomische Effekte versprechen) – wie sie NGA-Investitionen in ländlichen Regionen darstellen – kann die Regulierungsbehörde vor der Investition dazu tendieren, den Unternehmen hohe Zugangspreise (mit hohen Risikoauflägen) zu versprechen, die das Einfahren gewisser Monopol- oder Pionierrenten gestatten. Das Kalkül einer solchen Ex-ante-Ankündigung ist, die Investitionsneigung der Unternehmen zu erhöhen und den Ausbau der Infrastruktur (eventuell auf Weisung der Politik) voranzutreiben. Hat ein First Mover dann tatsächlich die Investition getätigt und erzielt mit der neuen Infrastruktur Gewinne, kann es aber sein, dass sich das Kalkül der Behörde ändert und sie entgegen ihres Ex-ante-Versprechens ex post schließlich doch geringe Zugangsentgelte festlegt, die das Investitionsrisiko nicht ausreichend widerspiegeln und die Pionierrenten aufzehren. Ein solcher regulatorischer Hold-up (oder regulatorischer Ex-post-Opportunismus) gründet vor allem im Anreiz der Behörde, durch niedrige Entgelte Wettbewerb auf der Infrastruktur zu schaffen und so nachgelagert für günstige Preise für die Verbraucher zu sorgen.¹⁴⁷ Das

¹⁴⁵ Vgl. Dewenter, Haucap und Heimeshoff (2009), S. 63.

¹⁴⁶ Beim Informationsmangel Unsicherheit handelt es sich natürlich nicht um die ureigene unternehmerische Unsicherheit, ob eine Investition gelingen oder scheitern wird. Dieser setzen sich Unternehmen freiwillig aus, um im Erfolgsfall Gewinne einfahren zu können (vgl. Kapitel 4). Hier geht es um nicht-unternehmerische Unsicherheit, der Unternehmen unfreiwillig gegenüber stehen (vgl. Fritsch, 2011, S. 271-277).

¹⁴⁷ Dieser Abschnitt folgt bis hierhin Dewenter et al. (2009), S. 80-83. Die inländische Konsumentenrente wird gegenüber der Produzentenrente umso mehr gewichtet, je mehr letztere aufgrund ausländischer Investoren auch international anfällt (vgl. ebd.).

Problem der regulatorischen Hold-up-Situation besteht darin, dass sie wiederum die Investitionsanreize mindert, da ein potenzieller First Mover nicht sicher sein kann, ob er im Erfolgsfall die Rendite erzielen kann, mit der er vor der Investition rechnet – oder ob seine Rendite ex post durch niedrige Entgelte minimiert wird. Im anderen Fall, bei Misserfolg der Investition (z.B., weil die Nachfrage sehr zurückhaltend ist), ist hingegen sicher, dass der First Mover die Verluste voll zu tragen hat. Götz und Zenhäusern fassen diese Asymmetrie treffend zusammen: „Beschränkte Gewinnmöglichkeiten bei vollem Verlustrisiko haben naturgemäß negative Auswirkungen auf die Investitionsanreize.“¹⁴⁸

Ein zweites Problemfeld, auf dem Unsicherheit staatlicherseits provoziert werden kann, wird durch öffentliche Subventionen aufgespannt. Subventionen gehören eigentlich zu der Art staatlicher Eingriffe, die in dieser Arbeit nicht explizit betrachtet werden sollen, da die Marktversagensanalyse in Kapitel 5 keine allokativen Legitimationsbasis für sie hinsichtlich des NGA-Ausbaus in ländlichen Regionen geschaffen hat: Am ehesten könnten sie durch (systematische) positive Externalitäten oder durch eine (ökonomische, nicht staatlich provozierte) „öffentliche Gut“-Eigenschaft gerechtfertigt werden – beides liegt bei NGA-Infrastruktur und ihrem Ausbau aber nicht vor.¹⁴⁹ Stattdessen zielen Subventionen auf staatliche Versorgungsziele (vgl. Kapitel 4). Jedoch, daher wird doch auf sie eingegangen, kann *Subventionsunsicherheit* die NGA-Investitionsanreize schmälern und können Subventionen damit die Versorgungsziele sogar gefährden. Das sei im Folgenden näher erläutert.

Durch die Ausgestaltung der Förder- bzw. Subventionspraxis nimmt der Staat eine bedeutende Rolle bei unternehmensstrategischen Weichenstellungen ein. Folgende Fragen sollen das verdeutlichen: Ist die NGA-Förderung langfristig auf den Ausbau gigabitfähiger (reiner) Glasfaser-Lösungen ausgerichtet? Oder geht es darum, mittels VDSL/Vectoring kurzfristig und zu geringeren Kosten Versorgungslücken zu schließen? Stellt VDSL/Vectoring nur eine Brückentechnologie für die nächsten fünf Jahre dar? Oder ist sie für die öffentliche Hand eine nachhaltige Lösung?¹⁵⁰ Diese Fragen sind für potenziell ausbauwillige Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Wenn schon subventioniert wird, kommt es darauf an, dass sie in der Förderpraxis zielgerichtet, langfristig, transparent und konsistent beantwortet wer-

¹⁴⁸ Götz und Zenhäusern (2013), S. 265.

¹⁴⁹ Vgl. Fredebeul-Krein (2010), S. 115-117.

¹⁵⁰ Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 27.

den. Werden sie das nicht, bedeutet das Unsicherheit und verminderte Investitionsanreize.¹⁵¹ Warum sollte ein Unternehmen z.B. schon jetzt auf den teuren FTTB/H-Ausbau setzen, wenn dieser in fünf Jahren vielleicht massiv öffentlich gefördert wird? Oder wenn das Risiko besteht, dass im Ausbaugebiet auch subventionierte VDSL/Vectoring-Projekte realisiert werden, die Kundenpotenziale abschöpfen und den reinen Glasfaserausbau damit weniger rentabel machen? Generell ist es bei Subventionsunsicherheit stets möglich, dass in Zukunft ein Förderprogramm aufgelegt wird, das besser zu den Planungen des jeweiligen Unternehmens passt als aktuelle Programme. Oder es werden Fördermodelle initiiert, die in der Lage sind, die Planungen zu untergraben. In beiden Fällen ist es attraktiver, Investitionen aufzuschieben.

Eine dritte Art von Unsicherheit, die staatlich provoziert werden kann, kann als *rechtliche Unsicherheit* bei der Nutzung von NGA-Anwendungen bezeichnet werden. Zwei Beispiele sollen das illustrieren: Cloud Computing und E-Health. Beim Cloud Computing muss der Staat komplexe Fragen zu den Themen Datenschutz (z.B. bezüglich der Zugriffsrechte von Sicherheitsbehörden) und Datensicherheit (z.B. bezüglich Zertifizierungsstandards und Authentifizierungsverfahren) beantworten. Ähnliches gilt für den Bereich E-Health. Die Frage nach dem Schutz der Patientendaten ist eine besonders dringende. Hinzu kommen spezifische Anreizprobleme im Gesundheitswesen (z.B. bezüglich der Rolle und Verantwortung der Ärzte), die geklärt werden müssen.¹⁵² Gelingt es dem Staat nicht, die Fragen und Probleme in diesen Anwendungsbereichen (und anderen) zu lösen, senkt die Rechtsunsicherheit das Vertrauen der Nutzer in die neuen Technologien und hemmt damit deren Verbreitung. Sind aber NGA-Anwendungen weniger verbreitet, geht damit vermutlich wiederum eine geringere Nachfrage nach NGA-Breitbandverbindungen einher, was die Investitionsanreize für den NGA-Ausbau reduziert.

¹⁵¹ Vieles spricht dafür, dass die entscheidenden Fragen in der realen Förderpraxis derzeit nicht in der geforderten Weise beantwortet werden. Das Subventionssystem ist zersplittet, es gibt eine Vielzahl öffentlicher Fördermodelle, die sich z.B. bezüglich Träger (Bund, Bundesländer, Europäische Union), Umfang, Finanzierungsart oder Zielsetzung unterscheiden. Eine (wenn auch nicht mehr ganz aktuelle) Bestandsaufnahme der öffentlichen Breitbandförderung findet sich bei Gantumur (2013, S. 17-51).

¹⁵² Vgl. Falck, Haucap und Kühling (2013). Hier werden die rechtlichen Hemmnisse bei der Verbreitung von Cloud Computing (S. 38-62) und E-Health (S. 63-82), aber auch die Chancen der beiden Anwendungsbereiche ausführlich dargestellt.

