

Flächendeckende Glasfasernetze für Bayern

Autoren:

Fabian Queder
Martin Ockenfels
Dr. Christian Wernick
Dr. Thomas Plückebaum

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, 01.12.2017

Impressum

WIK-Consult GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
eMail: info(at)wik-consult.com
www.wik-consult.com

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführer und Direktor	Dr. Iris Henseler-Unger
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Leiter Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Winfried Ulmen
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7043
Steuer Nr.	222/5751/0926
Umsatzsteueridentifikations Nr.	DE 123 383 795

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Die Relevanz des FTTH-Ausbaus	3
3	Breitband- und FTTH-Verfügbarkeit in Bayern	7
4	Breitbandförderung	12
4.1	Förderprogramm zur Sicherstellung einer Grundversorgung (2008-2011)	12
4.2	Förderprogramm zur Förderung von Gewerbe- und Kulminationsgebieten (2012 bis 2013)	13
4.3	Förderprogramm zur Förderung des Aufbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen in Bayern (2014 bis heute)	14
4.4	Bundesförderprogramm	15
4.5	Bewertung der derzeitigen Förderprogramme	17
5	Kosten des flächendeckenden FTTH-Ausbaus	22
5.1	Strukturelle Parameter	22
5.1.1	Netzarchitektur	22
5.1.2	Clusterbildung nach Anschlussdichte	23
5.1.3	Anzahl der Breitband-Zugangsserver	26
5.1.4	Trassenlängen	27
5.1.5	Kabelgrößen, Leerrohre und Kabelgräben	27
5.1.6	Variable Kosten je Kunde	28
5.1.7	Konzentrations- und Kernnetz	28
5.2	Wesentliche Modellparameter	29
5.2.1	ARPU	29
5.2.2	WACC	30
5.2.3	Retailkosten	30
5.2.4	Kabelverlegung	30
5.2.5	Datenvolumen der Endkunden	32
5.3	Kosten einer flächendeckenden FTTH-Erschließung im Greenfieldansatz	32
5.4	Flächendeckende Versorgung mit FTTH unter Berücksichtigung der bestehenden Versorgung	35
6	Zeitlicher Rahmen einer flächendeckenden FTTH-Erschließung Bayerns	41
7	Fazit und Empfehlungen	43
	Literaturverzeichnis	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*	5
Abbildung 3-1:	Ländliche 50 Mbit/s Verfügbarkeit und Besiedlungsdichte	9
Abbildung 3-2:	FTTB/H-Abdeckung im europäischen Vergleich inklusive Bayern (Stand Ende 2016)	10
Abbildung 4-1:	Bundesländer-Anteil an Fördermitteln des Bundesförderprogramms und an unversorgten Haushalten (1.-4. Förderaufruf, Stand: September 2017)	17
Abbildung 4-2:	50 Mbit/s Verfügbarkeit in Bayern und Förderprogramme im Zeitverlauf	18
Abbildung 4-3:	Rechenbeispiel erschließbare Haushalte nach anteiliger Höhe der Wirtschaftlichkeitslücke an den Investitionskosten	20
Abbildung 5-1:	NGN/NGA-Netzarchitektur in der Übersicht	23
Abbildung 5-2:	Flächenabdeckung der Cluster	26
Abbildung 5-3:	Räumliche Verfügbarkeit von FTTH in Bayern	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Anforderungen an Breitbanddienste	4
Tabelle 3-1:	Breitbandversorgung nach Bundesländern	7
Tabelle 3-2:	Breitbandversorgung im ländlichen Raum	8
Tabelle 5-1:	Clusterung nach Anschlussdichte (Werte pro Cluster)	25
Tabelle 5-2:	Erlöse durch Endkunden	29
Tabelle 5-3:	Tiefbaukosten im Modell	31
Tabelle 5-4:	Datenvolumen der Endkunden	32
Tabelle 5-5:	Flächendeckende Netzabdeckung mit FTTH in einer Greenfield-betrachtung	33
Tabelle 5-6:	Bestehender FTTH-Ausbau je Cluster	36
Tabelle 5-7:	Flächendeckung FTTH bei bestehender Versorgung	38

1 Einführung

Die aktuelle Breitbandpolitik in Deutschland ist auf das Erreichen einer flächendeckenden Abdeckung mit Netzen, die Bandbreiten von mind. 50 Mbit/s im Download bis zum Jahr 2018 erreichen, ausgerichtet. Vor diesem Hintergrund wurden und werden vielerorts die bestehenden Kupferinfrastrukturen aufgerüstet und auf der Wegstrecke zwischen Knotenverzweiger und Vermittlungsstelle durch Glasfaser ersetzt (Fibre to the Curb – FTTC). Es ist jedoch absehbar, dass anspruchsvolle Anwendungen für gewerbliche und private Kunden und für den Mobilfunk der Zukunft Anforderungen an Bandbreiten, Symmetrie und Qualitäten stellen werden, die durch in solcher Art aufgerüstete Kupferinfrastrukturen nicht erfüllt werden können und stattdessen Glasfaser bis zum jeweiligen Grundstück oder Firmengelände benötigen (Fibre to the Premise – FTTP).¹

Entsprechend ist es für eine zukunftsgerichtete und verantwortungsvolle Politik eine wichtige Aufgabe, heute die Weichen dafür zu stellen, dass die zugrunde liegenden Infrastrukturen auf dem Weg in die vielbeschworene Gigabit-Gesellschaft keinen Engpass darstellen werden. Stattdessen sollte sie die Voraussetzungen dafür schaffen, dass Deutschland ein Vorreiter bei der Digitalisierung ist, um dadurch die Position als führender Wirtschaftsraum innerhalb der Europäischen Union für die Zukunft zu sichern.

Neben der wirtschaftlichen Relevanz stellt der Zugang zu Glasfaser bis zum Gebäudeanschlussbereich auch einen wichtigen Aspekt im Zusammenhang mit den zu beobachtenden Migrationsbewegungen vom Land in die Großstädte dar. Gigabitnetze in ländlichen Regionen können dabei helfen, die Daseinsvorsorge trotz rückläufiger Bevölkerungszahlen aufrechtzuerhalten, neue Betriebe und Bewohner anzuziehen und damit solchen Tendenzen entgegenzuwirken. Dieser Aspekt spielt gerade für Bayern als Flächenland mit der stark prosperierenden Landeshauptstadt München und der Metropolregion Nürnberg eine wichtige Rolle.

Die bayerische Staatsregierung hat zu einem verhältnismäßig frühen Zeitpunkt die Relevanz des Themas erkannt und Förderprogramme für den Breitbandausbau ausgeschrieben, die in Bezug auf die absoluten Budgets deutlich über das hinausgehen, was in anderen Bundesländern ausgelobt wurde. Gleichwohl nimmt Bayern bei der Breitbandverfügbarkeit im bundesdeutschen Vergleich nur einen Platz im Mittelfeld ein.

Zielsetzung dieses Gutachtens ist es, die Relevanz flächendeckender Glasfasernetze zu untersuchen und Empfehlungen für die weitere Breitbandpolitik auf Landesebene in Bayern zu unterbreiten. Die Kosten, die mit einer flächendeckenden FTTH-Erschließung Bayerns verbunden wären, werden identifiziert und die bestehende Förderpolitik auf Landesebene wird analysiert.

¹ FTTP ist die Bezeichnung, die von der EU-Kommission genutzt wird. Diese stellt einen Oberbegriff für Fibre to the home (FTTH) und Fibre to the building (FTTB) dar.

Das Gutachten ist wie folgt aufgebaut: Zunächst wird in Kapitel 2 auf die Relevanz des FTTH-Ausbaus eingegangen. Anschließend wird der Status quo der Breitband- und FTTP-Verfügbarkeit in Bayern mit dem des Bundes und der europäischen Staaten verglichen. In Kapitel 4 wird die Breitbandförderung in Bayern analysiert. In Kapitel 5 wird das WIK NGA-Modell vorgestellt und für eine Kostenberechnung eines flächendeckenden FTTH-Ausbaus genutzt. In Kapitel 6 wird diskutiert, bis wann eine flächendeckende Glasfaserabdeckung Bayerns realistischerweise umsetzbar wäre sowie welche Optionen für das Vorgehen bestehen, bevor in Kapitel 7 ein Fazit gezogen wird und Empfehlungen für die weitere Breitbandpolitik abgegeben werden.

2 Die Relevanz des FTTH-Ausbaus

Zahlreiche Studien belegen den positiven Effekt von leistungsfähigen Breitbandinfrastrukturen auf die Gesamtwirtschaft. So konnten verschiedene empirische Untersuchungen positive Effekte, u. a. auf das Pro-Kopf-BIP, die Unternehmensproduktivität und auf das Entstehen von Arbeitsplätzen, nachweisen.² Aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen zeigen, dass diese Effekte stärker ausgeprägt sind, wenn besonders leistungsstarke Übertragungstechnologien wie FTTH oder DOCSIS 3.0 und 3.1 zur Verfügung stehen.³ Ein aktuelles Papier, welches die Auswirkungen eines FTTH- oder DOCSIS 3.0-Rollouts für Gemeinden in Frankreich untersucht, weist nach, dass die Existenz eines der beiden Netzwerke einen Anstieg der Unternehmensansiedlung (insbesondere im Handels-, Dienstleistungs- und Transportsektor) und in der Gründung von Einzelunternehmen bewirkt.⁴

Einzig FTTH- und zu gewissem Maße auch HFC-Infrastrukturen sind aufgrund der derzeitigen und absehbaren technologischen Entwicklung in der Lage, dem Endkunden verlässlich Bandbreiten von über 500 Mbit/s, symmetrische Anbindung auch für hohe Bandbreiten und geringe Latenz zuverlässig anzubieten.⁵

Dies hat sowohl im Kontext der gewerblichen als auch der privaten Nutzung hohe Relevanz, da die Anforderungen an Bandbreite und Qualitätsparameter in den kommenden Jahren weiter ansteigen werden. In Tabelle 2-1 werden einige relevante Anwendungskategorien genannt und ihre Anforderungen an Bandbreiten, Symmetrie und Qualitätsparameter aufgeführt.

2 Vgl. 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, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.digef.uniroma1.it/sites/default/files/pubblicazioni/economia/e-pfrp17.pdf>;

Katz, R. L.; Vaterlaus, S.; Zenhäusern, P.; Suter, S. (2010): The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy, in: *Intereconomics*, 45 (1), 26-34, elektronisch verfügbar unter:

<file:///C:/Users/mb/Downloads/26-34-Katz.pdf>;

Falk, M.; Biagi, F. (2015): Empirical studies on the impact of ICT usage on employment in Europe, Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/JRC98693.pdf>;

Faulhaber, G.; Hogendorn, C. (2000): The Market Structure of Broadband Telecommunications, *The Journal of Industrial Economics* 48 (3), elektronisch verfügbar unter:

<http://assets.wharton.upenn.edu/~faulhaber/Broadband.pdf>.

3 Vgl. Hasbi, M. (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24-27 June, 2017; Van der Wee, M.; Verbrugge, S.; Sadowski, B. M.; Driesse, M.; Pickavet, M. (2015): Identifying and quantifying the indirect benefits of broadband networks for e-government and ebusiness : a bottom-up approach, *Telecommunications Policy*, Volume 39, S. 176-191.

4 Vgl. ebenda.

5 Zu den Bandbreiten und Qualitätsparametern siehe ausführlich: Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, Dezember 2016, S. 36 f., elektronisch verfügbar unter:

http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf.

Tabelle 2-1: Anforderungen an Breitbanddienste

Anwendungskategorie	Hochbitratige Bandbreiten	Symmetrie	Paketverlust	Latenz
E-Commerce	++	++	0	0
ERP/CRM	+	+	+	+
Big Data	++	++	+	+
VPN	++	++	+	+
Cloud Computing	++	++	+	+
Industrie 4.0	+	+	++	++
Agrar 4.0	+	+	++	++
Smart Home	+	+	++	++
Hochauflösende Videokommunikation	++	++	++	++
E-Health/Telemedizin	++	++	++	++
E-Learning	++	+	+	+

0 = Geringe Bedeutung/Wichtigkeit

+ = Hohe Bedeutung/Wichtigkeit

++ = Sehr hohe Bedeutung/Wichtigkeit

Quelle: WIK.⁶

Im Hinblick auf die zukünftige private Nachfrage hat das WIK auf der Grundlage des WIK-Marktpotenzialmodells eine Schätzung zur Bandbreitennachfrage von Privathaushalten im Jahr 2025 erstellt.⁷ Diese geht davon aus, dass die Nachfrage im Jahr 2025 durch folgende Anwendungen getrieben wird:

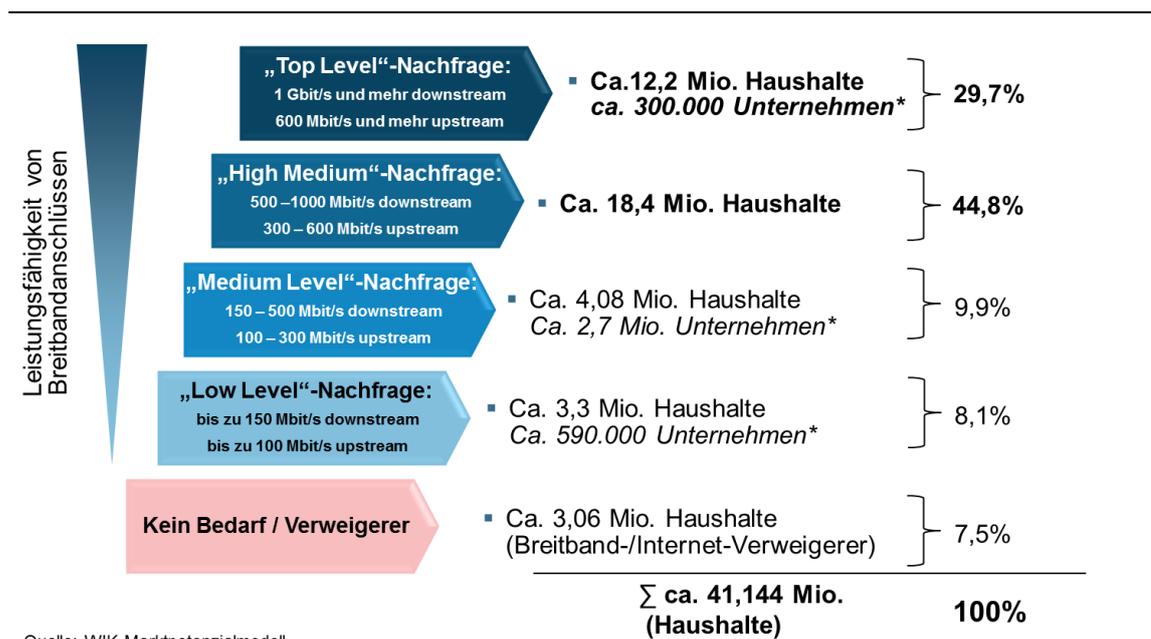
- Basic Internet
- Home Office/VPN
- Medien und Entertainment, wie konventionelles TV in UltraHD (4K)/3D-Qualität, digitales Radio und Streaming-Dienste
- Progressives Entertainment, wie 8K Fernsehen, Virtual Reality, Hologramme etc.
- Kommunikation
- Videokommunikation
- E-Gaming
- E-Health
- E-Home/E-Facility

⁶ Vgl. Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, S. 21, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf.

⁷ Vgl. Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Bericht, Bad Honnef, März 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf.

Das WIK-Marktpotenzialmodell weist verschiedenen Nutzertypen unterschiedliche Anwendungsprofile zu. Durch eine Aggregation der Nutzergruppen auf der Ebene der Haushalte ergibt sich eine Verteilung der Peak-Bandbreitennachfrage je Haushalt. Das Modell weist aus, dass im Jahr 2025 zwei Drittel der Haushalte ein Nutzungsverhalten aufweisen werden, welches Bandbreiten von mind. 500 Mbit/s benötigt, damit es bei der Nutzung zu keinen Einschränkungen kommt (vgl. Abbildung 2-1).

Abbildung 2-1: Bandbreitennachfrage von Privathaushalten in 2025*



Quelle: WIK-Marktpotenzialmodell.

* Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Quelle: WIK.⁸

Im Rahmen der Studie wurden gewerbliche Nachfrager nicht explizit betrachtet, aber auch in diesem Segment wird der Bandbreitenbedarf stark ansteigen. Engpässe beim Zugang zu leistungsfähiger Konnektivität werden daher auch hier die Nutzungsmöglichkeit internetbasierter Anwendungen zumindest perspektivisch stark einschränken. Ist dies der Fall, können die Potenziale der Digitalisierung nicht vollumfänglich genutzt werden, was sich wiederum kritisch auf die Wettbewerbsfähigkeit auswirkt.

Neben der rein ökonomischen Bedeutung entfalten die neuartigen Informations- und Kommunikationsanwendungen aber auch gesellschaftliche Wirkung. Damit geht die

⁸ Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Bericht, Bad Honnef, März 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf.

Bedeutung von FTTH-Netzen über den gesamtwirtschaftlichen Effekt hinaus und wirkt sich auf verschiedene gesellschaftliche Aspekte aus:⁹

- Die Nutzung (neuer) Kommunikationsdienste eröffnet zusätzliche Möglichkeiten zur gesellschaftlichen Teilhabe aller Bevölkerungsgruppen auch über große Distanzen.
- Durch den Einsatz von Telemedizin kann die gesundheitliche Versorgung der Bevölkerung außerhalb der Ballungszentren verbessert werden.
- E-Learning ermöglicht es, die Qualität von Bildungsangeboten durch zeit- und ortsunabhängiges Lernen zu verbessern.
- Die Option, im Homeoffice zu arbeiten, an E-Learning anstelle von Präsenzkursen teilzunehmen und über Videokonferenzen zu kommunizieren, ist geeignet, das Verkehrsaufkommen zu senken,¹⁰ und kann dazu beitragen, den ländlichen Raum als Lebens- und Arbeitsraum zu erhalten.

Diese auszugsweisen positiven Aspekte zeigen, dass die Bedeutung von FTTP-Netzen über die ausschließlich wirtschaftliche Bedeutung deutlich hinausgeht und positive gesellschaftliche Aspekte mit sich bringt.

