

# Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland

Autoren:  
Lorenz Nett  
Stephan Jay

Bad Honnef, September 2014

## Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: info@wik.org  
www.wik.org

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor Abteilungsleiter Post und Logistik	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>VII</b>
<b>Summary</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Die Verfügbarkeit eines Breitbandanschlusses in Deutschland</b>	<b>3</b>
<b>3 Leitungsgebundener Plattformwettbewerb</b>	<b>7</b>
<b>4 NGA Anschlüsse und deren Performance</b>	<b>9</b>
4.1 Voll aufgerüstetes Hybrid Fibre Coax (HFC) Netz mit DOCSIS 3.0 ("Full Service DOCSIS")	9
4.2 Telco-Glasfaserinfrastrukturen	10
4.2.1 Die Performance VDSL-Anschlüssen (non-vectored)	10
4.2.2 Performance von Vectoring als Ergänzung zum bisherigen VDSL-Übertragungsverfahren	11
4.2.3 Die Performance von FTTB/H (GPON)	13
4.2.4 Die Performance der NGA-Netzinfrastrukturen im Vergleich	13
<b>5 Das asymmetrische Hotelling-Modell</b>	<b>15</b>
5.1 Der Modellrahmen	15
5.2 Bestimmung des Nash-Gleichgewichts der zweiten Stufe	18
5.3 Bestimmung des Investitionsverhaltens des Telco-Unternehmen auf der ersten Stufe – das teilspielperfekte Gleichgewicht	20
<b>6 Die Nachfrage/Zahlungsbereitschaft der Endnutzer für unterschiedliche Breitbandanschlüsse</b>	<b>21</b>
<b>7 Repräsentative Cluster von Regionen in Deutschland und deren Kostenstrukturen für den Netzausbau</b>	<b>23</b>
7.1 Repräsentative Cluster von Regionen für Deutschland	23
7.2 Kostenstrukturen für die jeweiligen Cluster in Abhängigkeit von der genutzten Art der Netzinfrastruktur	25
<b>8 Szenario-Rechnungen – Ermittlung des teilspielperfekten Gewichts</b>	<b>30</b>
8.1 Referenzszenario	30
8.2 Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität	35
8.3 Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität	38
8.4 Szenario 3 – Keine Stammkundschaft	41

8.5 Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft	45
8.6 Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I	48
8.7 Szenario 6 – Veränderte Normzahlen II	51
8.8 Szenario 7 – Veränderte Normzahlen III	52
<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>53</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>54</b>

## Abbildungen

Abbildung 1: Duopol-Plattformwettbewerb	2
Abbildung 2: NGA-Netzabdeckung in Deutschland	4
Abbildung 3: Breitbandverfügbarkeit in Deutschland	5
Abbildung 4: Bevölkerungsdichte und Netzinfrastrukturen im Wettbewerb	7
Abbildung 5: 1te Stufe des Spiels: Wahl der Netzinfrastruktur	16
Abbildung 6: 2te Stufe des Spiels: Hotelling-Duopolmodell	17
Abbildung 7: Nutzenpotentiale größerer Bandbreiten	21

## Tabellen

Tabelle 1: Performance von DOCSIS 3.0	10
Tabelle 2: Performance der hoch-bitratigen leitungsgebundenen Breitbandinfrastrukturen	14
Tabelle 3: WTP-Normzahlen für Breitbandanschlüsse unterschiedlicher Anschlusstypen	22
Tabelle 4: Größe und Dichte der Cluster	24
Tabelle 5: Kostenelemente der Netzinfrastruktur differenziert nach fixen und variablen Kosten	26
Tabelle 6: Kostenparameter (fixe und variable Kosten) für verschiedene Cluster und Breitbandanschlusstypen	29
Tabelle 7: Ausgangswerte für die Referenzrechnung	31

Tabelle 8:	Gleichgewichtspreise im Referenzszenario	32
Tabelle 9:	Marktanteile im Referenzszenario	33
Tabelle 10:	Gewinne der Netzbetreiber im Referenzszenario	34
Tabelle 11:	Gleichgewichtspreise in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität	35
Tabelle 12:	Marktanteile in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität	36
Tabelle 13:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität	37
Tabelle 14:	Gleichgewichtspreise in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität	38
Tabelle 15:	Marktanteile in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität	39
Tabelle 16:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität	40
Tabelle 17:	Gleichgewichtspreise in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft	41
Tabelle 18:	Marktanteile in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft	42
Tabelle 19:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft	43
Tabelle 20:	Gewinne des Kabelnetzbetreibers in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft – nur die Hälfte der fixen Kosten	44
Tabelle 21:	Gleichgewichtspreise in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft	45
Tabelle 22:	Marktanteile in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft	46
Tabelle 23:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft	47
Tabelle 24:	Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I	48
Tabelle 25:	Gleichgewichtspreise in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I	49
Tabelle 26:	Marktanteile in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I	49
Tabelle 27:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I	50
Tabelle 28:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 6 – Veränderte Normzahlen II	51
Tabelle 29:	Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 7 – Veränderte Normzahlen III	52

## Abkürzungen

%	Prozent
4G	fourth generation mobile
AG	Aktiengesellschaft
BB	Breitband
BNetzA	Bundesnetzagentur
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CMTS	Cable Modem Termination Systems
CPE	Customer Premises Equipment
dh.	daher
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DS	Downstream
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
e.g.	exempli gratia/zum Beispiel
FTTB	Fibre to the Building
FTTC	Fibre to the Curb
FTTH	Fibre to the Home
G.Vector	Standard G.993.5
Gbit/s	Gigabit pro Sekunde
ggf.	gegebenenfalls
GPON	Gigabit Passive Optical Network
HFC	Hybrid Fibre Coax
HSPA	High Speed Packet Access
HVt	Hauptverteiler
ID	Identification
ISO	International Organization for Standardization
KVz	Kabelverzweiger
LTE	Long Term Evolution
m	Meter
Mbit/s	Megabit pro Sekunde
MHz	Megahertz
MPoP	Main Point of Presence
Mrd.	Milliarde
mtl.	monatlich
NGA	Next Generation Access
ODF	Optical Distribution Frame

OLT	Optical Line Terminal
OSI	Open Systems Interconnection
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
RFoG	Radio Frequency over Glass
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk
sog.	sogenannt
Telco	Telecommunication-operator
TV	Television
US	Upstream
VATM	Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
Vgl.	vergleiche
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access
W-to-P	Willingness-to-Pay
WTP	Willingness-to-Pay
z.B.	zum Beispiel