7 Zwischenfazit und weitere Vorgehensweise II

In Teil B wurden ökonomische Marktversagenstatbestände und politisch provozierte Marktversagenssymptome analysiert, die den Ausbau von NGA-Breitbandnetzen in dünn besiedelten Regionen hemmen können, weil sie Ausbauvorhaben in den Regionen weniger rentabel machen oder generell über verschiedene Mechanismen die Investitionsanreize potenziell ausbauwilliger Unternehmen reduzieren. Im folgenden Teil C (in Kapitel 8) werden die Rückschlüsse aus der Analyse für die ökonomisch gebotene Rolle des Staates gezogen. D.h., es geht um staatliche Maßnahmen und Regeln, die geeignet sein können, die ökonomischen Marktversagenstatbestände zu beheben bzw. die politisch provozierten Symptome – also ein mögliches bestehendes Staatsversagen – zu korrigieren. Dabei ist bei den Maßnahmen, die auf die Behebung von Marktversagen zielen, die hinreichende Bedingung der Marktversagenstheorie zu berücksichtigen. D.h., man muss plausibel erwarten können, dass das staatliche Eingreifen, gemessen am Marktergebnis, tatsächlich zu einem besseren (pareto-superioren) Zustand führen und nicht selbst wiederum unerwünschte Nebenwirkungen (Staatsversagen) zeitigen wird, die Wohlfahrt und Effizienz mindern.¹⁵³ Auch bei den korrigierenden Maßnahmen ist darauf zu achten, dass sie nicht wiederum unerwünschte Nebenwirkungen nach sich ziehen.

Kapitel 8 besteht aus drei Unterkapiteln. Es geht um die Zugangsregulierung, um die Netzneutralitätsregulierung sowie um Transparenz- und Rechtsmaßnahmen. Die Maßnahmen und Regeln können gemeinsam einen effizienten regulatorisch-rechtlichen Rahmen aufspannen, der den marktgetriebenen NGA-Ausbau soweit wie möglich vorantreibt. Aufgrund des begrenzten Umfangs dieser Arbeit werden diese Maßnahmen und Regeln nur in Ausnahmefällen (und wenn wenig ausführlich) mit in der Realität bestehenden, geplanten oder diskutierten regulatorisch-rechtlichen Settings abgeglichen. In Kapitel 9 folgt die Schlussbetrachtung, in der unter anderem kurz auf die politischen Ziele für den NGA-Ausbau (und die auf sie abstellenden staatlichen Maßnahmen) eingegangen wird, die über das NGA-Versorgungslevel hinausgehen, das ein effizienter regulatorisch-rechtlicher Rahmen vermutlich erreichen kann.

¹⁵³ Vgl. Roth (2014), S. 150.

Teil C: Rückschlüsse aus der Marktversagensanalyse und Schlussbetrachtung

8 Maßnahmen zur Schaffung eines effizienten regulatorisch-rechtlichen Rahmens

8.1 Zugangsregulierung

Grundlegende regulatorische Erfordernisse für die Zugangsregulierung wurden in Teil B, speziell in Kapitel 5.1, schon umrissen. Im Folgenden geht es darum, etwas stärker ins Detail der Entgeltregulierung zu gehen und vor allem die Effekte auf die NGA-Ausbaudynamik zu beleuchten. Prinzipiell, auch das wurde schon angedeutet, können bei der Zugangs- und Entgeltregulierung zwei Ziele miteinander im Konflikt stehen. Einerseits will sie für Wettbewerb und damit für günstige Verbraucherpreise sorgen (statische Effizienz). Andererseits will sie über einen längeren Zeitraum Investitionen anreizen (dynamische Effizienz).¹⁵⁴ Dieser Zielkonflikt erschwert die Einhaltung der hinreichenden Bedingung der Marktversagenstheorie, da positive Effekte auf die dynamische Effizienz mit negativen Effekten auf die statische Effizienz einhergehen können (und vice versa).

Zunächst wird (anknüpfend an die Struktur in Kapitel 5.1.2) untersucht, wie eine effiziente Regulierung für das traditionelle Festnetz aussehen kann, dessen Kupferkabel eine monopolistische Bottleneck-Ressource darstellen. Bei der Analyse, welche Effekte die Bottleneck-Situation des traditionellen Kupfernetzes auf die Ausbaudynamik hat (vgl. Kapitel 5.1.2.3), wurde festgestellt, dass seine über die alte Infrastruktur generierten Gewinne für den Kupfer-Incumbent Opportunitätskosten darstellen, die seinen NGA-Ausbau verzögern können; zumindest, solange keine Wettbewerber Druck auf ihn ausüben. Für die Entgeltregulierung, will sie den NGA-Ausbau des Incumbents anreizen, resultieren daraus zwei Motive: Erstens die Senkung der Opportunitätskosten und zweitens die Schaffung von Wettbewerbsdruck. Das erste Motiv wird offenkundig dann erreicht, wenn der Kupfer-Incumbent Vorleistungen nur zu niedrigen Entgelten an seine Wettbewerber verkaufen kann. Beim zweiten Motiv ist die Lage weniger klar. Einerseits können niedrige Entgelte die Anreize von Wettbewerbern, in NGA-Netze zu investieren, senken, da sie ihnen eine günstige Option liefern, das bestehende Netz des Incumbents mit zu nutzen.¹⁵⁵ Andererseits fördern niedrige Entgelte den intensiven Wettbewerb um die Kunden und damit genau den Druck auf die Akteure, sich durch In-

¹⁵⁴ Vgl. Dewenter et al. (2009), S. 64-65.

¹⁵⁵ Vgl. Bourreau, Cambini und Doğan (2012), S. 714.

vestitionen von den Konkurrenten abzusetzen. Beide Motive zusammenommen, erscheinen daher niedrige Entgelte für die Zugangsleistungen zum alten Kupfernetz vorzugswürdig, um den NGA-Ausbau (zumindest des Incumbents) anzureizen und damit die dynamische Effizienz zu erhöhen.¹⁵⁶ Hinsichtlich des potenziellen NGA-Ausbaus von Wettbewerbern wurde in Kapitel 5.1.2.3 noch festgestellt, dass dieser durch die Androhung eines Preiskampfes durch den Kupfer-Incumbent verzögert werden kann. Es ist fraglich, ob die Zugangsregulierung in der Lage ist, dieses Problem abzumildern. Wenn überhaupt, könnte argumentiert werden, dass niedrige Entgelte vorzugswürdig sind. Durch sie sind die Endkundenpreise für die Anschlussprodukte über das Kupfernetz ohnehin günstig, was den Spielraum des Kupfer-Incumbents verkleinert, die Preise noch weiter zu senken, um einem NGA-Wettbewerber Kunden abzujagen. In jedem Fall kommt hinzu, dass niedrige Entgelte aus statischen Effizienzgründen zu bevorzugen sind. Tendenziell kann bei der Regulierung des traditionellen Festnetzes somit kein Konflikt zwischen dynamischer und statischer Effizienz festgestellt werden.

Nun wird untersucht, wie eine effiziente Regulierung für neue NGA-Netze aussehen kann. Hierbei sind vier Punkte entscheidend, auf die nachfolgend eingegangen wird: (1) die Schaffung annähernd gleicher Startvoraussetzungen für alle Akteure (Schaffung eines Level Playing Fields); (2) die Beschränkung der Regulierung auf das ökonomisch gebotene Maß; (3) die Berücksichtigung adäquater Risikoprämien und (4) die gesetzgeberische Bannung des regulatorischen Ex-post-Opportunismus.

Nur wenn (1) alle Akteure annähernd gleiche Startvoraussetzungen haben, also alle Unternehmen in etwa den gleichen Kosten und regulatorischen Anforderungen beim NGA-Ausbau gegenüber stehen, kann ein fairer, lebendiger Wettbewerb um die besten Ausbaustrategien entstehen, der gut ist für die Ausbaudynamik.¹⁵⁷ Mehrere Aspekte müssen dabei berücksichtigt werden. Erstens geht es um einen möglichen Zugang zu bestehenden Kabelrohranlagen, der die Kosten des Glasfaserausbaus stark senken würde (vgl. Kapitel 3.1). Dabei kommen nicht

¹⁵⁶ Andererseits haben hohe Entgelte für den Incumbent den Vorteil, dass dieser durch sie mehr Einnahmen und in der Folge mehr Kapital für NGA-Investitionen zur Verfügung hat (für die Wettbewerber gilt das Gegenteil: Hohe Entgelte bedeuten für sie mehr Ausgaben und damit weniger verfügbares Kapital). Mehr verfügbares Kapital bedeutet aber nicht zwangsläufig mehr Investitionen; möglich ist z.B. auch, dass sich die Eigentümer das Kapital aneignen (vgl. Hessler, 2015, S. 409-410).