Flächendeckende Glasfasernetze sind schließlich auch für den voraussichtlich 2020 beginnenden Rollout von 5G-Netzen von wesentlicher Bedeutung. Im Zuge dessen werden die Netzbetreiber ihre mobilen Netzwerke voraussichtlich durch Small Cells, kleine zusätzliche Mobilfunkstandorte mit geringerer Reichweite, aber hoher Übertragungskapazität, verdichten.¹¹ Die 5G-Netze sollen zukünftig verlässliche, hochbandbreitige mobile Datenübertragung mit geringer Latenz ermöglichen. Insbesondere letzteres kann voraussichtlich nur durch eine Glasfaseranbindung der neuen Mobilfunkstandorte erreicht werden. Gebiete, in denen zukünftig flächendeckend Glasfaser bis zum Gebäude verlegt ist, profitieren daher insofern, als dass dort bereits die notwendige Fronthaul- und Backhaul-Infrastruktur für die 5G-Netze vorhanden ist¹².

9 Vgl. Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Consult Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik-consult.com/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf.

10 SQW (2013): UK Broadband Impact Study – Study on behalf of Department for Culture, Media & Sport, S. 41 ff., elektronisch verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/257006/UK_Broadband_Impact_Study_-_Impact_Report_-_Nov_2013_-_Final.pdf.

11 Siehe ausführlich dazu: Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. (2017): Gigabitnetze für Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, S. 30 ff., elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf.

12 Voraussetzung hier ist die entsprechende Dimensionierung und Typologie des Netzes.

3 Breitband- und FTTH-Verfügbarkeit in Bayern

Laut den Zahlen des TÜV-Rheinland können 72,1% der bayerischen Haushalte Breitbandanschlüsse mit Bandbreiten von mindestens 50 Mbit/s im Download beziehen. Damit nimmt Bayern unter den Flächenländern in Deutschland einen Platz im Mittelfeld ein.

Tabelle 3-1: Breitbandversorgung nach Bundesländern

Raumeinheit	Breitbandversorgung über alle Technologien [in % der Haushalte]						
	≥ 1 Mbit/s	≥ 2 Mbit/s	≥ 6 Mbit/s	≥ 16 Mbit/s	≥ 30 Mbit/s	≥ 50 Mbit/s	≥ 100 Mbit/s
Deutschland	99,9	99,9	98,8	89,5	83,0	75,5	65
Baden-Württemberg	99,6	99,4	97,9	89,9	84	77,3	67,4
Bayern	99,7	99,6	98,5	90,6	84,1	72,1	62,3
Berlin	100	100	100	98,8	95,4	90,2	88,8
Brandenburg	99,7	99,5	97,9	87,6	75,2	62,3	41,4
Bremen	100	100	99,9	98,3	96,3	93,6	92,7
Hamburg	100	100	99,9	99,4	97,5	94,6	94,2
Hessen	99,8	99,8	99	92,6	86,3	78,3	62,4
Mecklenburg-Vorpommern	99,2	98,9	94,2	73,8	64,8	57,4	48,7
Niedersachsen	99,7	99,6	97,8	87,9	82,6	76,4	65,5
Nordrhein-Westfalen	99,9	99,9	99,2	92,9	87,4	82,2	71,6
Rheinland-Pfalz	99,7	99,5	98	88,3	83,4	75,5	60,1
Saarland	99,9	99,8	99,3	92,7	83,1	76,5	66
Sachsen	99,7	99,6	97,7	78,8	67,4	57,6	47,6
Sachsen-Anhalt	99,4	99,2	96,3	72,5	57,2	48,4	37,7
Schleswig-Holstein	99,8	99,6	97,2	87,7	83,5	80	74,2
Thüringen	99,6	99,4	97,3	78,2	69,5	59,4	41,2

Quelle: TÜV Rheinland (2017), Stand Ende 2016.

Zugang zu Bandbreiten von mindestens 50 Mbit/s besteht in der Mehrheit über aufgerüstete TV-Kabelnetze und in geringerem Umfang über FTTC- und FTTP-Netze. Große Unterschiede bestehen bei der Technologie-Verfügbarkeit. Während 97,3% der Haushalte mit DSL und 61% mit TV-Kabelnetzen erschlossen sind, erreichen FTTH/H-Netze nur 9,3% der Haushalte.¹³ Ein Großteil dieser Anschlüsse dürfte dabei auf die M-net entfallen, die weite Teile der Münchener Innenstadt sowie Teile von Augsburg und Erlangen mit FTTH/H erschlossen hat.¹⁴ Außerhalb der Großstädte und insbesondere in

¹³ Deutscher Bundestag (2017): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tabea Rößner, Matthias Gastel, Stephan Kühn (Dresden), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/13203–, elektronisch verfügbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/133/1813322.pdf>.

¹⁴ M-net (2016): Glasfaserausbau in München wird fortgesetzt, Pressemitteilung vom 05.02.2016, elektronisch verfügbar unter:

ländlichen Gebieten sind keine bis sehr wenige Haushalte an ein FTTB/H-Netz angeschlossen.

Da in den bayerischen Großstädten quasi flächendeckend Kabelnetze zur Verfügung stehen und auch ein eigenwirtschaftlicher FTTB/H-Ausbau stattfindet, kommt der Versorgung des ländlichen Raums hohe Relevanz zu. Während in 91,5% der städtischen Haushalte 50 Mbit/s verfügbar sind, sinkt diese Zahl auf 65,7% in halbstädtischen und 36,7% in ländlichen Gebieten. Damit liegt Bayern im Vergleich auf Platz 6 der Flächenländer.

Tabelle 3-2: Breitbandversorgung im ländlichen Raum

Bundesland	Ländliche Abdeckung mit 50 Mbit/s
Nordrhein-Westfalen	45,1%
Rheinland-Pfalz	44,3%
Niedersachsen	43,5%
Baden-Württemberg	37,6%
Schleswig-Holstein	37,1%
Bayern	36,7%
Brandenburg	35,0%
Hessen	32,1%
Thüringen	30,4%
Saarland	28,9%
Sachsen-Anhalt	20,8%
Mecklenburg-Vorpommern	19,5%
Sachsen	15,2%

Quelle: TÜV Rheinland (2017), Stand Ende 2016.¹⁵

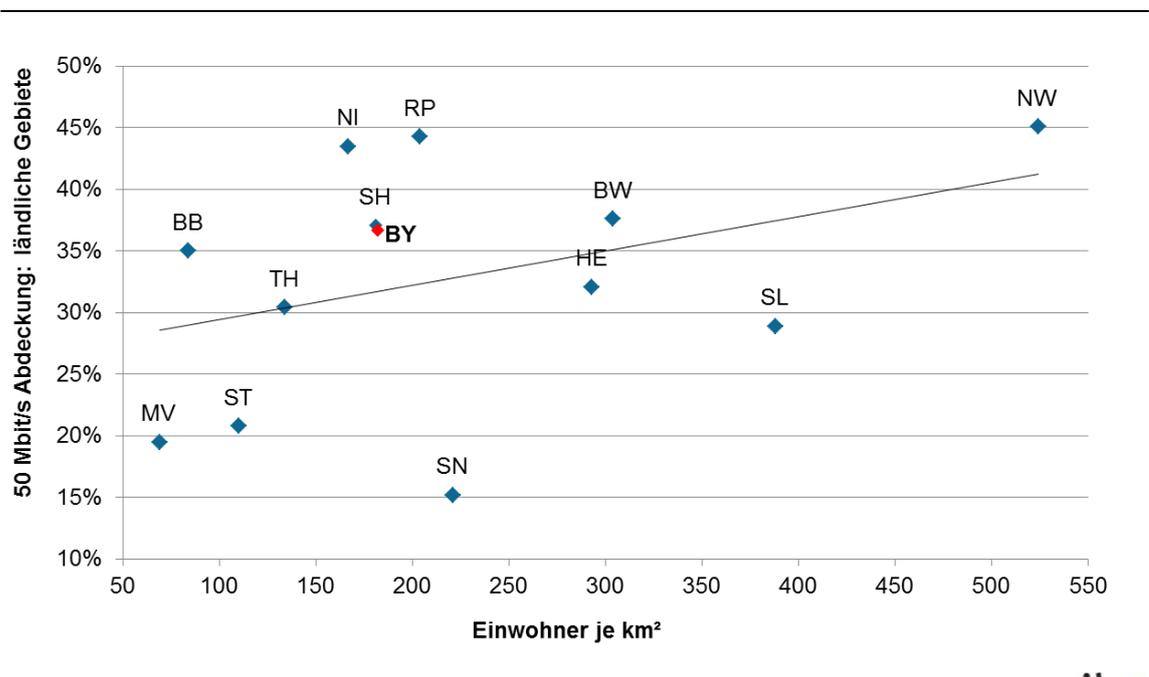
Wesentlich für die Erschließungskosten ländlicher Haushalte ist die Besiedlungsdichte. Grundsätzlich gilt, dass die Erschließungskosten je Haushalt mit zunehmender Einwohnerdichte steigen. Wie Abbildung 3-1 zeigt, liegt Bayern bei der Breitbandversorgung mit 50 Mbit/s unter Berücksichtigung der Besiedlungsdichte über dem bundesdeutschen Durchschnitt (roter Punkt). Gleichwohl gibt es Bundesländer, wie Rheinland-Pfalz und Niedersachsen, die trotz vergleichbarer Besiedlungsdichte höhere Verfügbarkeitsraten aufweisen.

<https://www.m-net.de/ueber-m-net/presse/artikel/news/glasfaserausbau-in-muenchen-wird-fortgesetzt/>.

¹⁵ TÜV Rheinland (2017): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, S. 9 ff., elektronisch verfügbar unter:

http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile.

Abbildung 3-1: Ländliche 50 Mbit/s Verfügbarkeit und Besiedlungsdichte

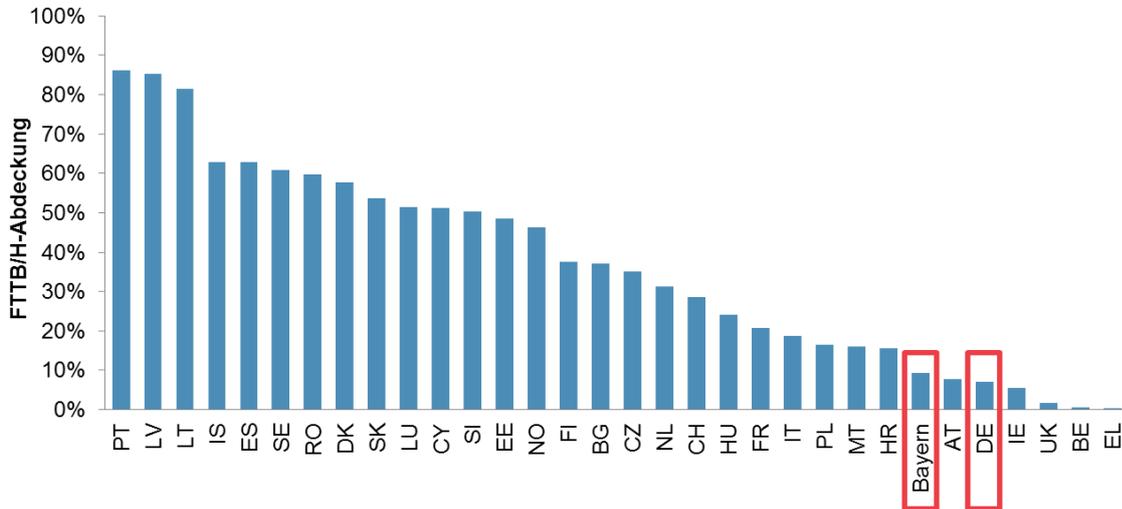


Quelle: WIK basierend auf TÜV Rheinland (2017), Stand Ende 2016, und Destatis.¹⁶

Ende 2016 waren deutschlandweit ca. 2,9 Mio. Haushalte an ein FTTB/H-Netz angeschlossen. Dies entspricht einer FTTB/H-Verfügbarkeit von 7,1%. Die Abdeckung in den Flächenländern liegt zwischen 1,7% in Baden-Württemberg und 17,2% in Schleswig-Holstein. Bayern liegt mit einer Verfügbarkeit von 9,3% innerhalb Deutschlands auf dem zweiten Platz. Eine Orientierung am Bundesdurchschnitt kann in Anbetracht der geringen FTTB/H-Abdeckung in Deutschland jedoch nicht als zielführend erachtet werden. Vielmehr sollten hier weitaus ambitioniertere Ziele verfolgt werden, die sich an der FTTB/H-Abdeckung in anderen europäischen Mitgliedsstaaten orientieren (vgl. Abbildung 3-2).

¹⁶ TÜV Rheinland (2017): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, S. 9ff., elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile;
Destatis (2016): Bundesländer mit Hauptstädten nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2015, im Juli 2017 wegen korrigierter Fläche revidiert, elektronisch verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Aktuell/02Bundeslaender.html>.

Abbildung 3-2: FTTB/H-Abdeckung im europäischen Vergleich inklusive Bayern (Stand Ende 2016)



Quelle: WIK basierend auf Daten der Europäischen Kommission (2017).¹⁷

In Summe lässt sich damit konstatieren, dass Bayern bei zentralen Kennziffern zur Breitbandverfügbarkeit im nationalen Vergleich zwar vergleichsweise gut abschneidet, aber dennoch nicht zur Spitzengruppe gehört. Dies muss auch vor dem Hintergrund gesehen werden, dass Bayern mit einem Fördervolumen in Höhe von 1,5 Mrd. € die mit Abstand höchste Summe aller Bundesländer an Subventionen für den Breitbandausbau zur Verfügung gestellt hat (siehe ausführlicher Kapitel 4). Auch wenn dies in Anbetracht der Relevanz des Themas absolut zu begrüßen ist und die vorliegenden Zahlen die Erhöhung der Abdeckung durch noch nicht abgeschlossene, unter dem laufenden Förderprogramm stattfindende Ausbauten noch nicht abbilden (was allerdings in gleichem Maße auch für andere Bundesländer gilt), weisen die Indikatoren jedoch darauf hin, dass mit Blick auf die Zielgerichtetheit des Mitteleinsatzes offensichtlich Verbesserungsbedarf besteht. So ist der überwiegende Teil der Förderprojekte in Bayern auf FTTC anstelle auf FTTB/H ausgelegt.

¹⁷ Europäische Kommission (2017): Broadband coverage in Europe (Jun 2016) – Data tables, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2016>.

Die im Bundesvergleich relativ hohe FTTB/H-Verfügbarkeit relativiert sich im europäischen Vergleich deutlich. Auch wenn diese zum Teil durch Faktoren beeinflusst ist, welche außerhalb des Handlungsspielraums der Landespolitik liegen (z. B. die Ausbaustrategien der Marktteilnehmer und insbesondere die FTTC-Strategie der Deutschen Telekom oder einzelne Entscheidungen der Bundesnetzagentur), zeigt das Beispiel Schleswig-Holstein, dass auch unter den bestehenden regulatorischen und politischen Rahmenbedingungen eine konsequente FTTH-Strategie in Deutschland möglich ist. In Schleswig-Holstein werden FTTC-Ausbauprojekte nicht gefördert, denn FTTB/H ist die infrastrukturelle Mindestvoraussetzung für eine Förderung.

4 Breitbandförderung

Der Ausbau von Breitbandinfrastrukturen in ländlichen Gebieten unterliegt zahlreichen Herausforderungen, die zu hohen Erschließungskosten je Teilnehmer führen. Zu nennen sind insbesondere die geringere Bevölkerungsdichte, weitläufig verteilte Streusiedlungen und schwierige topographische Verhältnisse.

Die bisherigen Förderprogramme in Deutschland setzen auf Ebene der Kommunen an, d. h. diese beantragen unter den Vorschriften des jeweiligen Programms Fördermittel, schreiben die entsprechenden Leistungen aus und vergeben die Gelder. Die Förderlandschaft umfasst in Deutschland eine Vielzahl von Programmen, die sich aus Mitteln der EU-Kommission (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums – ELER, Europäischer Fonds für regionale Entwicklung – EFRE), des Bundes (Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes – GAK, Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ – GRW, BMVI Förderung) sowie des Landes speisen. Bayerische Kommunen können derzeit Mittel aus dem Landesförderprogramm und dem BMVI Bundesförderprogramm, ggf. in Verbindung mit dem entsprechenden bayerischen Kofinanzierungsprogramm, beantragen.¹⁸ Nach einer kurzen Darstellung der Förderhistorie in Bayern werden diese vorgestellt und anschließend hinsichtlich der Geeignetheit bzw. des Anpassungsbedarfs für eine Gigabitförderung untersucht.

4.1 Förderprogramm zur Sicherstellung einer Grundversorgung (2008-2011)

Verhältnismäßig früh wurde auf Landesebene erkannt, dass Fördermaßnahmen notwendig sein dürften, um auch ländlichen Haushalten die digitale Teilhabe zu ermöglichen. Nach der Initiierung erster kostenloser Beratungsangebote für Kommunen im Jahr 2007 startete 2008 das erste Förderverfahren mit der Zielsetzung, ländliche Gebiete zu stärken, die Wettbewerbsfähigkeit von KMUs zu steigern sowie die Attraktivität ländlicher Gebiete als Wirtschaftsstandort zu erhöhen.¹⁹

Die Mittel waren vornehmlich für entsprechende Projekte in Gewerbe- und Industriegebieten sowie in sogenannten Kumulationsgebieten vorgesehen, in denen eine deutliche Häufung von Unternehmern feststellbar ist. Die Förderhöchstsumme für Kommunen lag

¹⁸ Siehe Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2013): Möglichkeiten der Breitbandförderung, Ein Leitfaden, Stand Dezember 2012, S. 10, elektronisch verfügbar unter: <http://breitbandbuero.de/wp-content/uploads/moeglichkeiten-der-breitbandfoerderung.pdf> in Verbindung mit Dienstleistungsportal Bayern (2017): Breitband; Beantragung einer Förderung, Stand 09.01.2017, elektronisch verfügbar unter: <http://www.eap.bayern.de/informationen/leistungsbeschreibung/865534330457>.