## Zusammenfassung

Die Breitbandstrategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel einer schnellen und weitgehenden Versorgung der Haushalte mit hoch-bitratigen Breitbandanschlüssen. Das Ziel der Bundesregierung ist es, dass mittels eines effizienten Technologiemiche eine flächendeckende Breitbandinfrastruktur mit einer Download-Geschwindigkeit von mind. 50 Mbit/s bis 2018 entsteht (Die Bundesregierung: Digitale Agenda 2014 – 2017). Derartige Geschwindigkeiten sind leitungsgebunden über Very High Speed Digital Subscriber Line 2 (VDSL2), VDSL2 (vectored) oder Fibre to the Building/Home (FTTB/H) oder aber mit Blick auf Kabelnetze durch ein Upgrading der Netze auf Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) 3.0 realisierbar. Ein leitungsgebundener Plattformwettbewerb ist in den Gebieten Deutschlands zu erwarten, in denen Kabelnetzinfrastrukturen bereits vorhanden sind. In diesen Regionen stellt sich die Frage, ob die Deutsche Telekom ihre Netzinfrastruktur auf VDSL2, VDSL2 (vectored) oder gar FTTH (Gigabit Passive Optical Network (GPON)) aufrüstet.

In dem Diskussionsbeitrag betrachten wir den Plattformwettbewerb zwischen einem Telco-Anbieter und einem Kabelnetzbetreiber. Hierbei wird ermittelt, welche Technologie aus Sicht eines Telco-Anbieters die betriebswirtschaftlich Beste ist und wie sich die Gewinne der Anbieter für die jeweiligen Regionen darstellen. De facto wird ein zweistufiges Hotelling-Modell betrachtet. Das Hotelling-Modell ist ein prominenter spieltheoretischer Ansatz zur Modellierung eines Duopols. Auf der ersten Stufe entscheidet das Telco-Unternehmen über die Wahl der Netzinfrastruktur. Hierbei werden drei Alternativen als betriebswirtschaftlich relevant betrachtet: VDSL2, VDSL2 (vectored) und FTTH (GPON). Aus der Wahl der Technologie resultieren spezifische Fixkosten sowie variable Kosten je Anschluss. Kabelnetzbetreiber haben in Deutschland ihr Netz weitgehend auf DOCSIS 3.0 aufrüstet, so dass davon ausgegangen wird, dass dies die Netzinfrastruktur des Kabelnetzbetreibers ist. Auf der zweiten Stufe stehen die beiden Plattformen im Preiswettbewerb. In Abhängigkeit von der Präferenz der Endkunden für die jeweilige Anschlussart, der Stammkundschaft und der Wettbewerbsintensität ergeben sich Nash-Gleichgewichtspreise, die sowohl die Nachfrage nach der jeweiligen Anschlussart als auch den Gewinn der beiden Unternehmen (Plattformen) bestimmen. Im Endergebnis, d.h. in einem teilspielperfekten Gleichgewicht, wählt diesbezüglich das Telco-Unternehmen die gewinnmaximierende Netzinfrastruktur.

In der Analyse werden 12 für Deutschland spezifische Cluster betrachtet, in denen ein Kabelnetzbetreiber gegenwärtig Breitbandanschlüsse anbietet. Dies sind Regionen mit ähnlichen Strukturparametern mit Blick auf die Teilnehmerdichte. Für diese 12 Cluster wurden mittels des analytischen WIK-Next Generation Access (NGA)-Modells die Kosten (Fixkosten und variable Kosten für einen Breitbandanschluss) für die vier verschiedenen Netzinfrastrukturen ermittelt. Diese Kostenstrukturen zugrunde legend werden die Modellrechnungen für alle 12 Cluster vorgenommen. Die Szenario-Rechnungen variieren aufgrund unterschiedlicher Werte, die für die Nachfrageparameter angenommen werden. Die Ergebnisse geben eine Antwort auf die folgenden Fragen: Welche

Form des Netzausbaus FTTH (GPON), VDSL2 (vectored) oder VDSL2 (non-vectored) generiert aus Sicht des Telco-Unternehmens im Wettbewerb mit dem Kabelnetzbetreiber den höchsten Gewinn und wird daher gewählt? Können zwei Netzinfrastrukturen nebeneinander bei Preiswettbewerb Gewinne realisieren? Wie ist die Preisstruktur auf der Endkundenebene und wie verteilen sich die Marktanteile auf die beiden Plattformen?

## Summary

The Digital Agenda of the German government intends to achieve a comprehensive coverage of households with high speed broadband internet access. According to the Digital Agenda 2014 – 2017 of the German Government, a nationwide broadband infrastructure with download speed of at least 50 megabit per second (Mbit/s) shall be established with an efficient technology mix. VDSL2 (non-vectored), VDSL (vectored) and FTTH (GPON) are three wireline infrastructures that enable such download speeds. Cable network operators can ensure such download speeds by upgrading their networks to DOCSIS 3.0 which is almost completed by the German cable network operators. Platform competition between a telco-operator using one of the previously mentioned network infrastructures and a cable network operator will occur in regions in which a cable network is already rolled out in Germany.

More specific we will analyse a two-stage Hotelling model. The Hotelling model is a prominent game theoretic approach to model a duopoly. In the first round the telco-operator determines its network infrastructure. A telco-operator faces three options: VDSL2 (non-vectored), VDSL2 (vectored) or FTTH (GPON). By choosing the technology fixed costs and variable costs per broadband connection result. It is assumed that cable network operators have already upgraded their networks to DOCSIS 3.0. Thus, cable network operators have already determined their network infrastructure technology and the corresponding fixed and variable costs. In the second stage price competition between both platforms happens. Depending on the willingness-to-pay structure for various kinds of broadband connections, the number of patrons and the intensity of competition Nash-equilibrium prices result. These prices determine the market share and the profit of each company (platform).

In our analysis we consider 12 different clusters which are representative for Germany. Each cluster reflects a region with similar geographic characteristics like subscriber density. For each of these 12 clusters fixed costs and variable costs per connection have been derived. The calculation is based on an analytical NGA-cost-model developed by the WIK. All equilibrium calculations refer to these cost parameters. Equilibrium prices are identified separately for each of these 12 clusters. Various scenario calculations have been conducted by modifying the parameters in respect to the demand parameters (for example (e.g.) willingness-to-pay for a specific kind of broadband access connection, the number of patrons etc.). The characteristics of the final solution, i.e. the sub-game perfect equilibrium, provide answers to the following questions: Which kind of telco-network infrastructure (VDSL2 (non-vectored), VDSL2 (vectored) or FTTH (GPON) generates the highest profit in the competition with a cable network operator? Is it possible that two platforms generate positive profits in a specific region? What is the pricing structure and what are the market shares between both platforms which provide wireline access to electronic communication services?