¹⁵⁷ Vgl. Czernich, Engl, Falck, Kiessl und Kretschmer (2009), S. 40.

nur bestehende Kabelrohranlagen des alten Kupfernetzes in Frage, sondern auch solche der TV-Kabelanbieter oder von anderen Infrastrukturträgern (z.B. von Energieversorgern) – bei allen Alternativen unter der Prämisse, dass sich die Rohre tatsächlich für das Einziehen von Glasfaserkabeln eignen. Inwiefern solche Kabelrohranlagen – speziell in ländlichen Regionen – existieren, ist schwierig zu sagen, zumindest im traditionellen Kupfernetz sind wenige von ihnen verbaut (vgl. Kapitel 3.1). Wenn es sie aber gibt, sollte die Regulierung zur Schaffung eines Level Playing Fields einen günstigen und vor allem symmetrischen Zugang zu allen bestehenden Kabelrohranlagen sicherstellen – unabhängig davon, ob sie in Besitz des Kupfer-Incumbents, eines TV-Kabelanbieters oder z.B. eines städtischen Versorgers sind.¹⁵⁸ Eine solche symmetrische Regulierung sollte zweitens auch für die Bottleneck-Komponenten gelten, die beim Aufbau neuer NGA-Netze entstehen (also vor allem für neu entstehende Kabelrohranlagen). Dies gilt besonders mit Blick auf NGA-fähige TV-Kabelnetze, bei denen es auch, wie Kapitel 5.1.2.2.2 gezeigt hat, monopolistische Bottleneck-Bereiche gibt, wenn neben ihnen kein Substitut durch ein festnetzbares NGA-Anschlussprodukt existiert. Die Kabelnetze in dieser Situation von der Zugangsregulierung freizustellen, wie es in Deutschland in der Realität der Fall ist, führt zu einer asymmetrischen Regulierung, die ein Level Playing Field verhindert und Vertrauen der Marktakteure in ein verlässliches Regulierungsregime untergräbt.¹⁵⁹ Drittens sind Startvorteile des Kupfer-Incumbents soweit wie möglich abzubauen. Anknüpfend an die Effektanalyse der statischen Bottleneck-Ergebnisse auf die Ausbaudynamik (Kapitel 5.1.2.3), sind hier zwei Aspekte herauszugreifen. Zum einen geht es um den FTTC-Ausbau. Hier können die Startvorteile des Incumbents zwar nicht völlig beseitigt werden (weil er im Besitz des verbleibenden Kupferabschnitts ist). Aber zumindest sollte der Wettkampf um VDSL/Vectoring-Erschließung von KVz fair ausgestaltet werden, indem Wettbewerbern der Zugang zu allen KVz regulatorisch offen gehalten wird (entgegen der aktuellen Regulierungspraxis der BNetzA; vgl. Fußnote 104) und die Entgelte für den Zugriff auf die Kupferkabel niedrig sind. Zum anderen geht es um

¹⁵⁸ Vgl. Czernich et al. (2009), S. 40. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass in einer Region bereits mehrere solcher für das Verlegen von Glasfaserkabeln geeigneten Kabelrohranlagen bestehen, braucht es keine Zugangsregulierung, da diese dann keinen Bottleneck-Charakter haben.

¹⁵⁹ In diesem Kontext ist auch die Abschaffung des in Deutschland geltenden Nebenkostenprivilegs zu empfehlen, das den Kabelnetzbetreibern einen ökonomisch nicht zu rechtfertigenden Wettbewerbsvorteil verschafft (vgl. Kapitel 5.1.2.2.2).

die Frage, wie der Kupfer-Incumbent, wenn er ein neues NGA-Netz baut, mit seiner alten Infrastruktur und den über sie angebotenen Leistungen verfährt. Anders als Konkurrenten, die ein NGA-Projekt verfolgen, kann er durch Stilllegen seines alten Netzes dafür sorgen, dass keine alternativen (leitungsgebundenen) Anschlussprodukte zu seiner NGA-Lösung verfügbar sind und so mehr Nachfrage attrahieren. Dem sollte ein Riegel vorgeschoben werden, indem der Kupfer-Incumbent regulatorisch verpflichtet wird, Wettbewerbern ein Bitstromprodukt anzubieten (über sein neues Netz), das die gleichen Leistungsparameter liefert wie das alte Netz.¹⁶⁰

Für eine effiziente Regulierung neuer NGA-Netze ist (2) entscheidend, dass sie sich auf das *ökonomisch gebotene Maß* gemäß der Bottleneck-Analyse beschränkt. D.h. erstens, dass beim Glasfaserausbau tatsächlich nur der Zugang zu den Kabelrohranlagen reguliert wird, weil die Glasfaserkabel selbst keine Bottleneck-Ressource darstellen (vgl. Kapitel 5.1.2.2.1). Zweitens ist gar keine Regulierung nötig, wenn intermodaler Wettbewerb durch parallele NGA-Infrastrukturen (Festnetz- und TV-Kabelnetz) besteht (womit aber nur in Ballungsgebieten zu rechnen ist; vgl. Kapitel 5.1.2.2.2). Eine Regulierung, die das gebotene Maß übersteigt, schränkt die betriebswirtschaftliche Freiheit der Unternehmen und damit ihre Gewinnmöglichkeiten unzulässig ein. Beobachten die Unternehmen eine solche Regulierungspraxis oder rechnen sie beim Ausbau neuer Netze mit ihr, senkt das ihre Investitionsanreize.

Von großer Bedeutung für die NGA-Regulierung ist (3), dass die Entgelte für die neuen Netzkomponenten, die Bottleneck-Charakter haben (also für die Kabelrohranlagen), *adäquate Risikoprämien* enthalten; sonst kann es zu positiven Externalitäten und damit verbunden zu einem Trittbrettfahrerproblem kommen (vgl. Kapitel 6.1). Das dahinter stehende Grundproblem ist, dass eine Zugangsregulierung die Risiken zwischen dem Unternehmen, das in den NGA-Ausbau investiert (First Mover), und den Unternehmen, die Zugang suchen (Second Mover), asymmetrisch verteilt. Second Mover bekommen eine risikofreie Option, im Erfolgsfall (bei guter Nachfrageentwicklung) Zugang zu den Netzkomponenten des First Movers nachzufragen, für die beim Ausbau hohe und versunkene Kosten angefallen sind. Im Falle des Misserfolgs hingegen, wenn die Investition (bei schlechter Nachfrageentwick-

¹⁶⁰ Vgl. Hessler (2015), S. 354, 356. Alternativ könnte der Incumbent verpflichtet werden, das alte Netz an Wettbewerber zu verkaufen oder zu versteigern. Da dies aber zu einer Kostendopplung führen würde (das alte und neue Netz müssten betrieben werden), ist ein Bitstromprodukt zu bevorzugen (vgl. ebd.).

lung) strandet, trägt der First Mover die alleinigen Verluste in Höhe der versunkenen Kosten.¹⁶¹ Ein bislang in der regulatorischen Praxis weit verbreitetes Problem aber ist, dass die Methoden, die für die Entgeltberechnung verwendet werden, dieser Asymmetrie (bzw. der Existenz versunkener Kosten) nicht genügend Rechnung tragen. Die Entgelte werden in der Regel kostenorientiert bestimmt (z.B. mit Hilfe des Konzepts der Kosten der effizienten Leistungserstellung¹⁶²). Solche Entgelte decken zwar im Erfolgsfall, d.h. aus Ex-post-Sicht (nach getätigter Investition), die Kosten des First Movers (sowohl die operativen Kosten als auch die Kapitalkosten). Sie berücksichtigen aber nicht das Risiko, dem ein potenziell ausbauwilliges Unternehmen ex ante (vor der Investition) gegenübersteht und das dieses in sein Investitionskalkül einbezieht: nämlich das Risiko, im Falle des Misserfolgs Verluste in Höhe der versunkenen Kosten tragen zu müssen. Rein kostenbasierte Entgelte, basierend auf einer Ex-post-Betrachtung, sind daher zu niedrig und hemmen Investitionen.¹⁶³ Nötig sind darüber hinaus adäquate Risikoprämien, die den ausbauwilligen Unternehmen schon ex ante glaubhaft zugesichert werden. Entscheidend ist also (4) die gesetzgeberische *Bannung des regulatorischen Ex-post-Opportunismus* (vgl. Kapitel 6.2). Denn, wie Aubin feststellt, ist die Gefahr der opportunistischen Regulierung „keine exogen gegebene Tatsache, [...] sondern eine gestaltbare institutionelle Variable“.¹⁶⁴ Daher braucht es ein klares Regulierungsmandat, das der Regulierungsbehörde per Gesetz den Spiel-

¹⁶¹ Vgl. Götz und Zenhäusern (2013), S. 265.