¹⁹ Bayerische Staatministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und für Landwirtschaft und Forsten (2008): Richtlinie zur Förderung der Breitbanderschließung in ländlichen Gebieten, Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und für Landwirtschaft und Forsten, 23. Juni 2008, Az: III/5-6406b2/90/1 und E 5-7554.4-33.

zunächst bei bis zu 50.000 € bei einer Förderquote von bis zu 50%.²⁰ Im März 2009 wurden die Förderbedingungen angepasst, um der bis dahin verhaltenen Partizipation der Kommunen entgegenzuwirken. Der Zuschuss des Landes Bayern wurde auf 100.000 € und die Förderquote auf 70% erhöht. Die Mittel konnten sowohl für die Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken von Netzbetreibern als auch zur Errichtung einer kommuneigenen Infrastruktur verwendet werden.²¹ Die Zielversorgung betrug 1 Mbit/s. Nachdem bis zur Änderung im März 2009 nur 22 Kommunen einen Förderbescheid erhalten hatten, nahm das Programm im Anschluss an Fahrt auf. Bis 2011 wurde die Errichtung von Breitbandinfrastrukturen in 1.300 Kommunen mit 107,6 Mio. € gefördert.²² Die Zielversorgung von 1 Mbit/s hatte sich im Laufe der Zeit jedoch schon überholt.

4.2 Förderprogramm zur Förderung von Gewerbe- und Kulminationsgebieten (2012 bis 2013)

Schon in dem Evaluationsbericht der Förderung bis 2011 stellte das zuständige Ministerium fest, dass mit Blick auf den steigenden Bandbreitenbedarf eine Anpassung der Förderung notwendig sei.²³ Als Konsequenz wurde eine landesweite Förderung mit einem eigenständigen Förderprogramm aufgesetzt und eine Fördersumme von 500 Mio. € bis 2014 bereitgestellt.

Das Versorgungsziel wurde auf 50 Mbit/s angehoben,²⁴ die Förderung blieb jedoch auf Gewerbe- und Kulminationsgebiete sowie die Schließung von Wirtschaftlichkeitslücken beschränkt. Der Förderhöchstsumme wurde pauschal für alle Gemeinden auf 500.000 € bei einem Fördersatz von 40-60%²⁵ festgelegt.

Hinsichtlich der Förderfähigkeit wurde entsprechend der europäischen Vorgaben zwischen drei Gebietsklassen unterschieden, in weiße Flecken,²⁶ graue Flecken²⁷ und

²⁰ Für Pilotprojekte bei Zusammenschlüssen mehrerer Kommunen wurden bis zu 120.000 € bei 60% Förderquote vergeben.

²¹ Vgl. Kleffel, D. (2015): Breitbandausbau in Bayern, Vermessungsingenieure und Kommunen als erfolgreiche Partner, in: DVW-Bayern 2.2015, S. 161, elektronisch verfügbar unter: <http://www.dvw.de/sites/default/files/landesverband/bayern/anhang/beitragskontext/2015/kleffel.pdf>.

²² Vgl. Bayerisches Staatministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2012): Schnelles Internet für Bayern, Bilanz des Bayerischen Breitbandförderprogramms 2008 bis 2011, Stand April 2012, S. 9 f., elektronisch verfügbar unter: <https://standortportal.bayern.de/Anhaenge/Breitband/foerderung/stmwivt-broschuere-schnelles-internet-fuer-bayern-bilanz-des-bayerischen-breitb.pdf>.

²³ Vgl. Bayerisches Staatministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2012): Schnelles Internet für Bayern, Bilanz des Bayerischen Breitbandförderprogramms 2008 bis 2011, Stand April 2012, S. 39, elektronisch verfügbar unter: <https://standortportal.bayern.de/Anhaenge/Breitband/foerderung/stmwivt-broschuere-schnelles-internet-fuer-bayern-bilanz-des-bayerischen-breitb.pdf>.

²⁴ Jedoch 30 Mbit/s für jeden Haushalt im Erschließungsgebiet.

²⁵ In Ausnahmefällen bis zu 80%.

²⁶ Kein Netzbetreiber bietet bereits jetzt oder in den kommenden drei Jahren 50 Mbit/s flächendeckend an und es besteht keine Grundversorgung von mindestens 2 Mbit/s im Downstream.

²⁷ Es besteht keine derzeitige oder absehbare 50 Mbit/s Abdeckung, jedoch zumindest teilweise eine Grundversorgung mit 2 Mbit/s.

schwarze Flecken.²⁸ Je nach Klassifizierung mussten die Antragsteller unterschiedlich umfangreiche Unterlagen bzw. Nachweise im Rahmen der Antragstellung einbringen.

Im Oktober 2013 waren 300 Gemeinden in das Förderverfahren eingestiegen und im folgenden September wurden die ersten Förderbescheide vergeben. Jedoch wurde das Förderprogramm im Anschluss an die Landtagswahlen 2013 und die Verlagerung der Breitbandförderung ins Heimatministerium grundlegend verändert.²⁹

4.3 Förderprogramm zur Förderung des Aufbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen in Bayern (2014 bis heute)

Das in 2014 neu aufgesetzte Förderprogramm unterscheidet sich von seinem Vorgänger durch einige wesentliche Veränderungen. Unter anderem wurde der Fördersatz auf 60-90% und die maximale Fördersumme auf bis zu 950.000 € erhöht³⁰ sowie die Beschränkung auf Gewerbe- und Kulminationsgebiete aufgehoben. An die Stelle einer Differenzierung nach weißen, grauen und schwarzen Flecken trat die Voraussetzung, dass ausschließlich Gebiete, in denen derzeit und gemäß Markterkundung auch nicht in den nächsten drei Jahren ein Ausbau mit Bandbreiten von mind. 30 Mbit/s im Download erwartet werden kann (weiße NGA-Flecken), gefördert werden können. Die Zielversorgung wurde bei 50 Mbit/s belassen, Gemeinden können jedoch eigenständig die Versorgung mit höheren Bandbreiten in ihren Ausschreibungen verlangen. Aus Landesmitteln werden insgesamt bis 2018 1,5 Mrd. € bereitgestellt.³¹ Die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke ergibt sich nach Nr. 5.5 der Breitbandrichtlinie, „indem von den Investitionskosten [...] und den laufenden Betriebskosten die voraussichtlichen Betriebseinnahmen abgezogen werden. Als Betrachtungszeitraum gilt hierbei ein Zeitraum von sieben Jahren ab Inbetriebnahme.“³²

Zum 01.07.2017 startete die Sonderförderung „Höfebonus“. 400 Mio. € stehen für Kommunen zu einem Fördersatz von 80% bzw. 90% bereit, um Wirtschaftlichkeitslücken, die bei der Erschließung von kleinen Weilern und Einzelgehöften entstehen, zu schließen.³³ Neuartig sind die Auflagen, dass 80% der Anschlüsse als FTTH ausgebaut

²⁸ Es besteht keine derzeitige oder absehbare Abdeckung von 50 Mbit/s, es sind jedoch zwei konkurrierende Breitbandinfrastrukturen vorhanden.

²⁹ Vgl. Kleffel, D. (2015): Breitbandausbau in Bayern, Vermessungsingenieure und Kommunen als erfolgreiche Partner, in: DVW-Bayern 2.2015, S. 162, elektronisch verfügbar unter: <http://www.dvw.de/sites/default/files/landesverband/bayern/anhang/beitragkontext/2015/kleffel.pdf>.

³⁰ Dies wird individuell festgelegt und richtet sich nach der Besiedlungsstruktur.

³¹ Bayerisches Breitbandzentrum (2017): Förderung und Finanzierung, Zielsetzung: 1,5 Mrd. für Bayerns digitale Zukunft, elektronisch verfügbar unter: <http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/foerderung/finanzierung.html>.

³² Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2014): Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat über die Breitbandrichtlinie (BbR) vom 10. Juli 2014 (FMBl. S. 113), die durch Bekanntmachung vom 20. Juni 2017 (FMBl. S. 323) geändert worden ist, Rn 5.5, elektronisch verfügbar unter: http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_7072_F_884.

³³ Bayerisches Breitbandzentrum; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen für Landesentwicklung und Heimat (2017): SÖDER: BAYERN STARTET „HÖFEBONUS“ FÜR GLASFASER AUF DEM LAND, Neuer „Höfebonus“ bringt Glasfaser in dünn besiedelte Gebiete // 400 Mio. € für ganz Bayern //

werden müssen und die Kommune sich bereits unter dem laufenden Förderprogramm beteiligt haben muss. Kommunen, die im derzeitigen Programm bereits ihre maximale Förderung abgerufen haben, können durch den Höfebonus erneut den maximalen Förderbetrag erhalten. Das Programm ist ebenfalls bis 2018 befristet.³⁴

Das bayerische Landesprogramm ist gekennzeichnet durch eine rege Teilnahme durch die Kommunen. 1.990 von 2.056 Kommunen sind in das Förderprogramm eingetreten. 1.300 Projekte befinden sich im Bau und 700 sind bereits in Betrieb. Das Land Bayern erwartet, dass nach Abschluss der Fördermaßnahmen wenigstens 96% der bayerischen Haushalte mindestens 30 Mbit/s beziehen können.³⁵

4.4 Bundesförderprogramm

Auf Bundesebene wurde im November 2015 ein Förderprogramm mit insgesamt 4 Mrd. € initiiert, das den Netzausbau in weißen Flecken mit i. d. R. 50% der zuwendungsfähigen Kosten und einem Höchstbetrag pro Projekt in Höhe von 15 Mio. € bezuschusst.³⁶ Die Vergabe der Fördermittel erfolgt in vierteljährlichen Förderaufrufen. Die zur Verfügung stehenden Gelder werden unter den Bundesländern nicht anhand eines Verteilungsschlüssels vergeben, sondern verteilen sich danach, in welchem Umfang die Kommunen in den jeweiligen Bundesländern abrufen.

Gefördert wird neben dem Wirtschaftlichkeitslückenmodell auch das Betreibermodell, in dem die Kommune die Errichtung und den Betrieb eines Netzes separat ausschreibt und dabei selbst Eigentümer der Infrastruktur bleibt. Der Subventionsbedarf errechnet sich aus der Differenz der Investitionskosten und der Pachteinahmen. Die Auswahl des Fördermodells muss auf Grundlage eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs erfolgen, wobei das Modell mit dem geringeren Förderbedarf auszuwählen ist. Im Unterschied zum Bayerischen Förderprogramm wird die Wirtschaftlichkeitslückenberechnung nicht für einen Zeitraum von 7 Jahren vorgeschrieben, sondern es wird ein Mindestbetrachtungszeitraum von 7 Jahren festgelegt.³⁷ Eine erneute Förderung innerhalb von sieben Jahren ist in der NGA-Rahmenregelung des Bundes explizit ausgeschlossen.³⁸

80 Mio. € für Oberbayern, Meldung vom 03.07.2017, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/aktuelles/news/123.html>.

34 Bayerisches Breitbandzentrum; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen für Landesentwicklung und Heimat (2017): „Höfebonus“ im Rahmen der bayerischen Breitbandförderung, elektronisch verfügbar unter:

<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/file/pdf/167/Hinweisdokument%20H%C3%B6febonus.pdf>.

35 Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2017): Breitband-Bericht Bayern 2017, Stand Juli 2017, S. 7 ff., elektronisch verfügbar unter:

<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/file/pdf/184/BreitbandBericht2017.pdf>.

36 Vgl. zu einer ausführlichen Auseinandersetzung mit dem Bundesförderprogramm Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, Dezember 2016, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf.

37 Vgl. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Richtlinie „Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland“, 22.10.2015 in der überarbeiteten Version vom 21.06.2016, S. 10, elektronisch verfügbar unter:

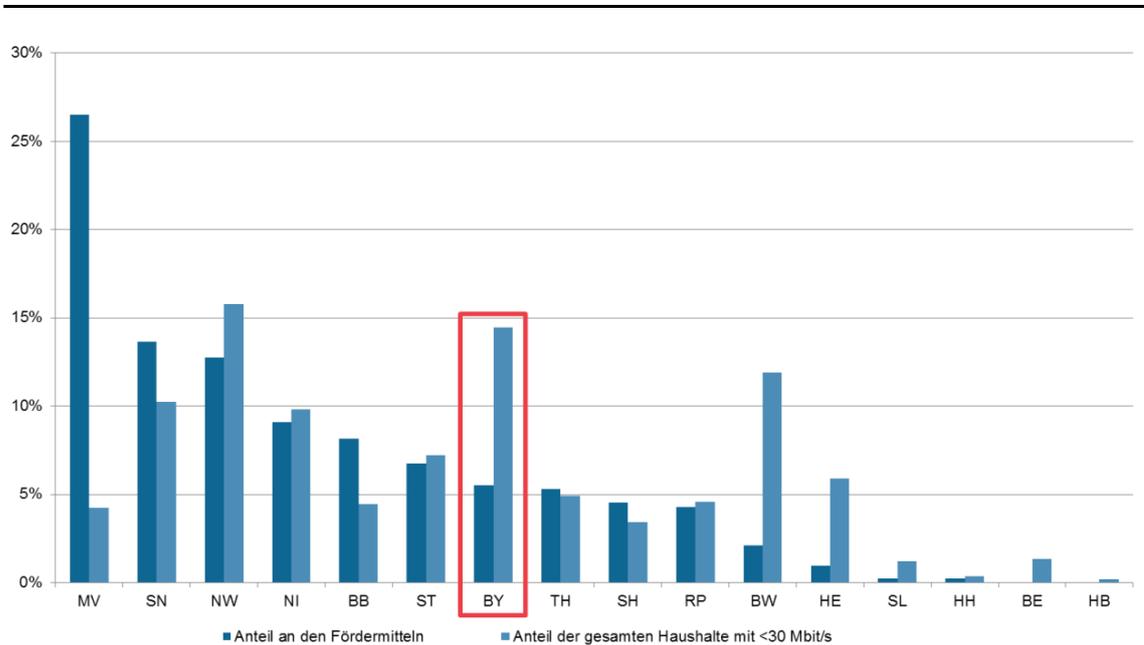
Die Fördermittel des Bundes können mit bis zu 40% Landesförderung aufgestockt werden, wobei die Kommune grundsätzlich einen Eigenanteil von mindestens 10% der zuzahlungsfähigen Kosten tragen muss. In Bayern wurde die Kofinanzierung im April 2016 durch die „Richtlinie über die Kofinanzierung der Breitbandförderung durch den Bund im Freistaat Bayern“ geregelt. Insgesamt 165 Mio. € stehen als Kofinanzierung bis 2018 für die Kommunen bereit. Es gelten jedoch zwei Beschränkungen. Zum einen kann erneut maximal der individuelle Förderhöchstbetrag von bis zu 950.000 € abgerufen werden und zum anderen werden die 50% BMVI Förderung nur auf den Fördersatz von 60-90% der Kommune angehoben. Die Beantragung erfolgt auf Grundlage eines erteilten Förderbescheides des Bundes und kann sowohl für Betreiber- als auch Wirtschaftlichkeitslückenmodelle erfolgen.³⁹ Kommunen in Bayern haben folglich die Möglichkeit, ihren Höchstfördersatz für bayerische Mittel jeweils einmal für das Landesprogramm, den Höfebonus und als Kofinanzierung abzurufen.

In den bisherigen BMVI Förderrunden wurden deutschlandweit 3,1 Mrd. € aus Bundesmitteln vergeben. Diese verteilen sich in unterschiedlichem Maße auf die Haushalte. Wie aus Abbildung 4-1 ersichtlich wird, entfallen mit 172 Mio. € 5,5% der bewilligten Fördermittel auf Bayern. Dahingegen liegen 14,5% der Haushalte, die bis September 2017 nicht mit mindestens 30 Mbit/s versorgt wurden, in Bayern. Dies bedeutet, dass Bayern bisher deutlich unterproportional vom Bundesförderprogramm profitiert hat.

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile.

- 38** Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Next Generation Access (NGA)-Breitbandversorgung, elektronisch verfügbar unter:
http://breitbandbuero.de/wp-content/uploads/2017/01/150615_NGA_Rahmenregelung.pdf.
- 39** Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2016): Richtlinie über die Kofinanzierung der Breitbandförderung durch den Bund im Freistaat Bayern, (Kofinanzierungs-Breitbandrichtlinie – KofBbR), elektronisch verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_7072_F_982/true.

Abbildung 4-1: Bundesländer-Anteil an Fördermitteln des Bundesförderprogramms und an unversorgten Haushalten (1.-4. Förderaufruf, Stand: September 2017)

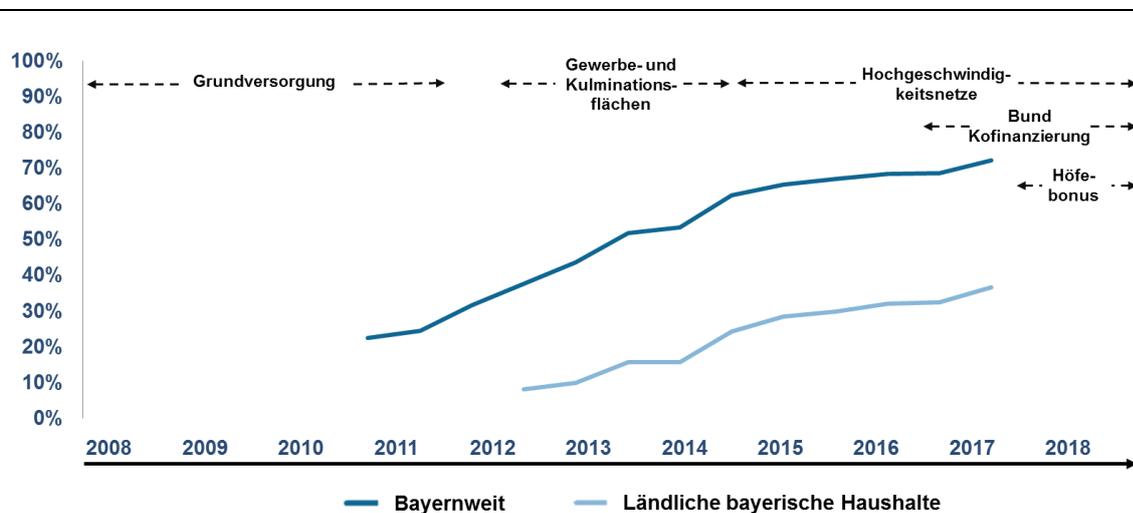


Quelle: WIK.