## 1 Einleitung

Die Breitbandstrategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel einer schnellen und weitgehenden Versorgung der Haushalte mit hoch-bitratigen Breitbandanschlüssen. Das Ziel der Bundesregierung ist es, dass mittels eines effizienten Technologiemiche eine flächendeckende Breitbandinfrastruktur mit einer Download-Geschwindigkeit von mind. 50 Mbit/s bis 2018 entsteht (Die Bundesregierung: Digitale Agenda 2014 – 2017). Derartige Geschwindigkeiten sind leitungsgebunden über VDSL2, VDSL2 (vectored) oder FTTH/H (GPON) oder aber mit Blick auf Kabelnetze durch ein Upgrading der Netze auf DOCSIS 3.0 realisierbar. Ein derartiger leitungsgebundener Plattformwettbewerb ist in den Gebieten Deutschlands zu erwarten, in denen Kabelnetzinfrastrukturen bereits vorhanden sind. In diesen Regionen stellt sich die Frage, ob die Deutsche Telekom ihre Netzinfrastruktur auf VDSL2, VDSL2 (vectored) oder gar FTTH (GPON) aufrüstet.

In dem Diskussionsbeitrag betrachten wir den Duopol-Plattformwettbewerb zwischen einem Telco-Anbieter und einem Kabelnetzbetreiber. Hierbei wird ermittelt, welche Technologie aus Sicht eines Telco-Anbieters die betriebswirtschaftlich Beste ist und wie sich die Gewinne, Preise und Marktanteile der Anbieter für die jeweiligen Regionen darstellen. De facto wird ein zweistufiges Hotelling-Modell betrachtet. Das Hotelling-Modell ist ein prominenter spieltheoretischer Ansatz zur Modellierung eines Duopols. Auf der ersten Stufe entscheidet das Telco-Unternehmen über die Wahl der Netzinfrastruktur. Hierbei werden drei Alternativen als relevant betrachtet: VDSL2, VDSL2 (vectored) und FTTH (GPON). Aus der Wahl der Technologie resultieren spezifische Fixkosten sowie variable Kosten je Anschluss. Kabelnetzbetreiber haben in Deutschland ihr Netz weitgehend auf DOCSIS 3.0 aufrüstet, so dass davon ausgegangen wird, dass dies die Netzinfrastruktur des Kabelnetzbetreibers ist. Auf der zweiten Stufe stehen die beiden Plattformen im Preiswettbewerb. In Abhängigkeit von der Präferenz der Endkunden für die jeweilige Anschlussart, der Stammkundschaft und der Wettbewerbsintensität ergeben sich Nash-Gleichgewichtspreise, die sowohl die Nachfrage nach der jeweiligen Anschlussart als auch den Gewinn der beiden Unternehmen (Plattformen) bestimmen. In einem teilspielperfekten Gleichgewicht<sup>1</sup> wählt diesbezüglich das Telco-Unternehmen die gewinnmaximierende Netzinfrastruktur. Demnach wird ein Duopol-Plattformwettbewerb, wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt ist, analysiert.

---

<sup>1</sup> Das teilspielperfekte Gleichgewicht ist ein von Reinhard Selten entwickeltes Konzept der mathematischen Spieltheorie für Spiele in Extensivform, d.h. das Spiel hat mehrere Stufen. Im vorliegenden Fall wird zunächst, das Nash-Gleichgewicht der zweiten Stufe für alle Netzinfrastrukturvarianten bestimmt. Ein Nash-Gleichgewicht ist dadurch charakterisiert, dass die Preisentscheidungen der Netzbetreiber wechselseitig bei gegebenem Preis des Konkurrenten gewinnmaximierend sind. Hieraus ergeben sich die realisierten Gewinne der Netzbetreiber, insbesondere diejenigen des Telco-Anbieters für die drei verschiedenen wählbaren Netzinfrastrukturen. Das teilspielperfekte Gleichgewicht ist im vorliegenden Fall dasjenige, in dem der Telco-Anbieter diejenige Netzinfrastruktur wählt, die im dazu korrespondierenden Nash-Gleichgewicht für den Telco-Anbieter den höchsten Gewinn generiert.

Abbildung 1: Duopol-Plattformwettbewerb



Quelle: WIK

In der Analyse werden 12 für Deutschland spezifische Cluster betrachtet, in denen ein Kabelnetzbetreiber gegenwärtig Breitbandanschlüsse anbietet. Dies sind Regionen mit ähnlichen Strukturparametern mit Blick auf die Teilnehmerdichte. Für diese 12 Cluster wurden mittels des analytischen WIK-NGA-Modells die Kosten (Fixkosten und variable Kosten für einen Breitbandanschluss) für die vier verschiedenen Netzinfrastrukturen ermittelt. Diese Kostenstrukturen zugrunde legend werden die Modellrechnungen für alle 12 Cluster vorgenommen. Die Szenario-Rechnungen variieren aufgrund unterschiedlicher Werte, die für die Nachfrageparameter angenommen werden. Die Ergebnisse geben eine Antwort auf die folgenden Fragen: Welche Form des Netzausbaus FTTH (GPON), VDSL2 (vectored) oder VDSL2 (non-vectored) generiert aus Sicht des Telco-Unternehmens im Wettbewerb mit dem Kabelnetzbetreiber den höchsten Gewinn? Können bei Preiswettbewerb zwei Netzinfrastrukturen nebeneinander Gewinne realisieren? Wie ist die Preisstruktur auf der Endkundenebene und wie verteilen sich die Marktanteile auf die beiden Plattformen?