¹⁶² Auf die Feinheiten der Konzepte zur kostenorientierten Berechnung wird hier nicht eingegangen. Zur weiterführenden Lektüre siehe z.B. Dewenter et al. (2009, S. 86) oder BNetzA (2017a, S. 11).

¹⁶³ Ein Beispiel, das Dewenter et al. (2009, S. 70-71) folgt, soll das verdeutlichen: Ein Ausbauprojekt erfordert über die Nutzungsdauer von 20 Jahren operative Kosten (OPEX) und versunkene Kapitalkosten in Höhe von jeweils 1 Mio. Euro pro Jahr. Mit 50% Wahrscheinlichkeit erwirtschaftet der Investor Deckungsbeiträge in Höhe von 4 Mio. Euro pro Jahr, mit der Gegenwahrscheinlichkeit nur etwas weniger als die OPEX von 1 Mio. Euro pro Jahr. Im letzten Fall strandet die Investition, doch die versunkenen Kosten sind weiter zu bezahlen. Ex ante ist eine solche Investition effizient, da der erwartete Gewinn bei fast 0,5 Mio. Euro jährlich liegt. Droht aber eine Regulierung, die den Investor im Erfolgsfall verpflichtet, seine Infrastruktur (bzw. die über sie erbrachten Leistungen) zu seinen Kosten (OPEX und Kapitalkosten, also 2 Mio. Euro) zur Verfügung zu stellen, bleibt die Investition aus. Damit trotz Regulierung der erwartete Gewinn ex ante zumindest null beträgt, ist im Erfolgsfall ein Risikoaufschlag in Höhe von 100% auf die Kapitalkosten nötig (dann betragen die Einnahmen im positiven Fall 3 Mio. Euro jährlich).

¹⁶⁴ Aubin (2013), S. 245.

raum zum Ex-Post-Opportunismus nimmt und sie verpflichtet, die beim NGA-Ausbau eingegangen Investitionsrisiken in der Entgeltgestaltung angemessen zu berücksichtigen.¹⁶⁵ Allerdings stellt sich in der regulatorischen Praxis das Problem, wie „adäquate“ Risikoprämien berechnet werden und wie hoch sie de facto ausfallen sollen.¹⁶⁶ Zu hohe Prämien wirken sich negativ auf den Wettbewerb und damit auf die statische Effizienz aus. Es hilft, sich an dieser Stelle die Wohlfahrtsverluste aus ungenügender statischer Effizienz und ungenügender dynamischer Effizienz vor Augen zu führen. Im ersten Fall „geht [...] nur ein Teil der Tauschrente durch überhöhte Preise und den dadurch induzierten Nachfragerückgang verloren“.¹⁶⁷ Im zweiten Fall aber, wenn Investitionen in NGA-Netze aufgrund zu geringer Prämien unterbleiben, „[wird; Anmerkung des Verfassers] die gesamte am Markt realisierbare Tauschrente nicht verwirklicht“.¹⁶⁸ Auch wenn das genaue Austarieren der Effizienzüberlegungen ein Problem bleibt, sollten daher im Zweifel die Risikoprämien eher zu hoch als zu niedrig angesetzt werden.

8.2 Netzneutralitätsregulierung

Schreibt der Staat eine strikte Netzneutralität vor, ist dies ein extremer Eingriff in den marktlichen Preis- und Koordinationsprozess, der einer Null-Preis-Regulierung für den qualitätsdifferenzierten bzw. priorisierten Datentransport im Internet gleichkommt. Dies geht mit negativen Effekten auf die Investitionsanreize einher (vgl. Kapitel 6.1).

Die real geführte politische Netzneutralitätsdebatte ist noch nicht abgeschlossen. Ohne auf die Details einzugehen, kann aber resümiert werden, dass die bisherigen auf europäischer und deutscher Ebene diskutierten Verordnungen trotz der ökonomischen Ineffizienzen eher auf eine strikte Netzneutralität abzielen. Der Wissenschaftliche Beirat beim BMWi sieht hier falsch verstandene Gerechtigkeitsüberlegungen am Werk: „Gleichbehandlung aller Datenpakete erscheint als Gerechtigkeitspostulat.“¹⁶⁹

¹⁶⁵ Vgl. Knieps (2005), S. 19-21. Die Behörde sollte zudem verpflichtet werden, ihre Regulierung gemäß dem disaggregierten Ansatz auf das ökonomisch gebotene Maß zu beschränken.

¹⁶⁶ Vgl. Aubin (2013), S. 244.

¹⁶⁷ Dewenter et al. (2009), S.65-66.

¹⁶⁸ Dewenter et al. (2009), S. 65.

¹⁶⁹ Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2014), S. 11. Für einen ausführlicheren Überblick über die aktuelle Netzneutralitätsdebatte bzw. -situation in

Eine strikte Netzneutralität steht aber der Etablierung eines effizienten regulatorisch-rechtlichen Rahmens, der den privatwirtschaftlichen NGA-Ausbau soweit wie möglich vorantreibt, im Weg. Als Teil eines solchen Rahmens ist ein wettbewerbliches Regime ohne staatliche Regulierung zu bevorzugen, das die marktliche Priorisierung von Datenpaketen ermöglicht. Wie so ein Priority-Pricing-Regime aussehen kann, wird von verschiedenen Ökonomen skizziert. Kruse z.B. umreißt es als das Recht, für den bevorzugten Datentransfer, also für einen Premium Service (im Unterschied zum Best-Effort-Service), zu bezahlen, wenn Kapazitätsengpässe auftreten. Wichtig ist, dass alle Nutzer diskriminierungsfrei das gleiche Recht haben, Priorität zu erlangen. Dabei können sie (oder alternativ die Anbieter qualitätssensitiver Inhalte bzw. Anwendungen) zwischen mehreren Qualitätsklassen wählen, die unterschiedlich bepreist sind.¹⁷⁰ Ein solches Priority Pricing ermöglicht den Anbietern von Internetzugangsdiensten, im Vergleich zu einem strikten Netzneutralitätsregime effizienter über ihre Kapazitäten zu verfügen und höhere Erlöse zu erzielen. Denn sie können die Zahlungsbereitschaften der Nutzer (oder der Anbieter) qualitätssensitiver Anwendungen für einen Premium Service abschöpfen. Das impliziert höhere Investitionsanreize, wie Bourreau, Kourandi und Valletti zeigen. In ihrem Modell führt ein Priority-Pricing-Regime verglichen mit einer strikten Netzneutralitätsregulierung zu mehr Investitionen in Netzkapazitäten, mehr Innovationen bei den Inhalten sowie zu höherer Wohlfahrt. Dabei modellieren sie einen Markt, in dem zwei konkurrierende Zugangsplattformen (Internetanbieter) die zwei Seiten des Internets zusammenbringen: ein Kontinuum an heterogenen Anbietern von Inhalten (Anwendungen bzw. Diensten) und die Nutzer.¹⁷¹

Der Charakter des Internets als zweiseitiger Markt birgt allerdings die Gefahr wettbewerbsschädlichen Verhaltens. Die Internet- bzw. Netzanbieter haben als Intermediär eine dominante Position, die mit ihrem Marktanteil wächst: Sie besitzen sozusagen den Zugang zu ihren Kunden. Bei Fehlen einer strikten Netzneutralität sind z.B. Verträge möglich, durch die sich Dienstanbieter exklusiven Zugang zu den Kunden eines Netzanbieters sichern können und durch die somit andere Inhalte benachteiligt werden. Das kann, so die Befürchtung, zu einem fragmentierten Internet führen, in dem manche Inhalte nicht mehr für alle

der EU und Deutschland siehe z.B. Feld, Doerr, Nientiedt und Köhler (2016, S. 41-42) oder Wikipedia (b).

¹⁷⁰ Vgl. Kruse (2011), S. 182-183.