4.5 Bewertung der derzeitigen Förderprogramme

Im Vergleich zu den übrigen Bundesländern hat das Land Bayern früh Fördermittel in beträchtlicher Höhe für den Breitbandausbau zur Verfügung gestellt. Aus der Abbildung 4.2 wird ersichtlich, dass sich die 50 Mbit/s Versorgung in ländlichen Gebieten innerhalb von viereinhalb Jahren vervierfacht hat. Allerdings erfolgte der geförderte Ausbau überwiegend mit VDSL-Technologie, was zur Folge hat, dass zu einem späteren Zeitpunkt mit hoher Wahrscheinlichkeit weitere Fördermittel für den Ausbau von FTTP erforderlich sein werden.

Abbildung 4-2: 50 Mbit/s Verfügbarkeit in Bayern und Förderprogramme im Zeitverlauf



Quelle: WIK auf Basis von Daten des TÜV Rheinland (2017), Stand Ende 2016.⁴⁰

Es kann konstatiert werden, dass das Förderprogramm durch die Kommunen breit angenommen wurde. Dies liegt sicherlich daran, dass es sich durch eine vergleichsweise unbürokratische Konzeption und hohe Förderquoten auszeichnet. Allerdings gibt es auch Anlass zur Kritik, insbesondere mit Blick auf die Effizienz der Mittelvergabe.

Zunächst legt die breite Inanspruchnahme der Breitbandförderung durch beinahe 97% der bayerischen Kommunen nahe, dass aufgrund der niedrigen Schwellen eine Verdrängung privatwirtschaftlicher Investitionen durch öffentliche Subventionen (Crowding-out) stattgefunden hat. Alternative Wettbewerber berichten, dass der eigenwirtschaftliche Ausbau in Bayern vor dem Hintergrund des leichten Zugangs zu Fördermitteln deutlich zurückgefahren wurde bzw. durch geförderten Ausbau verdrängt wurde.

Unabhängig von der Technologie, mit der der Ausbau erfolgt, und den damit verbundenen, unterschiedlichen ökonomischen Abschreibungsdauern ist die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke auf sieben Jahre festgeschrieben. Berücksichtigt man, dass die Abschreibungsdauer von Glasfasern 20 Jahre und die von Leerrohren sogar 40 Jahre beträgt,⁴¹ ist dieser Zeitraum zu kurz. Wie wir in einem aktuellen Projekt gezeigt haben,

⁴⁰ TÜV Rheinland (2017): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, S. 9ff., elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile

⁴¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2016): Beschluss vom 05.02.2016 wegen Genehmigung von Entgelten für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung (monatliche Überlassungsentgelte), BK 3c-16/005, S. 88, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK->

amortisieren sich jedoch selbst FTTB/H-Projekte in dicht besiedelten Regionen unter günstigen Rahmenbedingungen erst nach 10 Jahren.⁴²

Infolge dieser Logik werden die positiven Cashflows ab dem siebten Jahr nicht weiter berücksichtigt, sie vermindern somit auch nicht die Wirtschaftlichkeitslücke. Dies führt dazu, dass für Ausbauprojekte auf Basis von FTTB/H überproportional hohe Wirtschaftlichkeitslücken ausgewiesen werden. Dies hat mehrere Konsequenzen:

Entscheidet sich eine Kommune trotz dieser Logik dazu, die Anforderungen für ein Förderprojekt so zu gestalten, dass hierfür nur FTTB/H infrage kommt, hat dies eine Übersubventionierung des ausbauenden Unternehmens zur Folge, welches anstelle des für solche Investitionen typischen einen viel zu kurzen Betrachtungshorizont ansetzt.

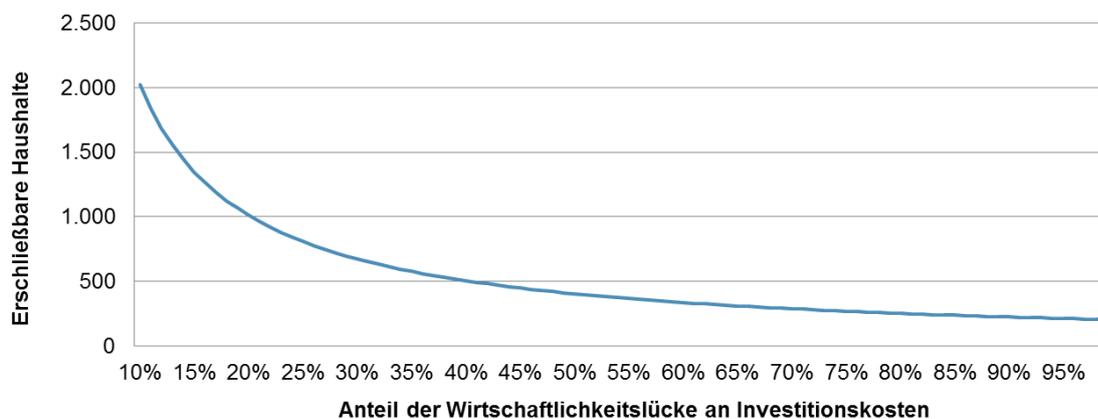
Im Zusammenspiel mit der Begrenzung der Förderhöchstsummen wird sich in einem solchen Fall gleichzeitig jedoch auch die Zahl der mit FTTB/H erschließbaren Haushalte deutlich reduzieren. Abbildung 4-3 zeigt, wie viele Haushalte bei einer als fest angesetzten Investitionssumme in Höhe von 2.750 € je Haushalt (entspricht der Annahme aus dem Modell in Kapitel 5.1.2) und unterschiedlich hohen (prozentualen) Wirtschaftlichkeitslücken mit FTTH erschlossen werden können.⁴³ Liegt die Wirtschaftlichkeitslücke bei 30% der Investitionskosten, sind die Mittel für eine FTTH-Erschließung von 673 Haushalten ausreichend. Es ist jedoch zu erwarten, dass insbesondere in sehr ländlichen Gebieten die Wirtschaftlichkeitslücke bei 60% und höher liegt. In diesem Falle könnten nur maximal 337 oder noch weniger Haushalte erschlossen werden.

[Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2016/2016_0001bis0999/2016_0001bis0099/BK3-16-0005/BK3-16-0005_Download_BF.pdf?_blob=publicationFile&v=1](http://www.geschaeftszeichen-datenbank.de/BK3-GZ/2016/2016_0001bis0999/2016_0001bis0099/BK3-16-0005/BK3-16-0005_Download_BF.pdf?_blob=publicationFile&v=1).

⁴² Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. unter Mitwirkung von Holznagel, B. (2017): Ansätze zur Glasfasererschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Consult Studie im Auftrag des DIHK, Bad Honnef, 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/2017_DIHK_Studie.pdf.

⁴³ Als Rechenbeispiel für eine Kommune mit einem Förderhöchstbetrag von 950.000 € und einer Förderquote von 80%.

Abbildung 4-3: Rechenbeispiel erschließbare Haushalte nach anteiliger Höhe der Wirtschaftlichkeitslücke an den Investitionskosten



Quelle: WIK.



Dieser Umstand bedingt, dass eine Kommune aus dem obigen Rechenbeispiel unter den bisherigen Bedingungen des bayerischen Förderprogramms nur sehr wenige Haushalte durch eine FTTH-Förderung erschließen kann. Diese Mechanik legt eine Entscheidung für den kostengünstigeren FTTC-Ausbau nahe, um mehr Haushalte mit Geschwindigkeiten von mindestens 30 Mbit/s versorgen zu können.

Grundsätzlich fällt bei Betrachtung der geförderten Projekte in Bayern eine relativ starke Kleinteiligkeit auf, die durch die Limitierung des Förderhöchstsatzes bedingt ist. Dies kann aus ökonomischer Sicht jedoch ineffizient sein. Die Teilnahme an Ausschreibungen zu kleinteiligen Projektgebieten ist für Netzbetreiber, die über kein Netzwerk im Umkreis verfügen, eher unattraktiv. Die Ortsanbindungskosten verteilen sich auf wenige Haushalte, so dass Anbieter mit Infrastruktur in den Nachbarorten schon im Vorhinein stark im Vorteil sind. In größeren Ausbaubereichen würden sich diese und weitere skalierende Kosten auf mehr Haushalte verteilen, so dass der Wettbewerbsvorteil lokal vertretener Anbieter sinken und die Wahrscheinlichkeit, dass sich mehr Unternehmen an der Ausschreibung beteiligen, steigen würde. Der erhöhte Wettbewerb um die Fördermittel senkt tendenziell die Wirtschaftlichkeitslücke, die subventioniert werden soll, und somit die benötigten Subventionen.

Schließlich wird durch den starren Fokus auf die Förderung nach dem Wirtschaftlichkeitslückenmodell der Ausbau in Form von Betreibermodellen erschwert. Letztere haben in zahlreichen Bundesländern jedoch einen sehr positiven Beitrag zum NGA-Ausbau geleistet. Beispielsweise erfolgt der FTTH-Ausbau in Schleswig-Holstein überwiegend in Form von Betreibermodellen. Es lässt sich ökonomisch zeigen, dass eine stärkere Einbindung der öffentlichen Hand, wie sie im Betreibermodell realisiert wird,

aufgrund von Durchmischungs- und positiven Spillover-Effekten, die im Rahmen der Business Case-Betrachtung berücksichtigt werden können, bei gleichem Mitteleinsatz einen großflächigeren Ausbau ermöglicht.⁴⁴

In Bezug auf die Koexistenz der bayerischen Hochgeschwindigkeitsförderung mit dem Bundesförderprogramm in Verbindung mit der bayerischen Kofinanzierung fallen einige Punkte auf. Zunächst sind im Verhältnis zum Versorgungsbedarf in Bayern wenig Bundesfördermittel für bayerische Förderprojekte zugesagt worden. Dies kann sicherlich teilweise darauf zurückgeführt werden, dass sich viele Kommunen für das weniger bürokratische bayerische Programm entschieden haben. Daraus folgt aber, dass die für den Breitbandausbau in Bayern bereitstehenden Mittel in geringerem Maße durch Bundesmittel aufgestockt wurden, als es ohne die Konkurrenz der Programme der Fall gewesen wäre. So wurde versäumt, den Haushalt weiter zu entlasten bzw. die zur Verfügung stehenden Mittel effizienter einzusetzen.

⁴⁴ So kann eine Kommune positive Externalitäten des FTTH-Ausbaus, z. B. im Hinblick auf die langfristige Positionierung als Standortfaktor für Gewerbetreibende oder Wohnort, in ihr Entscheidungskalkül einbeziehen. Vgl. Wernick, C.; Bender, C. M. (2017): The Role of Municipalities for Broadband Deployment in Rural Areas in Germany: An Economic Perspective, in: DigiWorld Economic Journal, 105, 91-110, March 2017.

5 Kosten des flächendeckenden FTTH-Ausbaus

Im Folgenden modellieren wir auf Basis des WIK NGA-Kostenmodells die Kosten für einen flächendeckenden FTTH-Ausbau in Bayern. Wir greifen hierbei auf ein Modell zurück, welches bereits in zahlreichen früheren Analysen zur Anwendung gekommen ist und seitdem fortlaufend weiterentwickelt wurde.⁴⁵

Wir modellieren einen eingeschwungenen Zustand des Marktes ("Steady State") etwa 10 Jahre in der Zukunft. Insofern nehmen wir eine Analyse des mittel- bis langfristigen Wettbewerbszustands vor und stellen uns die Frage, welchen Marktanteil und welche Einnahmen Glasfaseranschlussnetze erzielen können bzw. müssen.

Dabei wird zunächst auf strukturelle Parameter (Abschnitt 5.1), Modellparameter (Abschnitt 5.2) und die bestehende Netzabdeckung (Abschnitt 5.3) eingegangen, bevor in Kapitel 5.4 die Ergebnisse vorgestellt werden.

5.1 Strukturelle Parameter

Im Folgenden werden die wesentlichen Parameter unserer Modellierung kurz vorgestellt.

5.1.1 Netzarchitektur

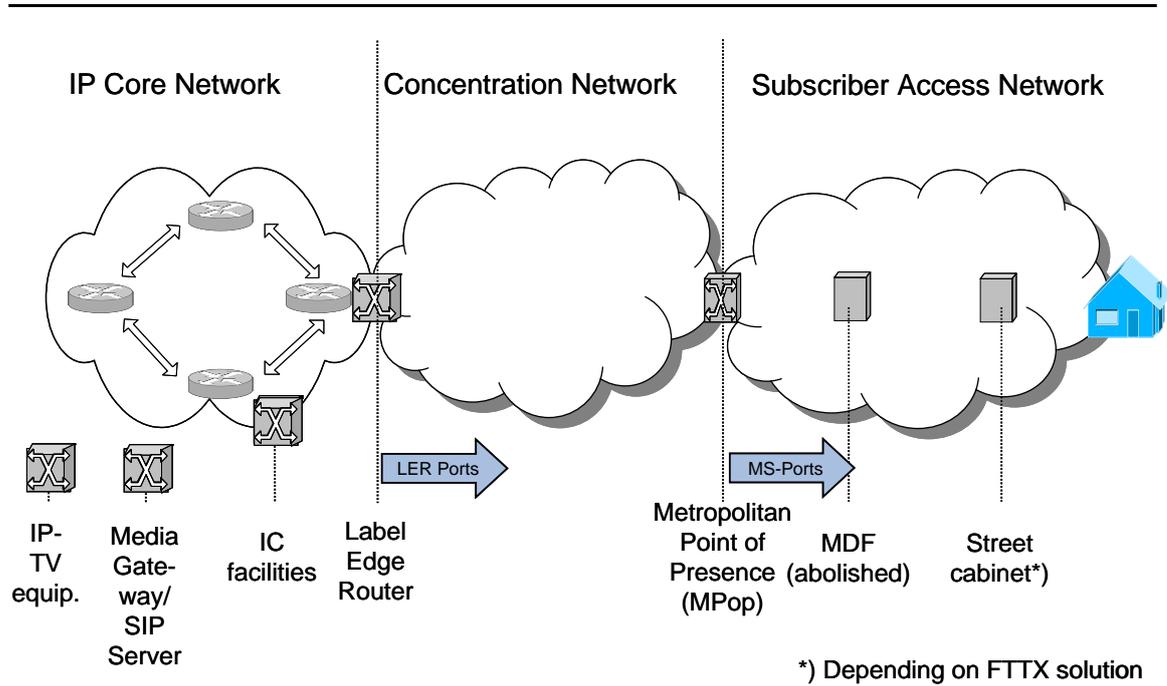
Gegenüber den klassischen Telekommunikationsnetzen, bei denen für jede Nutzungsart (Sprache, Daten und TV) ein oder gar mehrere separate Netze aufgebaut wurden, übertragen moderne breitbandige Telekommunikationsnetze alle Dienste auf einem einzigen Multi Service Netz, das man daher auch als Next Generation Network (NGN) bezeichnet. Ergänzt wird ein derartiges Netz um einen breitbandigen Netzzugang, den Next Generation Access (NGA). Abbildung 5-1 beschreibt die NGN/NGA-Netzarchitektur bestehend aus IP-Core Netz (Backbone Netz), Konzentrationsnetz sowie dem Teilnehmeranschlussnetz.

Wesentlich kostenbestimmend für einen Glasfaserausbau ist das Teilnehmeranschlussnetz, das wir daher detailliert bottom-up modellieren.⁴⁶ Dabei werden für die Architektur FTTH-Ergebnisse berechnet. Das IP-Core Netz und das Konzentrationsnetz nähern wir dagegen über die Übertragungskosten je Kbps für die beiden Netzebenen an, die wir aus Benchmarks für entsprechende Netze aus der WIK-Datenbank bzw. aus einem generischen NGN-Modell gewonnen haben. Die Kosten für diese beiden zentralen Netzteile sind in einer Kostenfunktion abgebildet, die durch einen Fixkostenblock und variable Kosten je 10 Kbps (in der Hauptverkehrsstunde) definiert ist.

⁴⁵ Vgl. z. B. Jay, S., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef.

⁴⁶ Für das Konzentrations- und Kernnetz werden schon seit vielen Jahren Glasfasern verwendet.

Abbildung 5-1: NGN/NGA-Netzarchitektur in der Übersicht



Quelle: WIK.

Breitbandige Teilnehmeranschlussnetze nehmen immer Glasfaserverbindungen zu Hilfe, um die mit den althergebrachten Kupferadern verbundenen Bandbreitenbeschränkungen zu überwinden. Diese Architekturen bezeichnet man üblicherweise als FTTx-Netze (Fiber to the x), wobei x den Endpunkt der Glasfaser aus der Sicht des Netzes zum Teilnehmer hin beschreibt.

Für diese Studie betrachten wir als Architektur zur Modellierung des Anschlussnetzes FTTH Point-to-Point (P2P). Hierbei besteht das Anschlussnetz vom zentralen optischen Verteiler [Optical Distribution Frame (ODF) am Metropolitan Point of Presence (MPOP)] bis zur Wohnung des Endkunden ausschließlich aus einer durchgehenden Glasfaserverbindung. In Abstimmung modellieren wir dabei ausschließlich die Einfaser-Variante des FTTH-Netzes als kostengünstigste Architektur und bilden keinen Multifaseransatz ab.

5.1.2 Clusterbildung nach Anschlussdichte

Der insgesamt in Bayern adressierbare Markt für festnetzbasierete Breitbanddienste besteht aus allen Wohnungen und Geschäftskunden. Dieser umfasst Nachfrager, die TK-Leistungen über das herkömmliche Telekommunikationsfestnetz beziehen, Nachfrager, die ihre Telekommunikationsdienste ausschließlich aus Kabel-TV-Netzen (cable only) oder Mobilfunknetzen (mobile only) beziehen, und solche, die derartige Angebote gene-

rell nicht abnehmen. Der von einem NGA-Netz adressierbare Markt für Anschlüsse ist also größer als die Zahl der Anschlusskunden des kupferbasierten Festnetzes heute. Wir haben diesen adressierbaren Markt aus vorhandenen öffentlichen Daten ermittelt.