Die Studie gliedert sich wie folgt: Basierend auf empirischen Daten stellen wir zunächst die Verfügbarkeit eines Breitbandanschlusses in Deutschland dar. (Kapitel 2) Im Anschluss diskutieren wir, welche Gestalt leitungsgebundener Plattformwettbewerb haben könnte. (Kapitel 3) Im Detail werden im anschließenden Kapitel verschiedene Arten von NGA-Anschlüssen und deren Performance präsentiert. (Kapitel 4) In Kapitel 5 wird die Modellstruktur und die Formeln zur Bestimmung des Gleichgewichts beschrieben. Die Nachfrage/Zahlungsbereitschaft der Endnutzer für unterschiedliche Breitbandanschlüsse wird in Kapitel 6 dargestellt. Im anschließenden Kapitel 7 präsentieren wir die repräsentativen Cluster von Regionen in Deutschland und die Kostenstrukturen, die auf Basis des WIK-NGA-Kostenmodells ermittelt wurden. Schließlich stellen wir die Ergebnisse für eine Reihe von Szenarien-Rechnungen dar.

## 2 Die Verfügbarkeit eines Breitbandanschlusses in Deutschland

Im Dezember 2013 haben in Deutschland 34,9 % der Einwohner in Deutschland einen leitungsgebundenen Breitbandanschluss genutzt. 74,75 % der Haushalte haben in Deutschland die Möglichkeit, einen leitungsgebundenen NGA-Breitbandanschluss zu nutzen.<sup>2</sup> Im Dezember 2013 betrug die Anzahl der Haushalte, die einen Breitbandanschluss mit einer Download-Geschwindigkeit von mindestens 50 Mbps 59,7 %. Ungefähr 7 % der Haushalte haben Zugang zu FTTH/FTTB Breitbandanschlüssen.

Zudem wurde die Vergabe von 800 Megahertz (MHz) Frequenzen für mobile Long Term Evolution (LTE)-Anbindungen dazu genutzt, räumliche Regionen, in denen kein Breitbandzugang mit einer Download-Geschwindigkeit von mindestens 1 Mbit/s seinerzeit verfügbar war (sogenannte (sog.) „weiße Flecken“) – durch entsprechende Versorgungsaufgaben der Netzbetreiber zu beseitigen. Diese sehen vor, dass in den jeweiligen Bundesländern zunächst die „weißen Flecken“ zu versorgen sind, bevor in Ballungsgebieten diese Frequenzen für den Netzausbau genutzt werden können. Laut einer Pressemitteilung der Bundesnetzagentur (BNetzA) vom 8. Oktober 2012 sind diese Versorgungsaufgaben mittlerweile in allen mit Breitband unterversorgten Bundesländern bis auf Brandenburg erfüllt. Nach Angaben der BNetzA ist der Breitbandausbau auch dort mittlerweile so weit fortgeschritten, sodass nunmehr diese Versorgungsaufgaben in der gesamten Bundesrepublik erfüllt sind. Der Versorgungsgrad bei LTE betrug nach Angaben der Europäischen Kommission (2014) 81 %.

Die Zielsetzung der Europäischen Kommission gemäß der Digitalen Agenda für die zweite Phase des Breitbandausbaus besteht jedoch darin, dass bis 2020 für alle Haushalte ein hoch-bitratiger Breitbandzugang (Download-Geschwindigkeiten von mindestens 30 Mbp/s) verfügbar sein soll. Zudem sollen im Jahr 2020 mindestens 50 % der europäischen Haushalte einen 100 Mbp/s Breitbandzugang ordern können. Auch die Breitbandstrategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel einer schnellen und weitgehenden Versorgung der Haushalte mit hoch-bitratigen Breitbandanschlüssen. Das Ziel der Bundesregierung ist es, dass mittels eines effizienten Technologiemix eine flächendeckende Breitbandinfrastruktur mit einer Download-Geschwindigkeit von mind. 50 Mbit/s bis 2018 entsteht (Die Bundesregierung: Digitale Agenda 2014 – 2017)..<sup>3</sup> Derartige Geschwindigkeiten sind leitungsgebunden jedoch nur über VDSL2, FTTB/H oder aber mit Blick auf Kabelnetze durch ein Upgrading der Netze auf DOCIS 3.0 realisierbar. Im Idealfall können derartige Netzgeschwindigkeiten auch mit LTE realisiert werden. Theoretisch sind mit LTE maximale Download-Geschwindigkeiten bis zu 300 Mbit/s realisierbar.<sup>4</sup> Allerdings sinken die realisierbaren Geschwindigkeiten mit der Nutzung durch andere Teilnehmer und mit der Entfernung zum Sendemast/ der Sendeanenne erheblich.

---

<sup>2</sup> European Commission (2014).

<sup>3</sup> Download verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-agenda-2014-2017.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>.

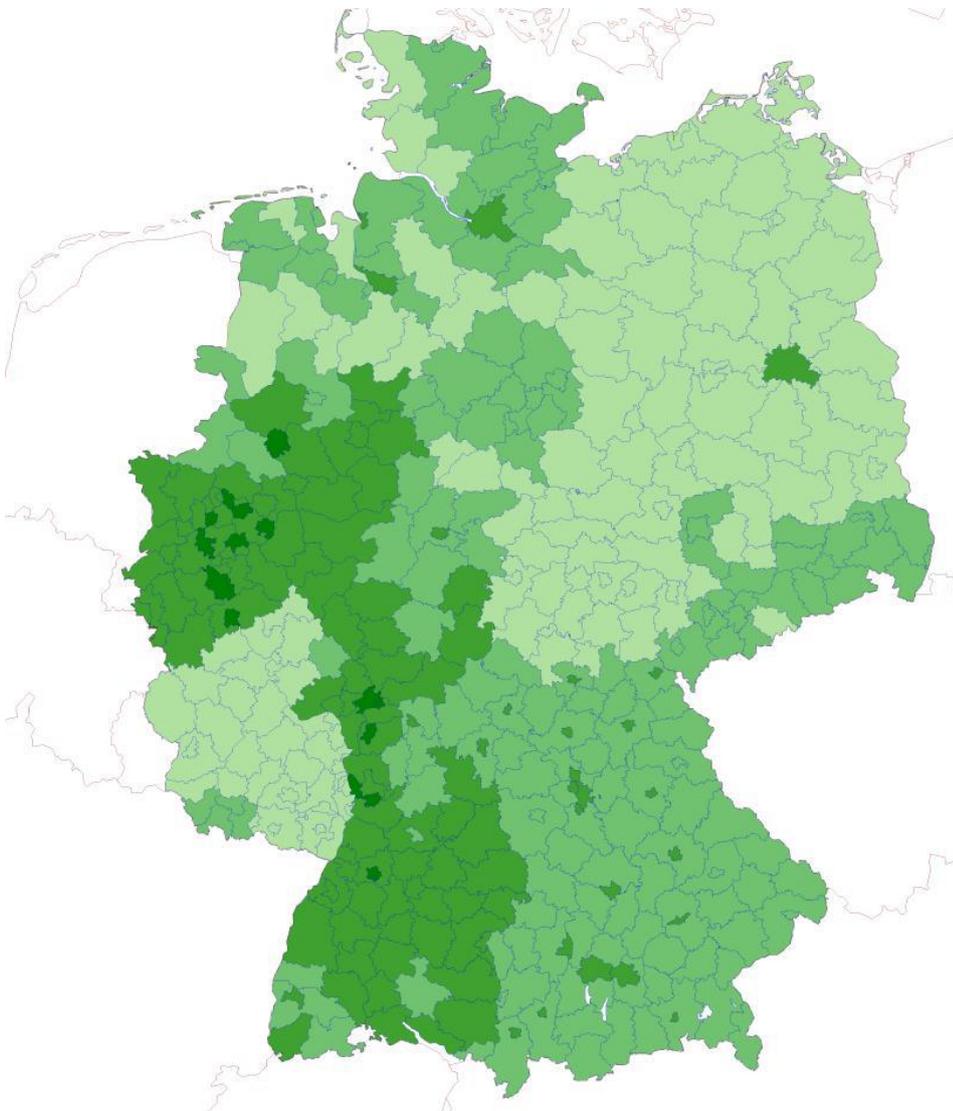
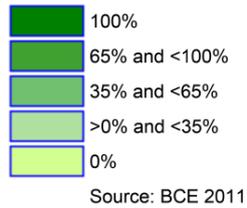
<sup>4</sup> Philbeck (2012), Seite 7-8.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick, wo und in welchem Umfang derartige Next Generation Access im Jahr 2011 in Deutschland verfügbar war.