¹⁷¹ Vgl. Bourreau et al. (2015), S. 30. In ihrem Modell zahlen die Anbieter von Anwendungen (nicht die Endnutzer) für die Priorisierung (vgl. ebd.).

Nutzer universell verfügbar sind.¹⁷² Treten die Netzanbieter selbst als Dienstanbieter auf, ist zudem denkbar, dass sie ihre eigenen Dienste zum Nachteil anderer beim Datentransfer bevorzugen. Doch zum einen sind diese Verhaltensweisen nur dann problematisch, wenn sie für die Kunden intransparent sind.¹⁷³ Zum anderen ist davon auszugehen, dass Netzanbieter – stehen sie im Wettbewerb um Kunden – selbst ein Interesse daran haben, vielfältige Dienste und Inhalte anzubieten, um Nutzer zu gewinnen.¹⁷⁴ Der Wettbewerb um Kunden setzt auch einer anderen Praxis der Netzanbieter Grenzen, die bei Fehlen einer strikten Netzneutralität befürchtet wird. Nämlich, dass sie ihre Investitionen in Netzkapazitäten reduzieren – in der Absicht, die normale (Best-Effort-) Übertragungsqualität zu verschlechtern, um so mehr Nutzer zur Wahl des Premium Service zu bewegen. Wissen die Kunden um die schlechte Best-Effort-Qualität eines Anbieters, werden sie sich vermutlich nicht für ihn, sondern für einen Konkurrenten entscheiden.¹⁷⁵

Entscheidend ist, dass die möglichen Nebenwirkungen eines Priority-Pricing-Regimes keinen strengen *ex ante* Eingriff durch Verordnung einer strikten Netzneutralität rechtfertigen. Dieser würde die effizienz- und wohlfahrtsförderlichen Effekte, die von einem Priority-Pricing-Regime erwartet werden können, von Vornherein unmöglich machen. Treten Nebenwirkungen auf, genügt es, sie *ex post* zu korrigieren: Wird beispielsweise die absichtliche Verschlechterung der Best-Effort-Übertragungsqualität beobachtet, kann über die Einführung von Mindeststandards für sie nachgedacht werden.¹⁷⁶ Ansonsten ist es essentiell, die möglichen Nebenwirkungen schon vor ihrem Entstehen durch eine konsequente Wettbewerbspolitik einzudämmen. Für Kruse sind dabei drei Punkte wichtig: „[...] die Erhaltung des Wettbewerbs zwischen den Internet Service Providern [Netzanbieter; Anmerkung des Verfassers], die Durchsetzung des Prinzips der Nichtdiskriminierung und die Schaffung von Transparenz für die Konsumenten.“¹⁷⁷ Der letzte Punkt leitet über zum nächsten Kapitel.

¹⁷² Vgl. Vogelsang (2013), S. 34-35.

¹⁷³ Vgl. Haucap (2013).

¹⁷⁴ Vgl. Vogelsang (2013), S. 35.

¹⁷⁵ Vgl. Kruse (2011), S. 183.

¹⁷⁶ Vgl. Vogelsang (2013), S. 33, 37.

¹⁷⁷ Kruse (2011), S. 185. Der erste von Kruse angeführte Punkt verweist vor allem auf die Schaffung von Wettbewerb durch die Zugangsregulierung monopolistischer Bottlenecks. Hierbei gilt es aber wiederum den Zielkonflikt zwischen statischer und dynamischer Effizienz zu beachten, der in Kapitel 8.1 für neue NGA-Netze dargelegt wurde.

8.3 Transparenz- und Rechtsmaßnahmen

In diesem Kapitel werden zunächst Transparenzmaßnahmen diskutiert, die an Kapitel 5.3.2 (Qualitätsunkenntnis) und an den letzten Abschnitt (Netzneutralität) andocken.

In Kapitel 5.3.2 wurde dargestellt, dass bei Vertragsabschluss Referenz-Bandbreiten aus der Nachbarschaft angegeben werden sollten, die die Informationsbasis der Kunden erhöhen und somit einer möglichen Verzerrung der Zahlungsbereitschaft nach unten entgegenwirken. Wenn die Internetanbieter dazu nicht bereit sind, gibt es zwei Optionen für staatliches Handeln. Entweder die Anbieter werden gesetzlich zur Angabe der Referenz-Bandbreiten in den Verträgen verpflichtet. Oder der Staat selbst stellt sie bereit. Im zweiten Fall ist der Staat aber darauf angewiesen, dass entweder die Anbieter oder die Nutzer (über ein Messstool, das ihnen staatlicherseits zur Verfügung gestellt werden kann) ihn mit den Vergleichswerten versorgen. Der Vorteil dabei ist, dass – im Falle mehrerer Anbieter in einer Nachbarschaft – Koordinationsprobleme zwischen den privaten Akteuren vermieden werden können, weil der Staat die Ermittlung der Werte koordiniert. Der Nachteil ist, dass die staatliche Koordination und Bereitstellung Kosten verursachen, die von der Allgemeinheit getragen werden müssen. Also auch von Bürgern, die an den Informationen gar kein Interesse haben – für sie bedeutet das einen Nutzenverlust.¹⁷⁸ Daher erscheint die gesetzliche Verpflichtung vorzugswürdig.

Als weitere Garantie für die Kunden kann über staatliche Qualitätsrichtlinien nachgedacht werden. Diese können z.B. Schwellen festlegen, ab wann die tatsächlich erreichte Bandbreite von der vertraglich versprochenen so sehr abweicht, dass die Leistung als nicht mehr vertragskonform anzusehen ist. Die Kunden können die Bandbreiten mit einer staatlich bereitgestellten Messsoftware dokumentieren. Bei nicht vertragskonformen Abweichungen sollte es ihnen dann möglich sein, den Vertrag zu kündigen oder in einen günstigeren Tarif zu wechseln. Solche Qualitätsrichtlinien für die Zeit nach Vertragsabschluss sind besonders sinnvoll für Nachbarschaften, in denen neue NGA-Netze entstehen, bei denen die Angabe von Referenz-Bandbreiten für die ersten Nutzer bei Vertragsabschluss noch nicht möglich ist.¹⁷⁹

¹⁷⁸ Vgl. Roth (2014), S. 194.

¹⁷⁹ Tatsächlich hat die BNetzA im April dieses Jahres in einem ersten Entwurf solche Qualitäts- bzw. Abweichungsrichtlinien festgelegt (vgl. BNetzA, 2017c).

Bisher war nur die Rede von Bandbreiten. Die diskutierten Transparenzmaßnahmen können aber auch um andere Qualitätsfaktoren (z.B. Latenzen) erweitert werden. Für die Nutzer hieße das eine noch bessere Informationsbasis – z.B. auch, um bei Priority Pricing die absichtliche Verschlechterung der Best-Effort-Qualität erkennen zu können. Bei (der ökonomisch gebotenen) Nichtregulierung der Netzneutralität sollten die Netzanbieter zudem verpflichtet werden, exklusive Verträge mit Dienstanbietern und die Bevorzugung eigener Inhalte transparent zu machen (vgl. Kapitel 8.2).

Zuletzt geht es noch um Rechtsmaßnahmen, die das in Kapitel 6.2 dargelegte Problem rechtlicher Unsicherheit bei der Nutzung von NGA-Anwendungen betreffen. An dieser Stelle kann nicht ausführlich erörtert werden, welche Maßnahmen im Einzelnen in den verschiedenen Anwendungsbereichen nötig sind, um Rechtssicherheit zu etablieren. In vielen Bereichen (z.B. bei Cloud Computing und E-Health; vgl. Kapitel 6.2) spielt der Datenschutz eine herausragende Rolle, für den ein konsistenter und verständlicher Rechtsrahmen nötig ist, um Vertrauen in neue Anwendungen herzustellen. Um einen solchen Rechtsrahmen zu etablieren, ist ein umfassender Ansatz nötig, der verschiedene Sektoren (z.B. Industrie- und Gesundheitspolitik) sowie verschiedene Ebenen (z.B. EU, Bund und Länder) umfasst.¹⁸⁰

¹⁸⁰ Vgl. Falck, Haucap, Kühling und Mang (2013), S. 46.