Danach sind in Bayern derzeit ca. 6,5 Mio. Anschlüsse vorhanden bzw. adressierbar. Da nicht davon auszugehen ist, dass alle potenziell adressierbaren Festnetzkunden in Zukunft auch tatsächlich einen Festnetzanschluss nachfragen werden, unterstellen wir eine Zielpenetration von 80%.⁴⁷ Alle in den Ergebnisdarstellungen dieser Studie enthaltenen Marktanteile beziehen sich auf den potenziell adressierbaren Markt, um Missverständnisse durch einen Wechsel der Bezugsbasis zu vermeiden. Der von uns modellierte Ausbau des NGA-Netzes sieht allerdings vor, dass jeder (potenziell) adressierbare Anschluss auch durch das Netz erreicht wird. Der modellierte Netzausbau folgt demnach dem „Homes passed“-Konzept.

Die Profitabilität des Glasfaserausbaus in der Fläche hängt ganz wesentlich von den Kosten des Anschlussnetzes je Teilnehmer ab und wird damit wesentlich von der Anzahl der Haushalte je Trassenkilometer, d. h. von der Anschlussdichte, bestimmt. Hierzu haben wir die adressierbaren Kunden auf die einzelnen Gebäude unter Berücksichtigung der bestehenden aktiven und passiven Endverschlüsse mit Hilfe eines GIS-Tools mit Straßen- und Gebäudeinformationen alloziert. Eine Clusterung der nach Anschlussdichte sortierten Anschlussbereiche in 20 Gruppen führt zu einer nahezu gleichförmigen Verteilung von jeweils 5% der Anschlüsse je Cluster.

Nachfolgend tabellarisch dargestellt sind die nach abnehmender Dichte sortierten Cluster sowie die auf jedes Cluster entfallenden Anschlusszahlen und die Zahl der ihnen zuordenbaren Anschlussbereiche (Hauptverteiler). Die Summe über alle Cluster hinweg entspricht der Gesamtzahl aller potenziell anschließbaren Wohnungen und Arbeitsstätten bzw. Anschlussbereiche (Tabelle 5-1).

⁴⁷ D. h. wir gehen davon aus, dass ca. 20% der potenziell adressierbaren Kunden nicht mit Festnetzangeboten erreichbar sein werden. Diese Kunden beziehen ihren Telekommunikationsanschluss entweder ausschließlich von einem Kabelnetzbetreiber oder einem Mobilfunknetzbetreiber oder gehören zu der Gruppe der Verweigerer.

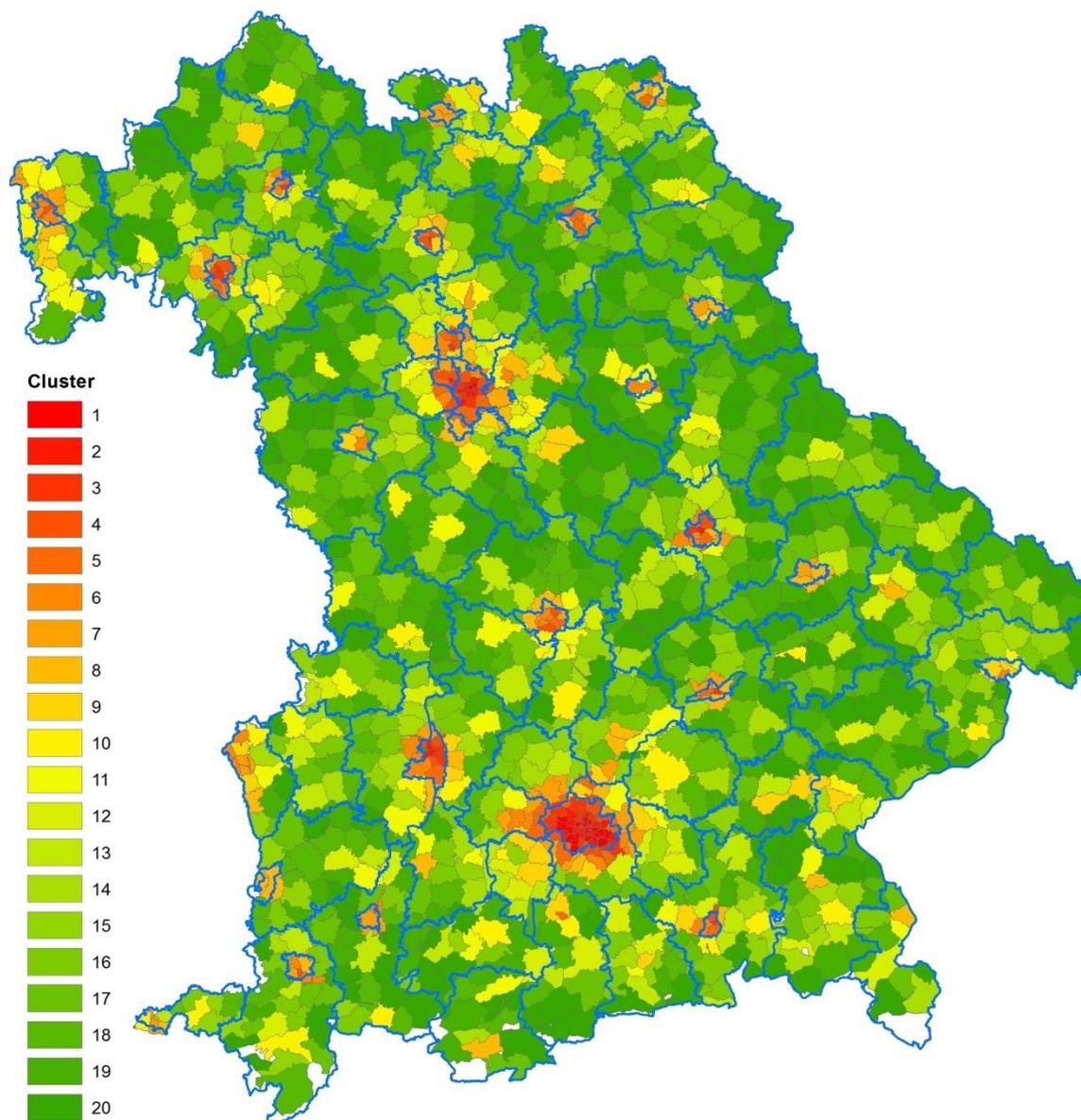
Tabelle 5-1: Clusterung nach Anschlussdichte (Werte pro Cluster)

Cluster	Clusterdichte (pot. Anschlüsse pro km ²)	Anzahl (pro Cluster)			
		Potenzielle Anschlüsse	in %	Anschluss- bereiche	in %
1	4.030	329.378	5%	22	2%
2	2.700	326.873	5%	32	2%
3	1.700	324.391	5%	28	2%
4	1.100	333.936	5%	31	2%
5	750	326.792	5%	29	2%
6	550	334.076	5%	35	3%
7	375	322.892	5%	35	3%
8	280	330.988	5%	37	3%
9	210	327.636	5%	40	3%
10	170	328.044	5%	39	3%
11	150	328.345	5%	43	3%
12	120	331.748	5%	50	4%
13	100	327.476	5%	58	4%
14	80	329.289	5%	69	5%
15	70	327.509	5%	74	6%
16	60	328.682	5%	90	7%
17	50	328.003	5%	100	8%
18	40	329.577	5%	119	9%
19	30	327.975	5%	147	11%
20	<30	331.015	5%	221	17%
		6.574.625	100%	1.299	100%

Quelle: WIK.

Abbildung 5-2 visualisiert die Zuordnung der einzelnen Cluster auf den Freistaat Bayern.

Abbildung 5-2: Flächenabdeckung der Cluster



Quelle: WIK.

5.1.3 Anzahl der Breitband-Zugangsserver

Der Einsatz von Glasfasern im Anschlussnetz überwindet die Längenbeschränkungen der Kupferleitungen. Dies eröffnet Effizienzsteigerungen durch längere Anschlussleitungen als bisher und dadurch geänderte Netztopologien. Wir gehen davon aus, dass gegenüber den für (A)DSL bestehenden Längenbeschränkungen von ca. 4 km bei Kup-

ferkabeln Glasfaserstrecken mit preiswerten Standardschnittstellen über eine Distanz bis ca. 40 km wirtschaftlich betrieben werden können.⁴⁸ Um Skaleneffekte zu erreichen und die aktive Technik auf weniger Standorte zu konzentrieren, gehen wir daher davon aus, dass kleine Schaltzentralen mit 2.000 oder weniger Teilnehmern keinen Point of Presence (PoP) bilden, sondern passive Netzknoten bleiben, so dass sich die Zahl der modellrelevanten MPoP um 271 Schaltzentralen verringert, deren Teilnehmer auf die nächstgelegene Schaltzentrale mit mehr als 2.000 Teilnehmern weitergeführt werden. Alle Schaltzentralen mit weniger als 2.001 Anschlüssen liegen in den weniger dicht besiedelten Gebieten Bayerns (ab Cluster 12 mit weniger als 120 potenziellen Anschlüssen/km²), 264 davon sogar in Gebieten mit weniger als 50 potenziellen Anschlüssen/km². Wir haben im Rahmen eines Optimierungsansatzes diese insgesamt 271 Knotenpunkte auf die nächstgelegenen MPoPs aggregiert.

Eine Kontrollprüfung ergab, dass in keinem Fall die daraus resultierende Gesamtlänge der Anschlussleitung zum nächstgelegenen MPoP mehr als 40 km beträgt. Die ergänzenden Glasfaserstrecken von den nun passiven Schaltzentralen zu den jeweils nächstgelegenen MPoPs werden entlang der kürzesten Straßenverbindung ermittelt und gehen als Backhaul-Verbindungen in unser Modell ein.

5.1.4 Trassenlängen

Die Trassenlängen in der FTTH-Technologie werden in der hierfür spezifischen Topologie betrachtet. Im Einzelnen geht es hier um die Parameter „Average trench length per Distribution Point“ und „Average drop cable length“. Für den Parameter „Average trench length per Distribution Point“ wurde hierbei die physikalische Grabenlänge bis zum Gebäude ermittelt. Für den Parameter „Average drop cable length“ wurde, unter Berücksichtigung der maximal erzielbaren Längen, die Kabellänge zwischen Distribution Point und Gebäude ermittelt.

5.1.5 Kabelgrößen, Leerrohre und Kabelgräben

Grundsätzlich ist ein Standardgraben vorgesehen, der bis zu acht Kabel in Rohrzügen aufnehmen kann. Hierbei wird standardmäßig von einer Verlegung in Leerrohren ausgegangen. Bei Mehrbedarf bestimmt das Modell endogen die entsprechenden Erweiterungen.

Bei FTTH wird im Drop Kabel im hier zugrunde gelegten Einfaserfall je Haushalt eine Faser vorgesehen. Entsprechend dem Faserbedarf auf einzelnen Netzsegmenten können mehrere Kabel benötigt werden, deren Anzahl das Modell endogen bestimmt.

⁴⁸ Mit entsprechend hochwertigen Schnittstellen für Glasfaserstrecken können heute bereits mehrere 100 km ohne Zwischenverstärker überbrückt werden, im Seekabelbereich über 1000 km. Diese Schnittstellen sind aber für den Massenmarkt des Zugangsnetzes zu teuer.

5.1.6 Variable Kosten je Kunde

Generell gehen wir davon aus, dass ein Netzbetreiber ein Cluster zu 100% der adressierbaren Kunden ausbaut, denn jeder von ihnen könnte im Prinzip als Kunde gewonnen werden und sein Anschluss soll nicht durch lang anhaltende Baumaßnahmen verzögert werden (100% Homes passed). Dennoch ergeben sich zusätzlich variable Kosten für die Anschaltung der einzelnen Kunden. Der Netzbetreiber stellt ausschließlich für realisierte und angeschlossene Kunden aktives Equipment zur Verfügung [z. B. den Teilnehmerport im Ethernetswitch des MPoP und das Customer Premises Equipment (CPE)]. Aufwendungen für diese Ausstattungen behandelt das Modell also als variable Investitionen.

Das Modell erfasst optische Verteiler im MPoP so, dass auf der Haushaltsseite jeder Haushalt auf Ports abgelegt wird. Die zur Netzseite zeigenden Ports wachsen hingegen mit der Anzahl tatsächlich realisierter Kunden. Die Betreiber installieren hier bei Bedarf einen Port sowie ein Patchkabel je Kunde. Die variablen Kosten je Kunde unterscheiden sich je nach der Architektur, sind aber im Vergleich mit den Kosten, die der Grundausbau (Homes passed) im Ausbauggebiet erfordert, gering. Grundsätzlich sind sie umso größer, je weniger Glasfaserstrecke installiert ist.

5.1.7 Konzentrations- und Kernnetz

Das Konzentrationsnetz verbindet das glasfaserbasierte Teilnehmeranschlussnetz und das Kernnetz und ist konzeptionell zwischen MPoP und dem Broadband Remote Access Server (BRAS) angesiedelt. Kosten für die Verkehrsübertragung sind als volumenbezogener, variabler Kostensatz je angefangenen 10 Kbps im Modell dargestellt. Insgesamt ergeben sich monatliche Kosten pro Kunde als Produkt aus eben diesem Kostensatz und dem kundenbezogenen Verkehr in der Busy Hour.

Der Busy Hour Verkehr ist der statistische Verkehr, den ein durchschnittlicher Kunde in der auslastungsbezogenen Hauptverkehrszeit verursacht und anhand dessen die konzeptionelle Netzdimensionierung erfolgt. Hinzu kommen ein angenommener Fixkostenanteil für das nationale Konzentrationsnetz sowie ein über die pro IP-TV-Kanal benötigte Bandbreite berechneter Fixkostenanteil.

Netzseitig vom BRAS befindet sich das Backbone-Netz, dessen volumengetriebene Übertragungskosten im Modell konzeptionell identisch sind mit denen im Konzentrationsnetz. Auch hier ergeben sich kundenbezogene Transmissionskosten aus Übertragungskosten je angefangenen 10 Kbps und dem Busy Hour Verkehrsaufkommen eines angenommenen Durchschnittskunden. In Analogie zu den Übertragungskosten für das Konzentrationsnetz gehen auch Übertragungskosten für das Backbone-Netz als monatliche, kostenseitige Position in die Modellberechnung ein. Hinzu kommen hier ebenfalls

ein angenommener Fixkostenanteil für das nationale Kernnetz sowie ein über die pro IP-TV-Kanal benötigte Bandbreite berechneter Fixkostenanteil.

Konzeptionell gleich sind die variablen Anteile beider Kostenpositionen auch darin, dass das zugrunde liegende Verkehrsaufkommen nur Voice- und Internet-Dienste (inkl. Video on Demand), jedoch kein IP-TV berücksichtigt. Der Grund verbirgt sich hinter den unterschiedlichen technischen Konzeptionen und Aussendungsarten des IP-TV Dienstes und der beiden anderen Dienste. IP-TV (inkl. Pay TV) ist ein Broadcast-Dienst, das heißt er verteilt sich unabhängig von TV nachfragenden Kundenzahlen im NGN-Netz.

Sprach- und Internet-Dienste sind dagegen kundengetrieben. Weiter unterscheidet sich das Nutzungsverhalten von IP-TV gegenüber anderen Diensten darin, dass sich IP-TV backboneseitig fächerartig ausbreitet bis zur kundenedizierten Inhouseverkabelung, während sich Voice- oder Internet-Dienste nicht fächerartig, sondern mittels technischer Punkt-zu-Punkt Verbindungen ausbreiten. Sprach- und Internet-Dienste erzeugen die gleiche Verkehrsbelastung je Kunde unabhängig von der betrachteten Netzebene. Ungleich ist sie dagegen beim IP-basierten Fernsehdienst, weil dessen fächerartige Ausbreitung zu unterschiedlichen IP-TV-Verkehrsvolumina je Kunde pro betrachteter Netzebene führt.

5.2 Wesentliche Modellparameter

5.2.1 ARPU

Für unsere Analyse unterstellen wir für den durchschnittlichen Umsatz je Nutzer [Average Revenue per User (ARPU)] einen Mischwert, der sich anteilig aus Erträgen für Single-Play [Voice over Internet Protocol (VoIP)], Double-Play (VoIP und Internetdatendienst) und Triple-Play (VoIP, Internet, IP-TV) ergibt. Neben Privatkunden gehen auch Geschäftskunden bei der Ableitung des Durchschnittsertrags ein. Für diese berücksichtigen wir speziell auch Mietleitungsprodukte (vgl. Tabelle 5-2).

Tabelle 5-2: Erlöse durch Endkunden

	Erlöse je Produktgruppe pro Kunde	Anteil der Kunden
Sprache	17 €	10,00%
Sprache und Breitband	30 €	47,00%
Sprache, Breitband und IPTV	40 €	35,00%
Geschäftskunden	88 €	7,83%
Leased Lines	525 €	0,17%

Quelle: WIK.

Insgesamt ermittelt sich so ein durchschnittlicher ARPU von 37,58 € je Kunde und Monat.

5.2.2 WACC

Der WACC (Weighted Average Cost of Capital) wird im Modell mit 5,2% angenommen. Dieser Wert reflektiert die aktuelle Entwicklung auf den Kapitalmärkten und das für derartige Breitbandinvestitionen bestehende Risiko, das die Investoren zu tragen haben.

Spezifische Risiken, die im Rahmen des Aufbaus eines NGA-Netzes berücksichtigt werden können, sind das Risiko, ausreichende Marktanteile erzielen zu können, das Risiko, dass Endnutzer eine hinreichende Zahlungsbereitschaft für Dienste haben, das regulatorische Risiko und ggf. weitere spezifische Risiken spezieller Geschäftsmodelle.