Abbildung 2: NGA-Netzabdeckung in Deutschland

---

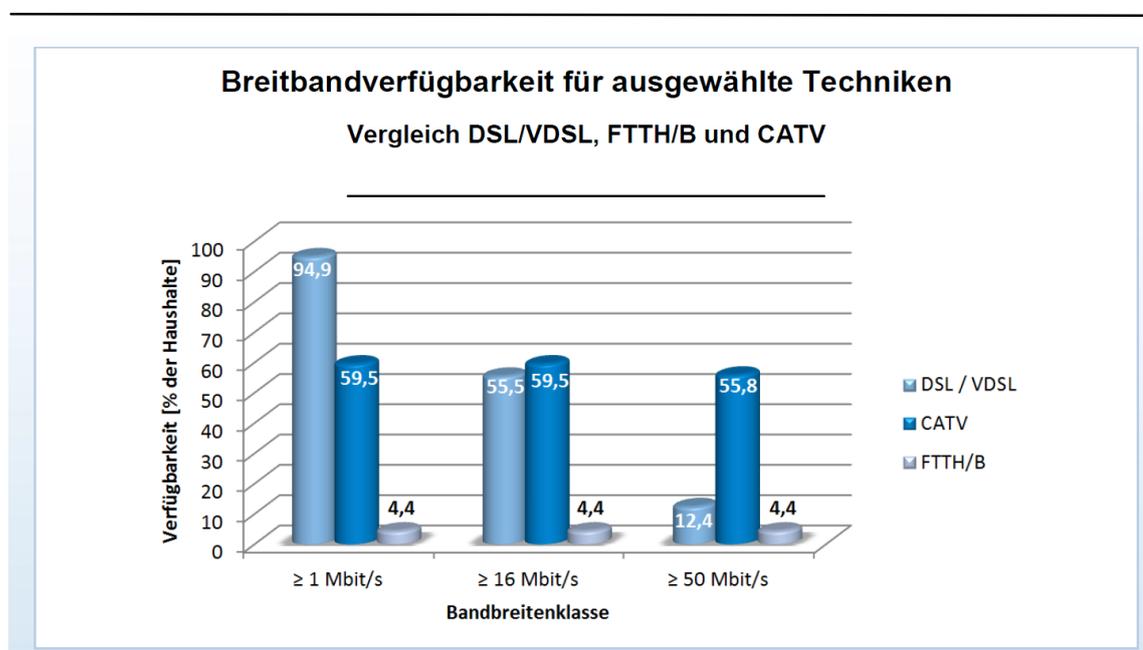
#### Next Generation Access coverage



Einige kompakte Städte verfügen bereits über eine vollständige NGA-Netzabdeckung. In Westdeutschland ist insbesondere entlang der sogenannten Rheinschiene eine NGA-Abdeckung von mindestens 65 % zu verzeichnen. In den übrigen Teilen des Landes findet sich eine derartige Netzabdeckung in Großstädten und einigen unabhängigen Städten. Insgesamt haben 132 Landkreise einen geringeren Versorgungsgrad als 35 % und in 16 von diesen liegt der Versorgungsgrad bei unter 10 %. Diese Regionen finden sich vornehmlich in Ostdeutschland, Rheinland-Pfalz und Teilen von Niedersachsen.

Differenziert nach Netzinfrastrukturen sind in Deutschland aktuell gemäß dem Breitbandatlas folgende Abdeckungen realisiert:

Abbildung 3: Breitbandverfügbarkeit in Deutschland



Quelle: Breitbandatlas (2013), [http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2013-ergebnisse.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.zukunft-breitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2013-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile)

**Kabelinfrastruktur:** Kabelanschlüsse können von 17,6 Millionen Haushalten genutzt werden.<sup>5</sup> Die Kabelnetzbetreiber haben die Aufrüstung ihrer Netze weitgehend abgeschlossen. Die Kosten für ein derartiges Upgrading sind minimal, insbesondere in Bezug auf die damit einhergehende Performanceverbesserung des Netzes. Die Netzabdeckung der Kabelnetzbetreiber reflektiert somit die Verfügbarkeit von DOCSIS 3.0 Breitbandanschlüssen.

<sup>5</sup> Siehe [http://www.anga.de/media/file/788.Anga\\_Factsheet\\_2014-TV.pdf](http://www.anga.de/media/file/788.Anga_Factsheet_2014-TV.pdf).