9 Schlussbetrachtung

Basierend auf der Marktversagenstheorie wurde in dieser Arbeit herausgearbeitet, welche ökonomisch gebotene Rolle der Staat beim Ausbau von Breitband-Hochleistungsinfrastruktur in dünn besiedelten Regionen einnehmen kann. Dafür wurden staatliche Maßnahmen und Regeln abgeleitet, die den marktgetriebenen Ausbau stärken und vorantreiben können. Und zwar, indem sie über diverse Mechanismen (z.B., indem sie Investitionsrisiken bei der Zugangsregulierung adäquat berücksichtigen, ein Priority-Pricing-Regime ermöglichen oder durch Transparenzauflagen einer negativ verzerrten Zahlungsbereitschaft entgegenwirken) die Rentabilität der Ausbauvorhaben und damit die Investitionsanreize erhöhen. Ein so etablierter effizienter regulatorisch-rechtlicher Rahmen fördert den NGA-Ausbau insgesamt und speziell dort, wo private Investitionen mit den größten Risiken behaftet und bislang meist ausgeblieben sind: in dünn besiedelten Regionen.

Ein solcher Rahmen wird aber, wie schon mehrfach erwähnt, vermutlich nicht dazu führen, dass (bei aktuellem Stand der Technik) rein marktgetrieben ein flächendeckender NGA-Ausbau erfolgen wird. Verfolgt der Staat flächendeckende Versorgungsziele, wie in Deutschland¹⁸¹, sind weitergehende Staatseingriffe in Form öffentlicher Finanzierungsmaßnahmen nötig. Diese ökonomisch ungerechtfertigten Maßnahmen der Breitbandförderung (vgl. Kapitel 4) lagen nicht im Forschungsinteresse dieser Arbeit und waren nur an einer Stelle explizit ihr Gegenstand. In Kapitel 6.2 wurde dargestellt, dass durch Subventionen provozierte Unsicherheit die marktlichen Investitionsanreize sogar senken kann. Die Frage ist also, wie solche nicht-marktfkonformen, auf politische Ziele abstellenden Maßnahmen ausgestaltet werden können, um die mit ihnen einhergehenden ökonomischen Ineffizienzen zumindest zu reduzieren. Diese Frage bietet ein weites Feld für weitere Forschungsvorhaben, für die an dieser Stelle nur oberflächliche Anregungen gegeben werden können. Ein zu beachtender Aspekt ist z.B., dass die staatliche Förderpraxis zielgerichtet, langfristig, transparent und konsistent ausgerichtet sein muss, um Subventionsunsicherheit zu vermeiden (vgl. Kapitel 6.2). Entscheidet sich der Staat etwa für die Förderung gigabitfähiger (reiner) Glasfaserlösungen, muss die Möglichkeit strategisch eingesetzter FTTC-

¹⁸¹ Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, dass bis Ende 2018 flächendeckend alle deutschen Haushalte mit mindestens 50 Mbit/s versorgt sind (vgl. Bundesregierung, 2014, S. 4). Zudem hat das BMVI das Ziel ausgegeben, bis 2025 eine gigabitfähige Infrastruktur aufzubauen (vgl. BMVI, 2017b, S. 9).

Investitionen des Kupfer-Incumbents beachtet werden (vgl. Kapitel 5.1.2.3). Werden Ausbauprojekte öffentlich subventioniert, findet darvorr eine Markterkundung statt. Sind die hier getätigten Aussagen nicht verbindlich (wie es derzeit der Fall ist), kann der Incumbent zunächst keinerlei FTTC-Bestrebungen signalisieren und erst dann mit einem FTTC-Projekt starten, wenn ein Konkurrent mit dem öffentlich geförderten FTTB/H-Ausbau beginnt. Damit würde der subventionierte Ausbau konterkariert; notwendig ist daher eine höhere Verbindlichkeit der bei der Markterkundung getätigten Aussagen, z.B. durch gesetzlich verankerte Bindungsfristen.¹⁸²

¹⁸² Vgl. Wernick und Henseler-Unger (2016), S. 36.

Literaturverzeichnis

- Akamai (2016): Akamai's State of the Internet Q3 2016 Report, Akamai, Cambridge. <https://www.akamai.com/cn/zh/multimedia/documents/state-of-the-internet/q3-2016-state-of-the-internet-connectivity-report.pdf>, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- ANGA (2011): Das deutsche Breitbandkabel 2011, ANGA, Köln. http://anga.de/media/file/4.ANGA_Das_deutsche_Breitbandkabel_2011_01.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- ANGA (2016a): Das deutsche Breitbandkabel 2016, ANGA, Köln. http://anga.de/media/file/937.Annga_Factsheets-BB-online-02.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- ANGA (2016b): Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur, ANGA, Köln. http://anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-online.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Aubin, B. (2013): Daseinsvorsorge und Universaldienst – Untersuchungen zu Ordnungstheorie und Ordnungspolitik 65, Tübingen.
- Backhaus, M./ Lambeck, M.S./ Uhlenbroich, B. (2013): „Wir brauchen das schnellste Internet der Welt“, in Bild.de, 22.12.2013. <http://www.bild.de/politik/inland/alexander-dobrindt/interview-mit-alexander-dobrindt-33955848.bild.html>, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- Baumol, W.J./ Panzar, J.C./ Willig, R.D. (1982): Contestable Markets and the Theory of Industry Structure, New York u.a.
- Bitkom (2013): Positionspapier – Zukünftige Verwendung des Frequenzbereichs von 694 bis 790 MHz, Bitkom, Berlin. <http://digitalestadt.org/bitkom/org/noindex/Publikationen/2013/Positionen/Positionspapier-700-MHz-Frequenzen/BITKOM-Positionspapier-700-MHz-Frequenzen-final.pdf>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Blank, P. (2015): Faktencheck Vectoring-Ausbau, in: telekom.com, 05.03.2015. <https://www.telekom.com/de/blog/konzern/article/faktencheck-vectoring-ausbau-64784>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- BLE (2014): Nutzungschancen des Breitbandinternets für ländliche Räume, BLE, Bonn. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/04_Partner/Daseinsvo

rsorge/Studie_Breitband_BLE_322_12_2013.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BMVI (2017a): Netzallianz beschließt Zukunftsoffensive Gigabit-Deutschland, Pressemitteilung vom 07.03.2017. <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/029-dobrindt-netzallianz.html?nn=214364>, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.

BMVI (2017b): Netzallianz Digitales Deutschland, BMVI, Berlin. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/netzallianz-digitales-deutschland.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.

BMW (2016): Digitale Strategie 2025, BMWi, Berlin. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-strategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=8, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BNetzA (a): Mobilfunknetze. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OeffentlicheNetze/Mobilfunknetze/mobilfunknetze-node.html, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BNetzA (b): Maßstäbe/Methoden. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/massstaebe_methoden/massstaebe-methoden-node.html, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BNetzA (2016): Bundesnetzagentur gibt endgültige Vectoring-Entscheidung bekannt, Pressemitteilung vom 01.09.2016. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2016/160109_Vectoring.html, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BNetzA (2017a): Konsultationsdokument – Fragen der Entgeltregulierung bei FttH/B-basierten Vorleistungprodukten mit Blick auf den Ausbau hochleistungsfähiger Glasfaserinfrastrukturen, BNetzA, Bonn. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Marktregulierung/Massstaebe_Methoden/FttH_FttB_Ausbau/Konsultationsdokument_Entgeltregulierung_FttH_FttB.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

BNetzA (2017b): Bundesnetzagentur veröffentlicht ersten Bericht zur Breitbandmessung, Pressemitteilung vom 27.03.2017. <https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/D>

E/2017/27032017_Breitbandmessung.html, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.

BNetzA (2017c): Bundesnetzagentur startet Anhörung zu Abweichungen bei Breitbandgeschwindigkeiten im Festnetz, Pressemitteilung vom 12.04.2017. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2017/12042017_breitbandgeschwindigkeiten.html, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.

Bourreau, M./ Cambini, C./ Doğan, P. (2012): Access pricing, competition, and incentives to migrate from “old” to “new” technology, in: International Journal of Industrial Organization, Vol. 30, Issue 6, S. 713-723.

Bourreau, M./ Kourandi, F./ Valletti, T. (2015): Net Neutrality with Competing Internet Platforms, in: The Journal of Industrial Economics, Vol. 63, Issue 1, S. 30-73.

Brenner, W./ Zarnekow, R./ Kruse, J./ Sidler, A. (2008): Qualität im Internet, in: Elektrotechnik und Informationstechnik, Band 125, Heft 7-8, S. 268-273.

Bundesregierung: Digitaler Zugang für ländliche Gebiete. https://www.digitale-agenda.de/Webs/DA/DE/Handlungsfelder/1_DigitaleInfrastrukturen/1-2_DigitalerZugang/digitaler-zugang_node.html, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

Bundesregierung (2009): Breitbandstrategie der Bundesregierung, Berlin. http://www.net-im-web.de/pdf/Breitbandstrategie_der_Bundesregierung.pdf, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.