5.2.3 Retailkosten

Kosten für Customer Care, Order Management, Clearing und Kundensupport sind kostenmäßig im Modell erfasst. Unter dem Oberbegriff Retailkosten sind diese Positionen zusammengefasst. Der hierfür angesetzte Wert in Höhe von 5,00 € ist als monatlich wiederkehrender Aufwand je Kunde im Modell implementiert. Seine Höhe orientiert sich an den Retailkosten-Niveaus, die wir aus anderen Projekten kennen.

5.2.4 Kabelverlegung

Tiefbauarbeiten haben beim Neubau eines Netzes grundsätzlich den größten Anteil an den Investitionen. Für Modellergebnisse von hoher Qualität ist deshalb entscheidend, diese Position möglichst genau abzubilden. Eingang in die Berechnung der Tiefbauinvestitionen fanden Trassenlängen und Preise für Tiefbau- und Verlegearbeiten, die hierfür relevante Ausgangswerte darstellen. Aufwendungen für Abzweigmuffen, Kabelschächte sowie deren durchschnittlicher Abstand untereinander sind im Modell explizit als Investitionsparameter berücksichtigt.

Die ermittelte Höhe der Preise sowie die strukturellen Parameter der Tiefbauverlegung unterscheiden sich nach unserer Einschätzung von Cluster zu Cluster. Höher ist in dünn besiedelten Gebieten beispielsweise der relative Anteil nicht asphaltierter Flächen, was den durchschnittlichen Preis pro Verlegemeter gegenüber städtischen Gebieten senkt. Auszugehen ist auch von kleiner dimensionierten Kabelschächten in ländlichen Gebieten, weil hier die Anzahl der Haushalte und damit auch die der Fasern pro km² sinkt.

Die Ermittlung der Trassenlängen erfolgte in einem Trassenlängenbestimmungsmodell, das auf einen Optimierungsalgorithmus⁴⁹ zurückgreift. Entlang des Straßenverlaufs ermittelt dieser Algorithmus die optimale Trassenlänge zwischen Gebäude und Schalt-

⁴⁹ Wir setzen dazu den Augmented Shortest Path Algorithmus ein.

zentrale bzw. Cabinet (Knotenverzweiger). Dabei optimiert er zudem die beidseitige und einseitige Verlegung entlang der Straße.

Die Ermittlung der Trassenlängen erfolgte für jeden Anschlussbereich des Netzes individuell, so dass insgesamt ca. 1.300 iterative Berechnungen in die Parametrisierung eingingen. Jeder Anschlussbereich ist gemäß seiner Anschlussdichte einem Cluster zugewiesen. Ableiten ließen sich so clusterindividuelle Durchschnittswerte, die auf einer ausgesprochen guten Ausgangsinformation basieren. Tabelle 5-3 zeigt die Cluster bezogenen Werte für die Tiefbaupreise pro Meter im Modell.⁵⁰

Tabelle 5-3: Tiefbaukosten im Modell

Cluster	Grabenpreise
1	120 €
2	115 €
3	110 €
4	105 €
5	100 €
6	95 €
7	90 €
8	85 €
9	80 €
10	75 €
11	70 €
12	65 €
13	60 €
14	55 €
15	50 €
16	45 €
17	40 €
18	40 €
19	40 €
20	40 €

Quelle: WIK.

Die Installation von Glasfasern innerhalb des Gebäudes, die Inhausverkabelung, berücksichtigt das Modell nicht als Kosten des Glasfaserausbaus. In der vorgenommenen Modellierung wird diese als vom Gebäudeinhaber zu tragen angenommen und fließt nicht in die Kostenbetrachtung ein.

⁵⁰ Die Nutzung von Luftkabeln für das Glasfasernetz wird im Rahmen des Modells nicht berücksichtigt.

5.2.5 Datenvolumen der Endkunden

Als durchschnittliche Bandbreite pro Kunde und Monat ergibt sich ein Mischwert der Verkehrsvolumina in der Busy Hour aus Single-, Double- und Triple-Play Diensten sowie der Geschäftskunden und Mietleitungen. Hierbei wird eine Bandbreite von 20 Kbps pro Kunde für Telefonie angenommen, 600 Kbps für jeweils Double- und Triple-Play sowie 650 Kbps für Geschäftskunden und 87.040 Kbps (entsprechend 85 Mbps) für Mietleitungen. Insgesamt ermittelt sich so eine durchschnittliche Busy Hour-Bandbreite von 693 Kbps je Kunde und Monat. In Tabelle 5-4 sind die entsprechenden Anteile und Bandbreiten je Dienst zusammengefasst, die bei der Berechnung angenommen werden. Die angenommene Bandbreite je Kunde reflektiert das erhebliche Wachstum des Datenvolumens in den letzten Jahren und weiter erwartetes Wachstum für die Zukunft. Aus den Datenvolumina werden die Kosten für das Konzentrations- und Kernnetz bestimmt, wie zuvor beschrieben.

Tabelle 5-4: Datenvolumen der Endkunden

	Verkehr in der Busy Hour pro Kunde (in Kbps)	Anteil der Kunden
Sprache	20	10,00%
Sprache und Breitband	600	47,00%
Sprache, Breitband und IPTV	600	35,00%
Geschäftskunden	650	7,83%
Leased Lines	87.040	0,17%

Quelle: WIK.

5.3 Kosten einer flächendeckenden FTTH-Erschließung im Greenfieldansatz

Tabelle 5-5 stellt die Modellergebnisse für einen flächendeckenden Netzausbau mit FTTH P2P dar. Die Ergebnisse sind für jedes Cluster disjunkt bestimmt und können insofern für jedes einzelne Cluster, die Summe mehrerer Cluster und schließlich bayernweit in Summe aller Dichtecluster interpretiert werden.

Tabelle 5-5: Flächendeckende Netzabdeckung mit FTTH in einer Greenfieldbetrachtung

FTTH/P2P

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Market Share	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [EUR]	Invest kumuliert [EUR]	Invest/Subscriber [EUR]	Invest/Anschluss [EUR]	OPEX [EUR/Monat]	OPEX kumuliert [EUR/Monat]	Kosten/Subscriber [EUR/Monat]	Kosten [EUR/Monat]	Kosten kumuliert [EUR/Monat]	ARPU [EUR/Monat]	Profit Loss [EUR/Monat]	Profit Loss/Subscriber [EUR/Monat]	Profit Loss kumuliert [EUR/Monat]	Crit. Market Share	Invest Delta [EUR]
1	329.378	5%	80%	263.502	5%	282.465.925	282.465.925	1.072	858	1.294.890	1.294.890	21,25	5.598.884	5.598.884	37,58	4.304.300	16,33	4.304.300	27%	0
2	326.873	10%	80%	261.498	10%	320.120.627	602.586.552	1.224	979	1.320.252	2.615.141	22,46	5.873.111	11.471.995	37,58	3.954.757	15,12	8.259.057	31%	0
3	324.391	15%	80%	259.513	15%	345.291.214	947.877.766	1.331	1.064	1.340.087	3.955.228	23,31	6.048.568	17.520.563	37,58	3.704.676	14,28	11.963.733	33%	0
4	333.936	20%	80%	267.149	20%	398.048.676	1.345.926.442	1.490	1.192	1.404.781	5.360.009	24,51	6.546.783	24.067.346	37,58	3.493.444	13,08	15.457.177	37%	0
5	326.792	25%	80%	261.434	25%	399.576.766	1.745.503.208	1.528	1.223	1.387.041	6.747.050	24,82	6.488.703	30.556.049	37,58	3.336.729	12,76	18.793.906	38%	0
6	334.076	30%	80%	267.261	30%	472.704.664	2.218.207.872	1.769	1.415	1.522.085	8.269.135	26,90	7.190.101	37.746.150	37,58	2.854.335	10,68	21.648.241	45%	0
7	322.892	35%	80%	258.314	35%	511.904.606	2.730.112.478	1.982	1.585	1.555.069	9.824.204	28,72	7.419.207	45.165.357	37,58	2.288.967	8,86	23.937.208	51%	0
8	330.988	40%	80%	264.790	40%	547.442.680	3.277.555.158	2.067	1.654	1.627.268	11.451.472	29,44	7.796.704	52.962.061	37,58	2.154.887	8,14	26.092.096	54%	0
9	327.636	45%	80%	262.109	45%	578.380.888	3.855.936.046	2.207	1.765	1.672.843	13.124.315	30,67	8.038.730	61.000.791	37,58	1.812.079	6,91	27.904.175	58%	0
10	328.044	50%	80%	262.435	50%	624.718.720	4.480.654.766	2.380	1.904	1.736.621	14.860.936	32,11	8.427.578	69.428.369	37,58	1.435.497	5,47	29.339.672	62%	0
11	328.345	55%	80%	262.676	55%	623.554.214	5.104.208.981	2.374	1.899	1.746.848	16.607.784	32,12	8.436.711	77.865.080	37,58	1.435.415	5,46	30.775.087	62%	0
12	331.748	60%	80%	265.398	60%	619.784.253	5.723.993.234	2.335	1.868	1.767.518	18.375.302	31,87	8.459.243	86.324.324	37,58	1.515.198	5,71	32.290.285	62%	0
13	327.476	65%	80%	261.981	65%	670.359.588	6.394.352.821	2.559	2.047	1.852.993	20.228.295	33,88	8.874.915	95.199.238	37,58	971.084	3,71	33.261.369	68%	0
14	329.289	70%	80%	263.431	70%	688.613.592	7.082.966.413	2.614	2.091	1.914.083	22.142.378	34,50	9.087.870	104.287.108	37,58	812.638	3,08	34.074.007	70%	0
15	327.509	75%	80%	262.007	75%	671.879.862	7.754.846.275	2.564	2.051	1.898.768	24.041.146	34,15	8.946.807	113.233.915	37,58	900.184	3,44	34.974.191	69%	0
16	328.682	80%	80%	262.946	80%	665.632.089	8.420.478.364	2.531	2.025	2.090.581	26.131.727	34,88	9.172.126	122.406.041	37,58	710.132	2,70	35.684.323	72%	0
17	328.003	85%	80%	262.402	85%	663.652.727	9.084.131.091	2.529	2.023	2.166.492	28.298.219	35,28	9.258.754	131.664.796	37,58	603.089	2,30	36.287.411	73%	0
18	329.577	90%	80%	263.662	90%	730.133.042	9.814.264.133	2.769	2.215	2.382.998	30.681.217	37,84	9.977.573	141.642.369	37,58	-68.405	-0,26	36.219.006	81%	8.137.833
19	327.975	95%	80%	262.380	95%	826.291.633	10.640.555.766	3.149	2.519	2.696.812	33.378.029	41,86	10.982.868	152.625.237	37,58	-1.121.867	-4,28	35.097.139	95%	126.638.533
20	331.015	100%	80%	264.812	100%	1.162.294.853	11.802.850.619	4.389	3.511	3.703.812	37.081.841	54,30	14.378.380	167.003.617	37,58	-4.425.977	-16,71	30.671.162	0%	371.720.422
Σ Ø	6.574.625			5.259.700		11.802.850.619		2.244	1.795	37.081.841		31,75	167.003.617		30.671.162	5,83				506.496.788

Quelle: WIK.

Die Investitionen steigen, wie zu erwarten, mit abnehmender Anschlussdichte kontinuierlich an. Pro Anschluss sind sie im Cluster 20 fast 4-mal so hoch wie in Cluster 1. In Cluster 20 erfordert ein FTTH-Anschluss im Durchschnitt Investitionen in Höhe von 3.511 €; im Cluster 10 liegen die durchschnittlichen Investitionen bei 1.904 €. Dieser Wert liegt geringfügig über dem bayernweiten Durchschnitt von 1.795 € pro Anschluss.

In Summe sind ohne Berücksichtigung der Kosten für Inhausverkabelungen bei FTTH im Greenfieldausbau für ein flächendeckendes P2P-Glasfasernetz in Bayern Investitionen in Höhe von insgesamt 11,8 Mrd. € erforderlich.⁵¹

Zur Erläuterung der Ergebnisse sollen die Werte des Clusters 1 hier verbalisiert werden. Zum Cluster 1 zählen Anschlussbereiche mit einer Anschlussdichte von mehr als 4.000 Anschlüssen pro km². Diese belaufen sich auf insgesamt 329.378 oder 5% aller Anschlüsse in Bayern. Insofern repräsentieren diese Zahlen die Homes passed in diesem Cluster. Für das Festnetz nehmen wir an, dass maximal 80% der (potenziellen) Anschlüsse als Kunden gewinnbar sind. Der komplementäre Anteil entfällt auf Kabelanschlüsse und Mobile-only-Anschlüsse. Um alle Anschlüsse in diesem Cluster zu versorgen, sind Investitionen in Höhe von 282,5 Mio. € erforderlich. Dies entspricht Investitionen in Höhe von 858 € pro Home passed und 1.072 € pro Home connected.

Für den Betrieb des Netzes im Cluster 1 muss der Betreiber operative Aufwendungen in Höhe von 1,3 Mio. € pro Monat erbringen. Damit ergeben sich im Cluster 1 für den Netzbetreiber Gesamtkosten in Höhe von 21,25 € pro Kunde und Monat.

Bei einem angenommenen ARPU in Höhe 37,58 € ergeben sich für den Anbieter im Cluster 1 demnach Überschüsse in Höhe von 16,33 € pro Kunde und Monat. Im Cluster 1 ist im Steady State damit ein Marktanteil von allen Anschlüssen in Höhe von (nur) 27% erforderlich, um das Glasfasernetz hier profitabel betreiben zu können. Entsprechend können die Werte für die folgenden Cluster interpretiert werden. Darüber hinaus sind auch die über die Cluster kumulierten Werte für Anschlüsse, Kunden, Investitionen, OPEX, Kosten und Gewinn ausgewiesen.

Tabelle 5-5 erlaubt auch, abzulesen, wie weit Bayern bei einer Steady-State-Betrachtung profitabel mit FTTH ausgebaut werden kann. Profitabel ausbaubar sind die Cluster 1 bis 17. Erst im Cluster 18 ergeben sich Verluste für den Netzbetreiber für den FTTH-Ausbau auch in diesem Cluster. Verluste ergeben sich natürlich auch für den Ausbau in den folgenden, noch dünner besiedelten Clustern 19 bis 20.

⁵¹ Wie wir in früheren Arbeiten gezeigt haben, weichen die Kosten einer Erschließung mit Gigabit Passive Optical Network (GPON)-Technologie nicht wesentlich von denen mit P2P-Technologie ab, z. B. Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef.

5.4 Flächendeckende Versorgung mit FTTH unter Berücksichtigung der bestehenden Versorgung

Das bisherige Modellszenario war insofern eine reine Greenfieldbetrachtung, als nicht berücksichtigt wurde, dass es bereits einen bestimmten Ausbaustand mit FTTH in Bayern gibt. Für diese bereits bestehende Netzabdeckung sind keine neuen Investitionen mehr erforderlich. Im folgenden Szenario geht die bestehende Versorgung nun in die Berechnung ein. Wir bestimmen demnach den über die bestehende Netzabdeckung hinaus noch erforderlichen Netzabdeckungsbedarf, um zu einer flächendeckenden FTTH-Versorgung zu gelangen.

Für die Anwendung des NGA-Modells ist die bestehende Ausgangsversorgung mit FTTH der Anschlüsse den 20 nach Anschlussdichte in den Anschlussbereichen strukturierten Clustern Bayerns zuzuordnen. Ausgangspunkt hierfür sind die Daten zur Breitbandversorgung über FTTH aus der Antwort der Bundesregierung auf die Anfrage des Bundestagsabgeordneten Dieter Janecek zur Breitbandversorgung in Bayern.⁵² Darin sind für jeden Landkreis bzw. jede kreisfreie Stadt Bayerns die prozentuale und absolute bestehende Versorgung dargestellt.

Die Zuordnung der Anschlussbereiche zu den Clustern ist eindeutig. Bei der Zuordnung der Anschlussbereiche zu den Kreisen bzw. kreisfreien Städten wurde jeweils der Anschlussbereich gewählt, dessen zugehöriger MPoP innerhalb der Kreisgrenzen liegt. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass jeder einem Kreis zugeordnete Anschlussbereich im gleichen Maße bereits mit FTTH versorgt ist, war es notwendig, die vorliegenden Informationen auf die Ebene der Anschlussbereiche zu überführen. Hierzu wurden die nach Clusterzugehörigkeit aufsteigend (fallende Anschlussdichte) und innerhalb einer Clusterzugehörigkeit nach Anschlusszahl fallend sortierten Anschlussbereiche von den niedrigen Clustern (hohe Anschlussdichte) ausgehend nach dem Pareto-Prinzip zu jeweils 80% als versorgt angenommen, bis alle vorhandenen FTTH-Anschlüsse verteilt waren. Diese Logik folgt der Annahme, dass ein Netzbetreiber zunächst die urbanen (lukrativen Bereiche) eines Kreises (oder einer kreisfreien Stadt) mit FTTH versorgen würde und danach erst die suburbanen (weniger lukrativen) oder ruralen (ggf. defizitären) Gebiete. Durch Anwendung des Pareto-Prinzips wird der Tatsache Rechnung getragen, dass zwar eine Ausrüstung von ganzen Straßenzügen mit FTTH angenommen werden kann, aber immer auch eine Restmenge je Anschlussbereich noch nicht mit FTTH versorgt ist. Bezogen auf die 20 Cluster ergibt sich der in Tabelle 5-6 dargestellte angenommene Ausbaustand je Cluster.

⁵² Diese wurden entnommen, vgl. Deutscher Bundestag (2017): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dieter Janecek, Tabea Rößner, Matthias Gastel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/13438 – , elektronisch verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/136/1813620.pdf>.