**Verfügbarkeit von VDSL in Deutschland:** Für 41,5 % der Haushalte ist nach einer Studie der Europäischen Kommission VDSL in Deutschland verfügbar. Die Netzinfrastruktur für VDSL wurde in den meisten Fällen von der Deutschen Telekom aufgebaut und wird auch von dieser vermarktet. Die Deutsche Telekom hat hier VDSL-Netze nahezu ausschließlich in nicht ländlichen Gebieten ausgebaut. Die aktuelle Verfügbarkeit von VDSL ist auf den jeweiligen Homepages der Anbieter abrufbar.<sup>6</sup> Auch in ländlichen Regionen ist VDSL verfügbar, in denen beispielsweise die Netzinfrastruktur (Verlegung der Glasfaser bis zum Kabelverzweiger (KVz)) durch die Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk (RWE) Aktiengesellschaft (AG) und die Vermarktung von VDSL durch Vodafone erfolgte<sup>7</sup>

Nach Angaben des Verbandes der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten (VATM) werden in Deutschland Ende 2013 rund 884.000 Haushalte an Glasfasernetze bis zum Gebäudekeller (FTTB) angeschlossen sein.<sup>8</sup> Mit einem Zuwachs von 84.000 Haushalten im Jahr 2013 ist dies jedoch nur ein marginales Wachstum. Bisher wurde von der Deutschen Telekom das entsprechende Pilotprojekt „Giganetz“, welches den Glasfaserausbau bis zum Gebäude beinhaltet, nur in 20 deutschen Städten realisiert. Nunmehr soll es auf jedoch zehn weitere Städte ausgedehnt werden.<sup>9</sup> Die Glasfaserausbaugebiete werden auf der Internetseite <https://www.telekom.de/glasfaser/Ausbaugebiete> dargestellt.

---

<sup>6</sup> Siehe beispielsweise [http://www.telekom.de/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EKI-PK-Site/de\\_DE-/EUR/ViewCategoryTheme-Start?ServiceboxCatID=vdsl-verfuegbarkeit-pruefen&KeywordPath=katalog%2Fservicebox%2Fberatung%2Fvdsl%2Fvdsl-verfuegbarkeit&wt\\_mc=sk\\_da\\_869270\\_56012137478](http://www.telekom.de/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EKI-PK-Site/de_DE-/EUR/ViewCategoryTheme-Start?ServiceboxCatID=vdsl-verfuegbarkeit-pruefen&KeywordPath=katalog%2Fservicebox%2Fberatung%2Fvdsl%2Fvdsl-verfuegbarkeit&wt_mc=sk_da_869270_56012137478)).

<sup>7</sup> Siehe: <http://dsl-eifel.de/vdsl-50000/>.

<sup>8</sup> VATM (2013).

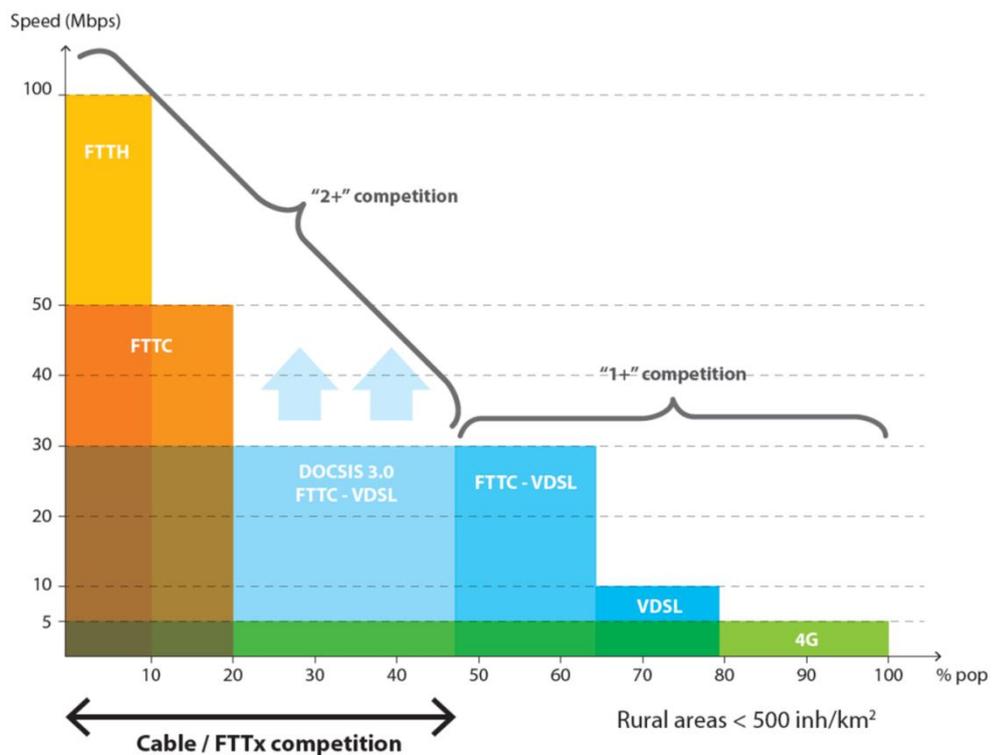
<sup>9</sup> Siehe: [http://www.rhein-zeitung.de/region/koblenz\\_artikel,-Schneller-surfen-Teile-von-Koblenz-haben-Chance-aufs-Tempo-Netz-arid,510202.htm](http://www.rhein-zeitung.de/region/koblenz_artikel,-Schneller-surfen-Teile-von-Koblenz-haben-Chance-aufs-Tempo-Netz-arid,510202.htm).

### 3 Leitungsgebundener Plattformwettbewerb

Der Treiber für den Breitbandausbau liegt im Wettbewerb der Infrastrukturen. Leitungsgebundener Plattformwettbewerb findet gemeinhin in solchen Regionen statt, in denen Kabelnetzbetreiber mit einem Breitbandanschlussangebot präsent sind und mit einer Fibre to the Curb/Building/Home (FTTC/B/H) Infrastruktur in Konkurrenz mit einem anderen Anbieter, typischerweise der Deutschen Telekom, stehen. Der Fokus der Betrachtung liegt somit auf denjenigen Regionen, in denen ein Kabelnetz verfügbar ist. Die Kabelnetzabdeckung beträgt gegenwärtig ca. 59 % der Haushalte in Deutschland. Beide NGA-Netzinfrastrukturen sind auf dicht besiedelte Regionen ausgerichtet. In Deutschland sind das die Regionen, die in Abbildung 1 dargestellt sind. Von daher ist es naheliegend davon auszugehen, dass in solchen Regionen auch VDSL2 seitens eines Telco-Unternehmens verfügbar ist.