Bundesregierung (2014): Digitale Agenda 2014-2017, Berlin. https://www.digitale-agenda.de/Content/DE/_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.

Castaldo, A./ Fiorini, A./ Maggi, B. (2015): Fixed Broadband Connections and Economic Growth: A Dynamic OECD Panel Analysis, Public Finance Research Papers, Istituto di Economia e Finanza, DIGEF, Sapienza University of Rome, n. 17.

Cisco (2017): Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology - 2016-2021, Cisco, San José. <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/complete-white-paper-c11-481360.pdf>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

- Czernich, N./ Engl, F./ Falck, O./ Kiessl, T./ Kretschmer, T. (2009): Regulatory Framework for Next-Generation Access Across Europe, in: CESifo Dice report, Vol. 7, Issue 1, S. 35-40.
- Czernich, N./ Falck, O. (2009): Investitionen in das Breitbandnetz im Spannungsfeld zwischen Wettbewerb und Regulierung, in: ifo-Schnelldienst, Jg. 62, Heft 10, S. 8-11. https://www.cesifo-group.de/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_doc_name=1121676.PDF, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Czernich, N./ Falck, O./ Kretschmer, T./ Woessmann, L. (2011): Broadband Infrastructure and Economic Growth, in: The Economic Journal, Vol. 121, Issue 552, S. 505-532.
- Deutsche Telekom (2014): Drei Millionen Kunden nutzen IP-Technologie, Pressemitteilung vom 14.05.2014. <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/deutsche-telekom--drei-millionen-kunden-nutzen-ip-technologie-347736>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Dewenter, R./ Haucap, J./ Heimeshoff, U. (2009): Regulatorische Risiken in Telekommunikationsmärkten aus institutionenökonomischer Perspektive, in: Blum, U. (Hg.): Regulatorische Risiken – Das Ergebnis staatlicher Anmaßungen oder ökonomisch notwendiger Intervention, Schriften des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle, Band 29, Baden-Baden, S. 59-98.
- Doose, A.M./ Elixmann, D./ Jay, S. (2009): „Breitband/Bandbreite für alle“: Kosten und Finanzierung einer nationalen Infrastruktur, WIK Diskussionsbeitrag 330, Bad Honnef.
- Düsterhöft, A.: Flächendeckender LTE-Ausbau dank Digitaler Dividende, in: teltarif.de. <https://www.teltarif.de/mobilfunk/internet/digitale-dividende.html>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Elektronik Kompendium (a): Vermittlungstechnik. <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/0211191.htm>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Elektronik Kompendium (b): Glasfaser-Netzarchitektur. <https://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1403191.htm>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Elixmann, D./ Kühling, J./ Marcus, S./ Neumann, K.H./ Plückebaum, T./ Vogelsang, I. (2008a): Anforderungen der Next Generation Networks an Politik und Regulierung – 1. Technische und ökonomische Grundlagen des NGN, Studie für das BMWi, WIK-Consult GmbH, Bad Honnef.

- Elixmann, D./ Kühling, J./ Marcus, S./ Neumann, K.H./ Plückebaum, T./ Vogelsang, I. (2008b): Anforderungen der Next Generation Networks an Politik und Regulierung – 3. Herausforderungen des NGN für das aktuell bestehende Regulierungsregime, Studie für das BMWi, WIK-Consult GmbH, Bad Honnef.
- Europäische Kommission (2014): Haushaltsumfrage zur E-Kommunikation und zum Binnenmarkt für Telekommunikation, Europäische Kommission, Brüssel. http://ec.europa.eu/comm/frontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_414_de.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Falck, O./ Haucap, J./ Kühling, J./ Mang, C. (2013): Alles Regulierung oder was? Die Bedeutung der Nachfrageseite für eine wachstumsorientierte Telekommunikationspolitik, in: ifo-Schnelldienst, Jg. 66, Heft 15, S. 42-46.
- Falck, O./ Haucap, J./ Kühling, J. (2013): Wachstumsorientierte Telekommunikationspolitik – Handlungsbedarf und -optionen, Studie im Auftrag des BMWi. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/wachstumsorientierte-telekommunikationspolitik-handlungsbedarf-und-optionen.pdf?__blob=publicationFile&v=5, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Feld, L.P./ Doerr, A./ Nientiedt, D./ Köhler, E.A. (2016): Ordnungspolitische Herausforderungen der Digitalisierung, Veröffentlichung der Konrad-Adenauer-Stiftung e.V., Sankt Augustin/Berlin. http://www.kas.de/wf/doc/kas_45123-544-1-30.pdf?160510091804, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Flamm, K./ Chaudhuri, A. (2007): An analysis of the determinants of broadband access, in: Telecommunications Policy, Vol. 31, Issue 6, S. 312-326.
- Fornefeld, M./ Logen, M. (2013): Bewertung der Grundversorgung mit Breitbandinternet bezüglich der Fördermaßnahmen entsprechend der Richtlinie zur Integrierten Ländlichen Entwicklung, Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Heft 2/2013, Dresden.
- Fredebeul-Krein, M. (2010): Wirtschaftskrise: Staatliche Förderung von glasfaserbasierten Breitbandnetzen?, in: Wirtschaftsdienst, Jg. 90, Heft 2, S. 113-117.
- Friederiszick, H.W./ Kaluzny, J./ Kohnz, S./ Grajek, M./ Röller, L.-H. (2011): Beurteilung eines nachhaltigen Internet-Modells für die nahe Zukunft, ESMT Business Brief Nr. BB-11-02. <http://>

- static.esmt.org/publications/businessbriefs/BB-11-02.ger.pdf, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Fritsch, M. (2011): Marktversagen und Wirtschaftspolitik, 8. Auflage, München.
- Fuchs, J.G. (2013): Internet-Infrastruktur: So sieht es wirklich aus mit unserem Netz, in: t3n.de, 30.12.2013. <http://t3n.de/news/internet-infrastruktur-sieht-465368/>, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Gabelmann, A. (2001): Monopolistische Bottlenecks versus wettbewerbsfähige Bereiche im Telekommunikationssektor, Diskussionsbeitrag Institut für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik Freiburg, Nr. 82. <https://portal.uni-freiburg.de/vw/files/files-publikationen/disk/disk82>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Gantumur, T. (2013): Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag 378, Bad Honnef.
- Gillett, S.E./ Lehr, W.H./ Osorio, C.A./ Sirbu, M.A. (2006): Measuring Broadband's Economic Impact, Final Report, Prepared for the U.S. Department of Commerce. http://cfp.mit.edu/publications/CFP_Papers/Measuring_bb_econ_impact-final.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Götz, G./ Zenhäusern, P. (2013): Investitionen und Regulierung bei schnellen Internetzugängen in Deutschland und der Schweiz, in: Wirtschaftsdienst, Jg. 93, Heft 4, S. 260-266.
- Grove, N./ Picot, A./ Jondral, F.K./ Elsner, J. (2011): Why the Digital Dividend will not close the Digital Divide, in: Intermedia, Volume 39, Issue 2, S. 32-27.
- Hätonen, J. (2011): The economic impact of fixed and mobile high-speed networks, in: EIB Papers, Vol. 16, Issue 2, S. 30-59. <https://www.econstor.eu/handle/10419/54666>, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Haucap, J. (2013): Netzneutralität: Die Perspektive eines Wettbewerbsökonomen, in: INSM Ökonomenblog, 24.04.2013. <http://www.insm-oekonomenblog.de/10250-netzneutralitat-die-perspektive-eines-wettbewerbsokonomen/>, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Hauck, M. (2010): Der deutsche Kabel-Salat, in: sueddeutsche.de, 06.12.2010. <http://www.sueddeutsche.de/digital/internet-per-glasfaser-der-deutsche-kabel-salat-1.1032459>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

- Hayek, F.A.v. (1969): Wettbewerb als Entdeckungsverfahren, in: Freiburger Studien, gesammelte Aufsätze, S. 249-265.
- Hayek, F.A.v. (1975): Die Anmaßung von Wissen, in: ORDO: Jahrbuch für die Ordnung von Wirtschaft und Gesellschaft, Band 26, S. 12-21.
- 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, Norderstedt.
- Hoffmann, R. (2010): Marktforschung zu Kundenerwartungen an Breitband der Zukunft, NGA-Forum der BNetzA. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/sitzungen/7teSitzung/Hoffmann_NGAForum_20101103.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Holznagel, B./ Picot, A./ Deckers, S./ Grove, N./ Schramm, M. (2010): Strategies for Rural Broadband – An economic and legal feasibility analysis, Wiesbaden.
- ITU (2003): The Birth of Broadband – Frequently Asked Questions. <https://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq.html>, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- IW Consult (2016): Der Weg in die Gigabitgesellschaft, Studie im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation, IW Consult GmbH, Köln. http://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2016/06/Vodafone-Gigabit-Gesellschaft_Aktualisierung-170616.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Jay, S./ Neumann, K.H./ Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbau und sein Subventionsbedarf – Zusammenfassung der Ergebnisse eines Forschungsprojekts, WIK, Bad Honnef. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Breitband/NGA_NGN/NGA-Forum/sitzungen/15teSitzung/NGAForum201109_WIKStudieFolien.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Jay, S./ Neumann, K.H./ Plückebaum, T. (2012): Investitionsvolumen und Herausforderungen eines nationalen Glasfaserausbau in Deutschland, in: Wirtschaftsdienst, Jg. 92, Heft 1, S. 51-55.