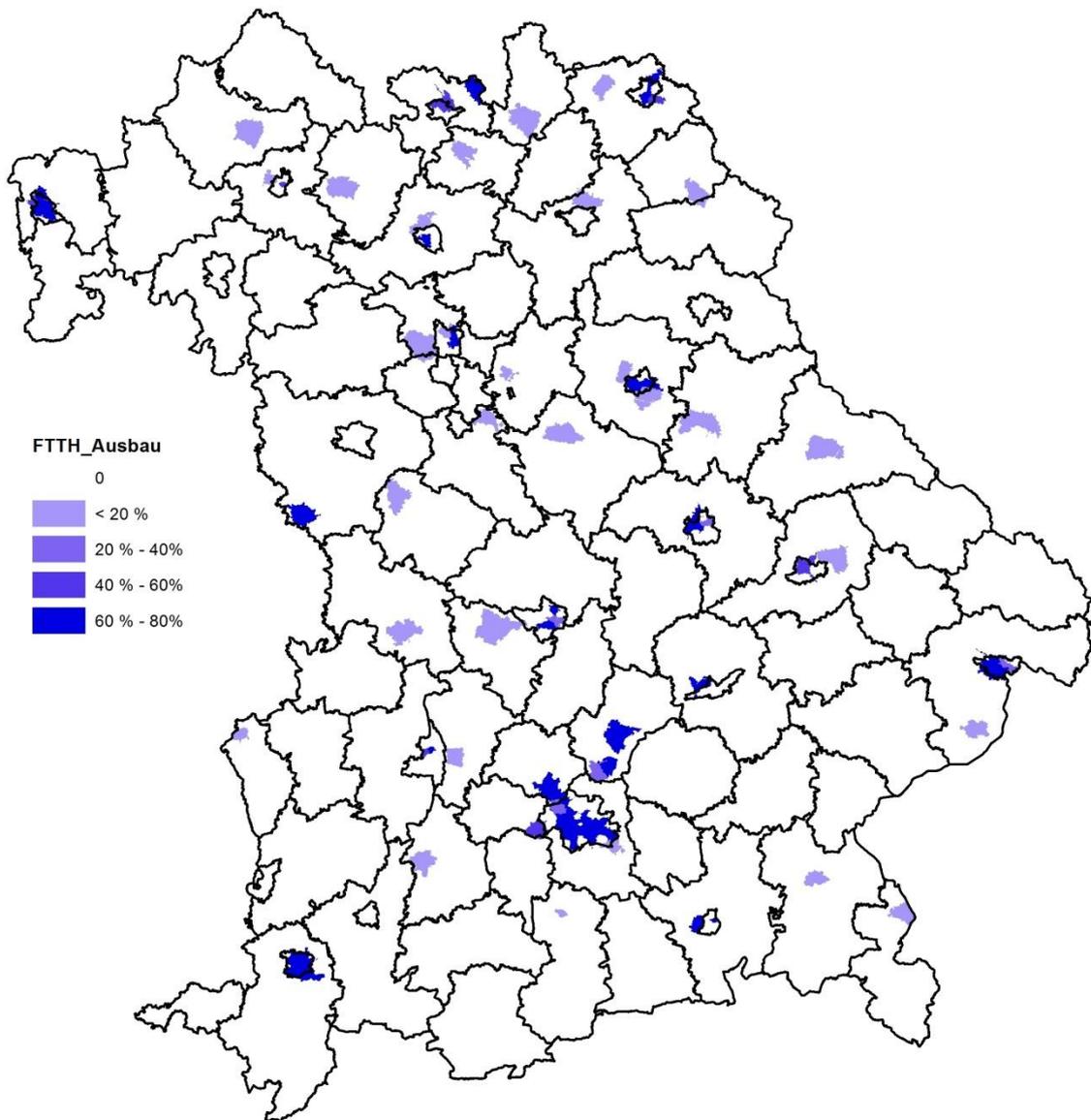
Tabelle 5-6: Bestehender FTTH-Ausbau je Cluster

Cluster FTTH-Ausbau		Cluster FTTH-Ausbau		Cluster FTTH-Ausbau		Cluster FTTH-Ausbau	
1	76%	6	21%	11	1%	16	0%
2	57%	7	16%	12	2%	17	0%
3	11%	8	7%	13	0%	18	0%
4	17%	9	6%	14	0%	19	0%
5	8%	10	1%	15	0%	20	0%

Quelle: WIK.

Abbildung 5-3 stellt die angenommene Verfügbarkeit von FTTH graphisch in einem Geoinformationssystem [Geographic Information System (GIS)] dar.

Abbildung 5-3: Räumliche Verfügbarkeit von FTTH in Bayern



Quelle: WIK.

Auf Basis der Zuordnung der bestehenden Ausbauten auf die 20 Cluster können die für die Restversorgung mit FTTH benötigten Investitionsvolumina berechnet werden. In Cluster 1 wäre demnach noch ein Investitionsvolumen in Höhe von 68,7 Mio. € erforderlich, in Cluster 10 beliefe sich die Summe auf mehr als 600 Mio. € und in Cluster 20 auf 1,16 Mrd. €. Insgesamt müsste für eine flächendeckende Erschließung Bayerns ein Investitionsvolumen von 10,9 Mrd. € erbracht werden.

Tabelle 5-7: Flächendeckung FTTH bei bestehender Versorgung

FTTH/P2P

Cluster	Anschlüsse	Ansl. Kum.	Anteil	Subscriber	Subs. Kum.	Invest [EUR]	Invest kumuliert [EUR]	Invest/Subscriber [EUR]	Invest/Anschluss [EUR]	OPEX [EUR/Monat]	OPEX kumuliert [EUR/Monat]	Kosten/Subscriber [EUR/Monat]	Kosten [EUR/Monat]	Kosten kumuliert [EUR/Monat]	ARPU [EUR/Monat]	Profit/Loss [EUR/Monat]	Profit/Loss/Subscriber [EUR/Monat]	Profit/Loss kumuliert [EUR/Monat]	Invest Delta [EUR]
1	80.210	1%	24%	64.166	1%	68.784.275	68.784.275	1.072	858	315.331	315.331	21,25	1.363.404	1.363.404	37,58	1.048.155	16,33	1.048.155	0
2	142.150	4%	43%	113.715	4%	139.207.908	207.992.183	1.224	979	574.149	889.480	22,46	2.553.986	3.917.390	37,58	1.719.769	15,12	2.767.924	0
3	287.826	9%	89%	230.259	9%	306.367.704	514.359.886	1.331	1.064	1.189.034	2.078.514	23,31	5.366.733	9.284.123	37,58	3.287.060	14,28	6.054.984	0
4	276.304	13%	83%	221.042	13%	329.349.770	843.709.656	1.490	1.192	1.162.338	3.240.852	24,51	5.416.879	14.701.002	37,58	2.890.513	13,08	8.945.497	0
5	300.254	19%	92%	240.203	19%	367.127.172	1.210.836.828	1.528	1.223	1.274.402	4.515.255	24,82	5.961.756	20.662.758	37,58	3.065.754	12,76	12.011.251	0
6	264.912	23%	79%	211.928	23%	374.837.086	1.585.673.914	1.769	1.415	1.206.966	5.722.221	26,90	5.701.481	26.364.239	37,58	2.263.381	10,68	14.274.632	0
7	271.567	28%	84%	217.254	28%	430.535.281	2.016.209.195	1.982	1.585	1.307.884	7.030.105	28,72	6.239.894	32.604.133	37,58	1.925.126	8,86	16.199.758	0
8	309.406	33%	93%	247.523	33%	511.743.906	2.527.953.101	2.067	1.654	1.521.163	8.551.268	29,44	7.288.280	39.892.413	37,58	2.014.367	8,14	18.214.125	0
9	308.481	38%	94%	246.783	38%	544.561.858	3.072.514.959	2.207	1.765	1.575.042	10.126.310	30,67	7.568.690	47.461.103	37,58	1.706.123	6,91	19.920.249	0
10	323.326	44%	99%	258.659	44%	615.730.071	3.688.245.030	2.380	1.904	1.711.644	11.837.954	32,11	8.306.320	55.767.423	37,58	1.414.843	5,47	21.335.092	0
11	325.156	49%	99%	260.125	49%	617.498.515	4.305.743.545	2.374	1.899	1.729.882	13.567.836	32,12	8.354.777	64.122.200	37,58	1.421.475	5,46	22.756.567	0
12	326.439	55%	98%	261.150	55%	609.863.909	4.915.607.454	2.335	1.868	1.739.233	15.307.068	31,87	8.323.844	72.446.043	37,58	1.490.946	5,71	24.247.512	0
13	327.303	61%	100%	261.842	61%	670.003.913	5.585.611.367	2.559	2.047	1.852.014	17.159.082	33,88	8.870.206	81.316.249	37,58	970.568	3,71	25.218.081	0
14	329.208	66%	100%	263.366	66%	688.443.681	6.274.055.047	2.614	2.091	1.913.612	19.072.694	34,50	9.085.628	90.401.877	37,58	812.438	3,08	26.030.518	0
15	327.509	72%	100%	262.007	72%	671.879.862	6.945.934.909	2.564	2.051	1.898.768	20.971.462	34,15	8.946.807	99.348.684	37,58	900.184	3,44	26.930.702	0
16	328.682	77%	100%	262.946	77%	665.632.089	7.611.566.998	2.531	2.025	2.090.581	23.062.044	34,88	9.172.126	108.520.810	37,58	710.132	2,70	27.640.834	0
17	328.003	83%	100%	262.402	83%	663.652.727	8.275.219.725	2.529	2.023	2.166.492	25.228.536	35,28	9.258.754	117.779.564	37,58	603.089	2,30	28.243.923	0
18	329.577	89%	100%	263.662	89%	730.133.042	9.005.352.767	2.769	2.215	2.382.998	27.611.534	37,84	9.977.573	127.757.137	37,58	-68.405	-0,26	28.175.518	8.137.833
19	327.975	94%	100%	262.380	94%	826.291.633	9.831.644.400	3.149	2.519	2.696.812	30.308.346	41,86	10.982.868	138.740.006	37,58	-1.121.867	-4,28	27.053.651	126.638.533
20	331.015	100%	100%	264.812	100%	1.162.294.853	10.993.939.253	4.389	3.511	3.703.812	34.012.157	54,30	14.378.380	153.118.385	37,58	-4.425.977	-16,71	22.627.674	371.720.422
Σ Ø	5.845.303			4.676.224		10.993.939.253		2.244	1.795	34.012.157		31,75	153.118.385		22.627.674	4,84		506.496.788	

Quelle: WIK.

In den Clustern 1 bis 17 wäre diese FTTH-Abdeckung von den Netzbetreibern im Steady State profitabel und damit eigenwirtschaftlich darstellbar. In den letzten drei Clustern wären noch ca. 1 Mio. Anschlüsse mit einem Investitionsbudget für FTTH von insgesamt 2,7 Mrd. € zu errichten. Hierfür müsste den ausbauenden Netzbetreibern eine Investitionsbeihilfe in Höhe von 0,5 Mrd. € extern bereitgestellt werden, um die bestehende Wirtschaftlichkeitslücke auszugleichen.

Mit Blick auf die Übertragung der Modellergebnisse in die Praxis müssen zwei Aspekte erwähnt werden, die zu zusätzlichen Kosten im Business Case des Netzbetreibers gegenüber der von uns betrachteten Modell-Kostenwelt führen. Zum einen bedarf es einer Hochlaufphase, bis die von uns prognostizierte Penetration erreicht wird, während der aufseiten des ausbauenden Anbieters in der Regel Anlaufverluste anfallen werden. Zudem müssen während der Hochlaufphase alte und neue Infrastrukturen parallel betrieben werden, weswegen im Zuge der Migration Kosten für die Migration der Kunden von der Kupfer- auf die Glasfaserinfrastruktur und die Abschaltung der alten Technik anfallen. Diese Aspekte werden in der Praxis den Business Case des ausbauenden Unternehmens belasten und den Break Even auf einen späteren Zeitpunkt verschieben. Dies dürfte in der Praxis zur Folge haben, dass die im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitslücke ermittelten Fehlbeträge höher als die oben aufgeführten Werte ausfallen dürften.

Umgekehrt bleibt jedoch festzuhalten, dass die hier vorgestellten Modellberechnungen gleichzeitig den oberen Rand der für eine Flächendeckung mit FTTH noch erforderlichen Investitionen abbilden. Die vorgestellten Berechnungsergebnisse berücksichtigen nämlich nicht, dass in einer Vielzahl von Anschlussbereichen bereits bestimmte Glasfaserstrecken, die z. B. für FTTC errichtet wurden, auch für eine Migration des Netzes auf FTTH genutzt werden können. Dadurch können Investitionen in einer Größenordnung von 10% bis 15% der für FTTH erforderlichen Investitionen eingespart werden. Diese Einsparungseffekte sollten den o. g. Effekten entgegenwirken und ggf. zu einer Reduktion der Wirtschaftlichkeitslücke beitragen.

Ein marktgetriebener FTTH-Ausbau ist grundsätzlich immer dann zu erwarten, wenn der Netzbetrieb profitabel erfolgen kann. Nach den vorausgegangenen Berechnungen wäre dies in einer Steady-State-Betrachtung für Anschlussbereiche in den Clustern 1 bis 17 möglich. Zu beachten ist, dass eine solche Betrachtung nicht mit einer Business Case-Betrachtung eines Unternehmens gleichzusetzen ist, da ein eingeschwungener Zustand modelliert wird. In der Praxis könnte sich die Zahl der eigenwirtschaftlich erschließbaren Cluster und Haushalte daher entsprechend reduzieren, da ein Unternehmen mögliche Anlaufverluste und Migratonskosten in sein Kalkül einbeziehen wird. Gleiches gilt für die in der Praxis zu erwartenden Subventionsbedarfe.

Der Subventionsbedarf ergibt sich aus der Tatsache, dass für die Cluster 18, 19 und 20 kein profitabler Ausbau möglich sein wird, da in diesen Clustern der zu erwartende durchschnittliche monatliche Erlös in Höhe von 37,58 € nicht zur Deckung der Kosten je Teilnehmer ausreichend ist. Im Cluster 18 ist diese Unterdeckung mit 0,26 € noch rela-

tiv gering, sie steigt in Cluster 19 aber bereits auf 4,28 € und erreicht im Cluster 20 einen Höchstwert von 16,71 €. Immerhin 38 Kreise umfassen mindestens einen Anschlussbereich aus allen drei defizitären Clustern.

Der für die Anschlussbereiche aus den defizitären Clustern benötigte Investitionszuschuss kann dabei grundsätzlich über unterschiedliche Methoden geleistet werden. Eine Möglichkeit ist die Förderung durch einen Einmalinvest. Diese Einmalinvestitionen können z. B. durch Gemeinden, Kreise oder auf Landesebene bereitgestellt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die Einmalförderung pro angeschlossenem Subscriber. Dieser liegt rechnerisch bei bis zu 538 € und könnte z. B. durch den Teilnehmer als Einmalzahlung oder als Einmalsubvention geleistet oder in die Erschließungskosten des Grundstücks integriert werden. Eine dritte Möglichkeit ist die Anpassung der monatlich zu entrichtenden Gebühren um den Betrag, um welchen die Kosten die Erlöse übersteigen. Schließlich bestünde auch die Möglichkeit einer Quersubventionierung durch den gemeinsamen Ausbau lukrativer und defizitärer Anschlussbereiche.⁵³

53 Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. unter Mitwirkung von Holznagel, B. (2017): Ansätze zur Glasfasererschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Consult Studie im Auftrag des DIHK, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/2017_DIHK_Studie.pdf.

6 Zeitlicher Rahmen einer flächendeckenden FTTH-Erschließung Bayerns

Die Dauer des Ausbaus flächendeckender FTTH-Netze ist in erster Linie von der Verfügbarkeit von Tiefbauressourcen determiniert. Weiterhin zu beachten ist, dass Grabungen in der Winterzeit eingeschränkt sein können. Grundsätzlich lässt sich die Gesamtdauer verkürzen, wenn entsprechend viele Anschlussbereiche zeitgleich bearbeitet werden. Moderne Verlegeverfahren, wie das Einpflügen von Glasfaserleerrohren und –kabeln oder das Mini- und Microtrenching in geringerer Verlegetiefe, beschleunigen den Ausbau.

In der öffentlichen Diskussion ist im Zuge der Sondierungen über die neue Bundesregierung jüngst als Zieltermin für eine flächendeckende Erschließung Deutschlands mit einem Gigabit/Glasfasernetz das Jahr 2025 postuliert worden.⁵⁴ Dies erscheint aus unserer Sicht unrealistisch, sowohl mit Blick auf die Bundesrepublik als auch mit Blick auf einzelne Bundesländer. Dies gilt selbst dann, wenn die von den Marktteilnehmern häufig ins Feld geführten Kapazitätsengpässe bei den Tiefbauunternehmen perspektivisch überwunden werden sollten.

Die Erfahrung mit der Umsetzung früherer Breitbandziele lehrt, dass nicht davon auszugehen ist, dass die Erschließung mit Glasfaser linear erfolgen wird. Vielmehr ist zu vermuten, dass gerade die Anbindung der letzten 10% der bayerischen Bevölkerung eine längere Zeit in Anspruch nehmen dürfte. Hinzu kommt, dass der eigenwirtschaftliche Ausbau gegenüber dem geförderten Ausbau stets Vorrang genießen sollte, was die Planung ggf. komplexer gestalten kann.

Vor diesem Hintergrund erscheint bei entsprechender Priorisierung und Ambitionierung ein Zeitplan wie der der Breitbandstrategie des Landes Schleswig-Holstein zugrunde liegende realistisch, welcher bis 2025 die Erschließung von 90% der Haushalte und bis zum Jahr 2030 eine flächendeckende Erschließung vorsieht.⁵⁵ Dies gilt umso mehr, als dort bereits ein Vorsprung im Glasfaserausbau besteht.

Für den weiteren Ausbau von FTTH in geförderten Gebieten in Bayern gibt es zwei relevante Szenarien, von denen auch Spillover-Effekte für den marktgetriebenen Ausbau zu erwarten sind. Neben den eigenwirtschaftlichen Ausbauprojekten, die zunächst weiterhin schwerpunktmäßig in dicht besiedelten, urbanen Regionen zu erwarten sind, insbesondere auch als wettbewerbliche Reaktion in Form von parallelen Ausbauten zu den

⁵⁴ Vgl. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Jamaika-Sondierer-einigen-sich-bei-zentralen-Digitalisierungs-Themen-3889427.html>.