In den Regionen, in denen kein Kabel verfügbar ist, ist gegebenenfalls (ggf.) jedoch gegenwärtig VDSL anzutreffen, in sehr ländlichen Regionen wird annahmegemäß kein leitungsgebundener NGA-Breitbandzugang verfügbar sein, sondern lediglich die mobile Variante in Form von Fourth Generation (4G).

Abbildung 4: Bevölkerungsdichte und Netzinfrastrukturen im Wettbewerb



Nachdem die Kabelnetze auf DOCSIS 3.0 aufgerüstet wurden, haben diese nunmehr eine deutlich bessere Performance als das traditionelle VDSL2. Der Telco-Anbieter sieht sich somit zunehmend dem Wettbewerbsdruck seitens der Kabelnetzbetreiber ausgesetzt. Jüngste Marktergebnisse belegen, dass die Kabelnetzbetreiber zunehmend Marktanteile gewinnen. Nach einer Studie des VATM/der Dialog Consult GmbH (15. TK-Marktanalyse Deutschland 2013) nimmt die Zahl der Festnetz-Breitbandanschlüsse um rund 0,6 Millionen auf 28,6 Millionen zu. Das Wachstum im Breitbandmarkt findet primär bei den Kabelnetzbetreibern mit 1 Million neuen Kunden statt.<sup>10</sup> Der Marktanteil der Kabelnetzbetreiber bei den leitungsgebundenen Komplettanschlüssen in Telekommunikationsnetzen erhöhte sich von 15,7 % (2012) auf 18,9 % (2013 geschätzt).<sup>11</sup> Hochwertigere Breitbandanschlüsse als herkömmliche VDSL-Anbindungen kann der Telco-Anbieter jedoch nicht nur dadurch anbieten, dass sie Glasfaser weiter zum Endkunden hin verlegt, wie dies bei FTTH oder FTTB der Fall wäre. Eine Alternative ist der Einsatz der sog. Vectoring Technologie, die eine wesentliche Leistungssteigerung der heute eingesetzten VDSL2-Technik bewirkt. Gegenwärtig geht man von einer Verdoppelung der Download-Geschwindigkeit durch die Verwendung von Vectoring aus. Der Einsatz dieser Technologie ist weitaus günstiger als die kostenintensive Verlegung von Glasfasern, insbesondere in dünner besiedelten Regionen. Zum Einsatz kommt sie noch nicht breitflächig, weil sie für den Wirkbetrieb von den Herstellern noch nicht ausgeliefert wird. Gleichwohl mag es in dicht besiedelten Gebieten für das Telco-Unternehmen weiterhin sinnvoll sein, Glasfaser zu verlegen, weil natürlich diese in ihren Performance-Eigenschaften bisher technisch unerreich ist.

In dem folgenden Beitrag soll nun eruiert werden, wie der Anreiz des Telco-Unternehmens ist, in Regionen, in denen eine Kabelnetzinfrastruktur besteht, ihre Netzinfrastruktur auszubauen.

---

<sup>10</sup> VATM (2013).

<sup>11</sup> Dialog Consult/VATM (2013), Folie 16, [http://www.vatm.de/uploads/media/2013\\_TK-Marktstudie.pdf](http://www.vatm.de/uploads/media/2013_TK-Marktstudie.pdf).

## 4 NGA Anschlüsse und deren Performance

### 4.1 Voll aufgerüstetes Hybrid Fibre Coax (HFC) Netz mit DOCSIS 3.0 ("Full Service DOCSIS")<sup>12</sup>

Die deutschen Kabelnetzbetreiber haben bereits große Teile ihrer Netze rückkanalfähig gemacht und damit das bisherige klassische Kabelnetz, in dem primär analoges Fernsehen (TV) als Dienst angeboten wurde, technisch so umgerüstet, dass über dieses nun weitere Dienste wie beispielsweise Telefon und breitbandige Datendienste übertragbar sind. Die Einführung eines Rückkanals bedeutet, dass der Datenfluss nicht mehr unidirektional von der Kabelzentrale zum Kunden geht, sondern dass die Daten in beide Richtungen zwischen einem übergeordneten Standort im Kabelnetz und den Kunden fließen. In dieser Studie wird dieses vollständig aufgerüstete Netz als "Full Service DOCSIS" Architektur bezeichnet.

Die wichtigsten Charakteristika dieses Netzes sind:

- Ein ausgeprägter Koaxialkabelabschnitt, der bis zu den Kundenstandorten führt. In diesem Abschnitt werden Verstärker eingesetzt, um die Signale geeignet zu verstärken. Ohne Verstärker kann nur über wenige hundert Meter übertragen werden. Gegenüber einem klassischen Kabelnetz müssen die Verstärker des Koaxial-Netzes bidirektional sein, damit sie auch die Upstream Signale verstärken können.
- Ein Glasfaserabschnitt, an dessen Schnittstelle zum Koaxialkabelnetz ein Fibre Node die optischen Signale in elektrische umwandelt.
- Zentrale Cable Modem Termination Systems (CMTS) und Endkundenmodems, um Datendienste und Telefonie über den DOCSIS 3.0 Standard anbieten zu können. Diese Komponenten kommen gegenüber einem reinen TV-Verteilnetz hinzu.
- Die Kunden teilen sich die bereitgestellte Bandbreite innerhalb eines Koaxialsegments.

---

<sup>12</sup> Vergleiche (Vgl.) hierzu Ilic, D. et al. (2013), Kapitel 2.

Tabelle 1: Performance von DOCSIS 3.0

	DOCSIS 3.0
Jahr der Einführung	2006
Maximaler Downstream (DS)	400 Mbp/s
Maximaler Upstream (US)	120 Mbp/s
Blockgröße im ISO/OSI Layer 1	Blöcke à 8 bzw. 6 MHz (EURODOCSIS)
Nutzbandbreite pro Block	50 Mbp/s
Modulationsverfahren	Quadrature Amplitude Modulation (QAM) 64 – QAM 256

Quelle: WIK

## 4.2 Telco-Glasfaserinfrastrukturen

### 4.2.1 Die Performance VDSL-Anschlüssen (non-vectored)

Die Deutsche Telekom war eines der ersten europäischen Telekommunikationsunternehmen, welches beginnend im Jahr 2007 ihr leitungsgebundenes Telekommunikationsnetz auf VDSL aufgerüstet hat. Anfang 2009 hat die Deutsche Telekom dann bereits schon 25 % der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland mit VDSL versorgt. Diesbezügliche Netzinvestitionen wurden im Anschluss daran nur noch in geringerem Umfang vorgenommen. Die Versorgung der Haushalte mit VDSL durch die Deutsche Telekom betrug Ende März 2012 circa (ca.) 36 %.<sup>13</sup> Mitte Juni 2007 hatte die Deutsche Telekom schätzungsweise 700.000 VDSL Kunden. In den mit VDSL versorgten Gebieten hatten demnach 20 % der Telekom Festnetzkunden einen VDSL-Anschluss.