- Kafka, G. (2012): Glasfasern legen: Fräsen statt Graben, in: ingenieur.de, 12.10.2012. <http://www.ingenieur.de/Branchen/IT-Telekommunikation/Glasfasern-legen-Fraesen-statt-Graben>, zuletzt abgerufen am 08.07.2012.
- Knieps, G. (2005): Telecommunications markets in the stranglehold of EU regulation: On the need for a disaggregated regulatory contract, Diskussionsbeitrag Institut für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik Freiburg, Nr. 109. <https://portal.uni-freiburg.de/vw/files/files-publikationen/disk/disk109>, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Knieps, G. (2007): Netzökonomie, Wiesbaden.
- Knieps, G. (2013): Europäische Telekommunikationsregulierung: Quo vadis?, Diskussionsbeitrag Institut für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik Freiburg, Nr. 143. <https://portal.uni-freiburg.de/vw/files/files-publikationen/disk/disk143>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Kruse, J. (2011): Ökonomische Grundlagen des Wettbewerbs im Internet, in: Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, Jg. 60, Heft 2, S. 175-186.
- Litan, R.E./ Singer, H.J. (2010): Net Neutrality is bad Broadband Regulation, in: The Economists' Voice, Vol. 7, Issue 3, S. 1-5. https://haljsinger.files.wordpress.com/2011/10/litan_singer_ev.pdf, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.
- Maier, A. (2007): Arcor will VDSL-Netz ausbauen, in: Financial Times Deutschland, 16.11.2007. https://web.archive.org/web/20071117054309/http://www.ftd.de/technik/it_telekommunikation/:Arcor%20VDSL%20Netz/279358.html, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Mölleryd, B. (2015): Development of High-speed Networks and the Role of Municipal Networks, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 26. <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5jrqdl7rvns3-en.pdf?Expires=1499528739&id=id&accname=guest&checksum=E1D815AA34792978E3D15A59B089AA7F>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Monberg, R. (2000): Theorie und Politik der Infrastruktur unter Berücksichtigung institutionen- und politökonomischer Einflussfaktoren, Europäische Hochschulschriften, Bd. 2684, Frankfurt am Main.
- Monopolkommission (2011): Telekommunikation 2011: Investitionsanreize stärken, Wettbewerb sichern, Sondergutachten 61 der Mo-

- nopolkommission, Bonn. http://www.monopolkommission.de/images/PDF/SG/s61_volltext.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Neuhetzki, T. (2016a): Super Vectoring: 300 MBit/s per Telefonleitung auf Knopfdruck?, in: teltarif.de, 09.12.2016. <https://www.teltarif.de/super-vectoring-ausbau-deutschland-vplus/news/66597.html>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Neuhetzki, T. (2016b): Kabelanbieter: Open-Access-Druck wird größer, in teltarif.de, 07.09.2016. <https://www.teltarif.de/kabel-internet-infrastruktur-open-access/news/65395.html>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- OECD (2000): OECD Wirtschaftsausblick Nr. 68, Paris.
- Picot, A. (2008): Theorien der Regulierung und ihre Bedeutung für den Regulierungsprozess, in: Picot, A. (Hg.): 10 Jahre wettbewerbsorientierte Regulierung von Netzindustrien in Deutschland: Be standsaufnahme und Perspektiven der Regulierung, München, S. 9-36.
- Picot, A./ Grove, N. (2010): Closing Gaps in the Information Society: Providing High-Speed Broadband Access to Rural Areas, Working Paper No. 2010-17, IX Milan European Economic Workshop.
- Pigliapoco, E./ Bogliolo, A. (2010): Enhancing Broadband Penetration in a Competitive Market, in: Mauri, J.L./ Sendra, S./ Tomás, J./ Wu, W.W. (Hgg.): Internet 2010, The Second International Conference on Evolving Internet, Valencia, S. 159-163.
- Reents, R.R. (2016): Ausbau und Finanzierung einer flächendeckenden Breitbandversorgung in Deutschland, Schriften zum Infrastrukturrecht 8, Tübingen.
- Rohman, I.K./ Bohlin, E. (2012): Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries, 23rd European Regional Conference of the International Telecommunication Society, Vienna, Austria, 1-4 July 2012. <https://www.econstor.eu/handle/10419/60385>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Roth, S.J. (2014): VWL für Einsteiger, 4. Auflage, München.
- RTR (2007): Diskussionsdokument zum Zukunftsthema „Next Generation Networks: Regulierung“, RTR-GmbH, Wien. https://www.rtr.at/de/inf/Files/4380_Diskussionsdokument_NGN_Regulierung.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

- Scheule, R.M. (2005): Das „Digitale Gefälle als Gerechtigkeitsproblem, in: Informatik Spektrum, Band 28, Nr. 6, S. 474-488.
- Statistisches Bundesamt: Breitband-Internetanschlüsse. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Internationale/s/Thema/ErlaeuterungenGlossar/BreitbandInternetanschluesse.html>, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- toplink GmbH: Was ist der Unterschied zwischen ISDN und DSL? <https://www.toplink.de/gut-zu-wissen/was-ist-der-unterschied-zwischen-isdn-und-dsl/>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- TÜV Rheinland (2016a): Aktuelle Breitbandverfügbarkeit in Deutschland (Stand Ende 2016), Erhebung im Auftrag des BMVI, Berlin. http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/breitbandverfuegbarkeit-ende-2016.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- TÜV Rheinland (2016b): Bericht zum Breitbandatlas Mitte 2016 im Auftrag des BMVI, TÜV Rheinland Consulting GmbH, Berlin. http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-mitte-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- VATM (2016): 18. TK-Marktanalyse Deutschland 2016, Dialog Consult/VATM, Köln. http://www.vatm.de/index.php?eID=tx_nawsecuredl&u=0&g=0&t=1499609486&hash=3250131b3a2f88dd85cdde66a63a5888b87a3a65&file=uploads/media/VATM_TK-Marktstudie_2016_191016.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Vogelsang, I. (2013): The Endgame of Telecommunications Policy? A Survey, CESifo Working Paper No. 4545.
- Wernick, C. (2016): Ökonomie und Kostenstrukturen des Glasfaserausbau, WIK, Bad Honnef. http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_OEkonomie_Glasfaserausbau.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.
- Wernick, C./ Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie für BREKO, WIK-Consult GmbH, Bad Honnef. http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf, zuletzt abgerufen am 07.07.2017.
- WIK (2016): FTTB/H-Netze für Deutschland: Relevanz, Treiber und Trends, WIK-Consult GmbH, Bad Honnef. http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Management_Summary.pdf, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

Wikipedia (a): Glasfasernetz. <https://de.wikipedia.org/wiki/Glasfasernetz#Nachteile>, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

Wikipedia (b): Netzneutralität. https://de.wikipedia.org/wiki/Netzneutralit%C3%A4t#Situation_in_verschiedenen_L%C3%A4ndern, zuletzt abgerufen am 09.07.2017.

Wissenschaftlicher Beirat beim BMWi (2014): Engpassbasierte Nutzerfinanzierung und Infrastrukturinvestitionen in Netzsektoren, BMWi, Berlin. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Ministerium/Veroeffentlichung-Wissenschaftlicher-Beirat/wissenschaftlicher-beirat-engpassbasierte-nutzerfinanzierung-und-infrastrukturinvestitionen-in-netzsektoren.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt abgerufen am 08.07.2017.