⁵⁵ Vgl. http://www.schleswig-holstein.de/DE/Schwerpunkte/Breitband2030/Breitbandstrategie/strategie_node.html.

bestehenden TV-Kabelnetzen,⁵⁶ stellt sich die Frage, wie der geförderte Ausbau von FTTH priorisiert werden sollte. Grundsätzlich bestehen hierbei zwei Möglichkeiten.

Die erste Variante bestünde darin, den geförderten Ausbau auf diejenigen unterversorgten Gebiete zu konzentrieren, in denen die Besiedlungsdichte verhältnismäßig hoch ist, weswegen ein geförderter Ausbau die Zahl der verfügbaren FTTH Anschlüsse verhältnismäßig schnell steigern würde. Dieses Vorgehen impliziert jedoch die Gefahr, dass private Investitionen verdrängt werden (Crowding-out) und die digitale Kluft (Digital Divide) weiter vergrößert wird.

Die alternative Variante bestünde darin, gerade den umgekehrten Weg zu beschreiten und beim Ausbau mit den Anschlussbereichen der Cluster 18 bis 20 zu beginnen, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht Gegenstand von eigenwirtschaftlichen Ausbauprojekten sein werden. Von einem solchen Vorgehen wären positive Spillover-Effekte auf den eigenwirtschaftlichen Ausbau in allen übrigen Ausbaucustern zu erwarten, mit entsprechend positiven Effekten für den Subventionsbedarf. Vor diesem Hintergrund halten wir die zweite Variante für die im Rahmen des geförderten Ausbaus zu präferierende Option.

⁵⁶ Vgl. Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf.

7 Fazit und Empfehlungen

Die flächendeckende FTTH-Erschließung stellt aufgrund ihrer umfangreichen gesamtwirtschaftlichen und gesellschaftlich positiven Wirkungen ein essentielles Thema dar. Durch eine Versorgung mit zukunftsfähigen Breitbandanschlüssen wird die Nutzung zahlreicher digitaler Anwendungen ermöglicht. Damit wird der Zugang zu hochleistungsfähigen Breitbandnetzen zu einem zentralen Wettbewerbs- und Standortfaktor. Auch Anwendungen der Privathaushalte werden perspektivisch die private Nachfrage in Bezug auf die benötigten Bandbreiten bzw. Qualitätsparameter derart verändern, dass diese nicht mehr mit aufgerüsteten Kupfernetzen zu befriedigen ist. Aus diesen Punkten ergibt sich, dass bereits heute der FTTH-Ausbau ein zentrales Thema für eine zukunftsgerichtete Politik ist.

Vor diesem Hintergrund ist die derzeitige FTTB/H-Abdeckung innerhalb Bayerns als kritisch zu betrachten. Nur 9,3% der Haushalte erreicht ein solches Netz bisher, wobei diese in erster Linie in städtischen Bereichen liegen. Der europäische Vergleich zeigt, dass für Bayern enormer Nachholbedarf besteht.

Die Bayerische Landesregierung hat schon sehr früh angefangen, den Breitbandausbau zu fördern. Die derzeitigen Förderprogramme sind im Einklang mit dem Ziel der Bundesregierung, eine flächendeckende 50 Mbit/s Verfügbarkeit herzustellen. Im Ergebnis entfällt der Großteil der geförderten Ausbauten auf FTTC-Netztypologien. Eine Ausnahme stellt das Sonderprogramm Höfebonus dar, welches einen 80% FTTH-Anteil vorschreibt.

In Bezug auf Steuergeld Effizienzgesichtspunkte sind allerdings einige problematische Aspekte zu nennen. Neben den klaren Indizien für eine Verdrängung privater Investitionen durch öffentliche Subventionen ist der für die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke festgelegte Betrachtungszeitraum von 7 Jahren kritisch. Die öffentlich geförderten FTTH-Anschlüsse werden deutlich länger als sieben Jahre in Betrieb sein und positive Cashflows erwirtschaften, weswegen an dieser Stelle eine Übersubventionierung der ausbauenden Unternehmen zulasten des öffentlichen Haushalts erfolgt.

Zugleich führt der 7-jährige Betrachtungszeitraum in Kombination mit der Limitierung der Wirtschaftlichkeitsförderung auf einen Höchstbetrag von 950.000 € dazu, dass sich viele Kommunen trotz einer grundsätzlichen Wahlfreiheit bei der Ausbautechnologie für einen FTTC-Ausbau entscheiden, der deutlich geringere Kosten je Haushalt verursacht, da ansonsten nur eine sehr geringe Zahl von Haushalten im Rahmen des Ausbaus erschlossen werden könnte.

Die Fokussierung auf eine Brückentechnologie impliziert jedoch ein hohes Risiko einer Doppelförderung, die für den weiteren Ausbau hin zum Kunden (FTTH) kaum vermeidbar sein wird. Da in diesem Fall der Anbieter, der den Kabelverzweiger (KVz) bereits mit Glasfaser erschlossen hat, über Kostenvorteile gegenüber seinen Wettbewerbern

verfügt,⁵⁷ ist bei zukünftigen Ausschreibungen auch nicht mit intensivem Wettbewerb um den Zuschlag zu rechnen, was sich wiederum in höheren Wirtschaftlichkeitslücken niederschlagen wird.

Neben den zu erwartenden Effekten auf die Technologieauswahl befördert die Deckelung der Fördersumme auf einen vergleichsweise geringen Betrag gleichzeitig die Kleinteiligkeit des Ausbaus, welche unter Effizienz Gesichtspunkten ebenfalls kritisch zu sehen ist. Zum einen reduziert sich hierdurch die Zahl potenzieller Bieter (was aufgrund des geringeren Wettbewerbs höhere Wirtschaftlichkeitslücken zur Folge haben dürfte), zum anderen können Skalenvorteile eines großflächigeren Ausbaus nicht genutzt werden. Ebenso besteht auch hier das Risiko, dass bei späteren, benachbarten Ausschreibungen aufgrund von Kostenvorteilen nur bereits vertretene Anbieter Angebote einreichen können.

Schließlich ist festzuhalten, dass das Förderprogramm Betreibermodelle, welche in anderen Bundesländern einen positiven Beitrag zum Glasfaserausbau geleistet haben,⁵⁸ nicht vorsieht.

In Summe lässt sich konstatieren, dass die Höhe der Förderung in Bayern zwar vorbildlich ist, die Effizienz des Mitteleinsatzes jedoch erhebliches Verbesserungspotenzial birgt.

Unsere Kostenmodellierung zeigt, dass der FTTH-Rollout in Bayern unter Berücksichtigung der bestehenden Ausbauten mit einem Investitionsvolumen von 10,9 Mrd. € eine gewichtige Aufgabe darstellen wird. Unsere Rechnungen haben ergeben, dass der Subventionsbedarf ca. 500 Mio. € beträgt. Auch wenn dieser in der Praxis höher ausfallen dürfte, wenn Unternehmen Anlauf- und Migrationskosten in ihr Berechnungskalkül einbeziehen, unterstreicht dies, dass mit den 1,5 Mrd. € Budget des Landesförderprogramms eine weitaus bessere Abdeckung erzielbar sein sollte, als die, die sich aktuell darstellt.

Anders formuliert besteht das Problem bei der bayerischen Breitbandförderung nicht in der Zurverfügungstellung von Budget, sondern in der Ausgestaltung der Förderbedingungen. Aus den vorangegangenen Teilen kann abgeleitet werden, wie eine effiziente Gestaltung des Förderprogramms erfolgen könnte und welche Schwerpunkte hierbei eine Rolle spielen sollten:

⁵⁷ Leerrohr zwischen Hauptverteiler und Kontenverweiger (Cabinet) bereits ausgebaut, hohe bestehende Kundenbasis.

⁵⁸ Vgl. Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, WIK-Consult Studie für den BREKO, Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Studien_Gutachten/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf.

- Keine weitere Erteilung von Förderbescheiden im Rahmen des bayerischen Landesförderprogramms und Umwidmung der noch nicht zugesagten Fördermittel, sondern stattdessen
- Aufsetzen eines FTTB/H-Förderkonzeptes, welches insbesondere
 - Versorgungs- und Qualitätsziele formuliert, die sich nicht an den kurz-, sondern den mittel- bis langfristigen Bedürfnissen der privaten und gewerblichen Nachfrager orientieren,
 - den Zeitraum zur Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke bei FTTH-Projekten auf mindestens 20 Jahre erhöht,
 - zunächst den Ausbau der ländlichsten Haushalte fördert und anschließend sukzessive auf städtischere Bereiche ausgeweitet wird,
 - eine Erhöhung der Förderhöchstgrenze enthält, um großflächigere FTTH-Netze zu ermöglichen.

Einige Themen sollten durch die Landespolitik auch auf Bundesebene bzw. europäischer Ebene vorangetrieben werden. Zunächst ist eine Erhöhung der Förderaufschwelle von 30 Mbit/s unablässig, um auch Haushalte, die nur von einer VDSL-Infrastruktur erreicht werden, jedoch über keinen Kabelanschluss verfügen und nicht marktgetrieben an ein FTTH-Netz angeschlossen werden, durch Förderung auch an eine zukunftsfähige Infrastruktur anzuschließen. Diese Zielsetzung wurde bereits durch die Landesregierung auf europäischer Ebene angestoßen,⁵⁹ muss jedoch weiterhin nachdrücklich verfolgt und in ein entsprechendes Gesamtkonzept eingebettet werden.

⁵⁹ Bayerisches Breitbandzentrum; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen für Landesentwicklung und Heimat (2017): SÖDER: BAYERN STARTET „HÖFEBONUS“ FÜR GLASFASER AUF DEM LAND, Neuer „Höfebonus“ bringt Glasfaser in dünn besiedelte Gebiete // 400 Mio. € für ganz Bayern // 80 Mio. € für Oberbayern, Meldung vom 03.07.2017, elektronisch verfügbar unter: <http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/aktuelles/news/123.html>.

Literaturverzeichnis

Bayerische Staatministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und für Landwirtschaft und Forsten (2008): Richtlinie zur Förderung der Breitbanderschließung in ländlichen Gebieten, Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie und für Landwirtschaft und Forsten, 23. Juni 2008, Az: III/5-6406b2/90/1 und E 5-7554.4-33

Bayerisches Breitbandzentrum (2017): Förderung und Finanzierung, Zielsetzung: 1,5 Mrd. für Bayerns digitale Zukunft, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/foerderung/finanzierung.html>

Bayerisches Breitbandzentrum; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen für Landesentwicklung und Heimat (2017): SÖDER: BAYERN STARTET „HÖFEBONUS“ FÜR GLASFASER AUF DEM LAND, Neuer „Höfebonus“ bringt Glasfaser in dünn besiedelte Gebiete // 400 Mio. € für ganz Bayern // 80 Mio. € für Oberbayern, Meldung vom 03.07.2017, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/aktuelles/news/123.html>

Bayerisches Breitbandzentrum; Bayerisches Staatsministerium der Finanzen für Landesentwicklung und Heimat (2017): „Höfebonus“ im Rahmen der bayerischen Breitbandförderung, elektronisch verfügbar unter: <http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/file/pdf/167/Hinweisdokument%20H%C3%B6febonus.pdf>

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (2012): Schnelles Internet für Bayern, Bilanz des Bayerischen Breitbandförderprogramms 2008 bis 2011, Stand April 2012, elektronisch verfügbar unter:
<https://standortportal.bayern.de/Anhaenge/Breitband/foerderung/stmwivt-broschuere-schnelles-internet-fuer-bayern-bilanz-des-bayerischen-breitb.pdf>

Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2014): Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat über die Breitbandrichtlinie (BbR) vom 10. Juli 2014 (FMBl. S. 113), die durch Bekanntmachung vom 20. Juni 2017 (FMBl. S. 323) geändert worden ist, elektronisch verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_7072_F_884

Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2016): Richtlinie über die Kofinanzierung der Breitbandförderung durch den Bund im Freistaat Bayern, (Kofinanzierungs-Breitbandrichtlinie – KofBbR), elektronisch verfügbar unter:
http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayVV_7072_F_982/true

Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2017): Breitband-Bericht Bayern 2017, Stand Juli 2017, elektronisch verfügbar unter:
<http://www.schnelles-internet-in-bayern.de/file/pdf/184/BreitbandBericht2017.pdf>

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2015): Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland zur Unterstützung des Aufbaus einer flächendeckenden Next Generation Access (NGA)-Breitbandversorgung, elektronisch verfügbar unter:
http://breitbandbuero.de/wp-content/uploads/2017/01/150615_NGA_Rahmenregelung.pdf

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Richtlinie „Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland“, 22.10.2015 in der überarbeiteten Version vom 21.06.2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/foerderrichtlinie-breitbandausbau.pdf?__blob=publicationFile
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2013): Möglichkeiten der Breitbandförderung, Ein Leitfaden, Stand Dezember 2012, elektronisch verfügbar unter: <http://breitbandbuero.de/wp-content/uploads/moeglichkeiten-der-breitbandfoerderung.pdf>
- Bundesnetzagentur (2016): Beschluss vom 05.02.2016 wegen Genehmigung von Entgelten für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung (monatliche Überlassungsentgelte), BK 3c-16/005, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1BK-Geschaeftszeichen-Datenbank/BK3-GZ/2016/2016_0001bis0999/2016_0001bis0099/BK3-16-0005/BK3-16-0005_Download_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- 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, elektronisch verfügbar unter: <http://www.digef.uniroma1.it/sites/default/files/pubblicazioni/economia/e-pfrp17.pdf>
- Destatis (2016): Bundesländer mit Hauptstädten nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2015, im Juli 2017 wegen korrigierter Fläche revidiert, elektronisch verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/Aktuell/02Bundeslaender.html>
- Deutscher Bundestag (2017): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tabea Rößner, Matthias Gastel, Stephan Kühn (Dresden), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/13203 –, elektronisch verfügbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/133/1813322.pdf>
- Deutscher Bundestag (2017): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Angeordneten Dieter Janecek, Tabea Rößner, Matthias Gastel, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 18/13438 –, elektronisch verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/136/1813620.pdf>
- Dienstleistungsportal Bayern (2017): Breitband; Beantragung einer Förderung, Stand 09.01.2017, elektronisch verfügbar unter: <http://www.eap.bayern.de/informationen/leistungsbeschreibung/865534330457>
- Europäische Kommission (2017): Broadband coverage in Europe (Jun 2016) – Data tables, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-broadband-coverage-europe-2016>
- Falk, M.; Biagi, F. (2015): Empirical studies on the impact of ICT usage on employment in Europe, Institute for Prospective Technological Studies Digital Economy Working Paper 2015/14, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/JRC98693.pdf>
- Faulhaber, G.; Hogendorn, C. (2000): The Market Structure of Broadband Telecommunications, The Journal of Industrial Economics 48 (3), elektronisch verfügbar unter: <http://assets.wharton.upenn.edu/~faulhaber/Broadband.pdf>

- Hasbi, M. (2017): Impact of Very High-Speed Broadband on Local Economic Growth: Empirical Evidence, 14th International Telecommunications Society (ITS) Asia-Pacific Regional Conference: "Mapping ICT into Transformation for the Next Information Society", Kyoto, Japan, 24-27 June, 2017
- Jay, S., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef
- Katz, R. L.; Vaterlaus, S.; Zenhäusern, P.; Suter, S. (2010): The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy, in: Intereconomics, 45 (1), 26-34, elektronisch verfügbar unter: <file:///C:/Users/mb/Downloads/26-34-Katz.pdf>
- Kleffel, D. (2015): Breitbandausbau in Bayern, Vermessungsingenieure und Kommunen als erfolgreiche Partner, in: DVW-Bayern 2.2015, elektronisch verfügbar unter: <http://www.dvw.de/sites/default/files/landesverband/bayern/anhang/beitragkontext/2015/kleffel.pdf>
- M-net (2016): Glasfaserausbau in München wird fortgesetzt, Pressemeldung vom 05.02.2016, elektronisch verfügbar unter: <https://www.m-net.de/ueber-m-net/presse/artikel/news/glasfaserausbau-in-muenchen-wird-fortgesetzt/>
- SQW (2013): UK Broadband Impact Study – Study on behalf of Department for Culture, Media & Sport, elektronisch verfügbar unter: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/257006/UK_Broadband_Impact_Study_-_Impact_Report_-_Nov_2013_-_Final.pdf
- Strube Martins, S.; Wernick, C.; Plückebaum, T.; Henseler-Unger, I. (2017): Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breitbandinternet im Jahr 2025, WIK Bericht, Bad Honnef, März 2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Die_Privatkundennachfrage_nach_hochbitratigem_Breitbandinternet_im_Jahr_2025_FINAL.pdf
- TÜV Rheinland (2017): Bericht zum Breitbandatlas Ende 2016 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), Teil 1: Ergebnisse. Stand Ende 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2016-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile
- Van der Wee, M.; Verbrugge, S.; Sadowski, B. M.; Driesse, M.; Pickavet, M. (2015): Identifying and quantifying the indirect benefits of broadband networks for e-government and ebusiness : a bottom-up approach, Telecommunications Policy, Volume 39, S. 176-191
- Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock S.; Strube Martins, S. (2016): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, WIK-Consult Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter: http://www.wik-consult.com/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf
- Wernick, C.; Henseler-Unger, I. (2016): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, WIK-Consult Studie für BREKO, Mai 2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.brekoverband.de/fileadmin/user_upload/Studien_Gutachten/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf

- Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C.; Tenbrock, S.; Bender, C. (2016): Gigabitnetze für Deutschland, WIK -Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, Dezember 2016, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/Gigabitnetze_Deutschland.pdf
- Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, WIK Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf
- Wernick, C.; Bender, C. M. (2017): The Role of Municipalities for Broadband Deployment in Rural Areas in Germany: An Economic Perspective, in: DigiWorld Economic Journal, 105, 91-110, March 2017
- Wernick, C.; Queder, F.; Strube Martins, S.; Gries, C. unter Mitwirkung von Holznagel, B. (2017): Ansätze zur Glasfasererschließung unterversorgter Gebiete, WIK-Consult Studie im Auftrag des DIHK, Bad Honnef, 2017, elektronisch verfügbar unter:
http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2017/2017_DIHK_Studie.pdf