Mit dem Einsatz von VDSL wird die Kupferleitung vom Hauptverteiler (HVT) über den KVz durch Glasfaser ersetzt. Zudem werden neue und für kurze Kupferleitungen optimierte breitbandige Übertragungsverfahren eingesetzt (Fibre to the Curb, (FTTC)). Die zugehörigen Übertragungssysteme werden in den KVz Gehäusen installiert und konzentrieren den Verkehr auf weiterführende breitbandige Glasfasern. Die VDSL-Technik ist in ihrer realisierbaren Bandbreite von der Kupfer-Leitungslänge zum Endkunden abhängig. Ferner wird die Nutzung einer Kupferdoppelader durch benachbarte Kupferdoppeladern, in denen ebenfalls VDSL übertragen wird, signifikant gestört. Mit der Anzahl der beschalteten Doppeladern an einem KVz sinkt somit die realisierbare Bandbreite je Anschlussnutzer.

<sup>13</sup> Vgl. J.P. Morgan Caszenove (2012), S. 5.

Das Netz der Deutschen Telekom ist aufgrund der hohen Dichte an Kabelverzweigern besonderes für den Ausbau von VDSL geeignet. Die Leitungslänge der „sub-loops“ ist folglich vergleichsweise gering, so dass über VDSL hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten realisiert werden können. Um die maximale Datenübertragungsrate von VDSL zu realisieren, darf der Endnutzer maximal 500 Meter vom KVz entfernt sein. Mit im Durchschnitt 125 potentiellen Anschlussnehmern pro KVz ist die Anzahl der angebotenen Haushalte vergleichsweise gering.

#### 4.2.2 Performance von Vectoring als Ergänzung zum bisherigen VDSL-Übertragungsverfahren<sup>14</sup>

Die als Nebensprechen bezeichnete Störung bei VDSL im Fall der gemeinsamen Nutzung von benachbarten Doppeladern wird durch Vectoring beseitigt. Hierbei werden die störenden Signale der benachbarten Kupferdoppeladern desselben Kabels durch die Netzabschlussgeräte (CPE, Customer Premises Equipment) gemessen und mit Hilfe eines Vectorprozessors im/am Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) korrigiert. Ein Funktionieren setzt Standard G.993.5 (G.Vecto) fähige Customer Premises Equipments (CPEs) voraus, die bei der Entstörung aktiv mitspielen oder diese zumindest nicht torpedieren.<sup>15</sup> Im Ergebnis sind damit höhere Datenübertragungsraten realisierbar, auch über längere Reichweiten der Kupferdoppelader hinweg. Zudem kann die Performance der VDSL-Infrastruktur durch Bonding und Phantoming verbessert werden<sup>16</sup>.

Die Vorteile von Vectoring verschwinden, wenn eine Kupferdoppelader im Kabel nicht miteinbezogen werden kann, weil entweder ein CPE Vectoring nicht unterstützt werden kann oder fremde Signale eines anderen Betreibers im VDSL-Frequenzband die Übertragung stören, aber nicht in die Entstörung miteinbezogen werden können. Dies bezieht sich auf das gegenwärtig standardisierte Vectoring als sog. Board-level und System Level Vectoring<sup>17</sup>. Im Falle von Board-level Vectoring erfolgt die Störungsbeseitigung über alle Leitungen, die an eine Line Card angeschlossen sind. Beim System-level Vectoring erfolgt dies auf einer Systemebene, die mehrere Line Cards umfasst. In beiden Systemen tritt das Problem wechselseitiger Störung auf, wenn Vectoring-Systeme an einem KVz durch verschiedene Netzbetreiber genutzt werden. Die Koexistenz unterschiedlicher Netzbetreiber an einem KVz ist nur möglich, wenn die Betreiber jeweils die Systeme des gleichen Herstellers einsetzen und diese Node-level Vectoring unterstützen. Weiterhin müssen sie eine Reihe von operativen Absprachen treffen, um die Systeme aufeinander abzustellen.

Die Hersteller der Vectoring-Netztechnologie haben jedoch bereits Node-Level Vectoring Systeme angekündigt, die den Betrieb voneinander unabhängiger VDSL-Vectoring-

<sup>14</sup> Vgl. hierzu: Neumann (2012); Plückebaum (2012), J.P. Morgan (2012).

<sup>15</sup> Vgl. Plückebaum (2012).

<sup>16</sup> Zu den technischen Einzelheiten siehe Plückebaum (2012).

<sup>17</sup> Vgl. Neumann (2012).

Systeme durch mehrere Betreiber an einem KVz ohne eine Übertragungskapazitätsminderung ermöglicht. Bei Node-Level Vectoring erfolgt die Störungsbeseitigung über alle an einen KVz angeschalteten Leitungen. Diese Technologie bedarf jedoch noch der Standardisierung.

Im Vergleich zu den Investitionskosten für FTTH/B sind die Ausbaurkosten für VDSL-Vectoring weitaus geringer. Nach Berechnungen des WIK betragen die durchschnittlichen Netzausbaurkosten pro Anschluss für FTTH/P2P 2.410 € im Vergleich zu 560 € für FTTC Vectoring (unter Annahme, einer Penetration von 70 %).<sup>18</sup> Sofern Vectoring in den mit VDSL aufgerüsteten Anschlussbereichen erfolgt, bedarf es im Wesentlichen zwei Arten von Investitionen.

- Zum einen sind die Portkarten in den DSLAMs auszutauschen.
- Ferner müssen auch die Router auf der Endkundenseite Vectoring tauglich sein und ggf. ausgetauscht werden.

Die Performanceverbesserung durch Vectoring zeigt sich in fünf Dimensionen<sup>19</sup>:

- Die Download-Bandbreite, die optimistisch gerechnet bis zu 50 Mbp/s bei VDSL beträgt, steigt auf bis zu 100 Mbp/s.
- Die Upload-Bandbreite, die bei VDSL nur bis zu 10 Mbp/s beträgt, steigt auf bis zu 40 Mbp/s.
- Die Streubreite der Bandbreite, die sich auf den einzelnen Leitungen eines Kabelbündels ergibt, ist wesentlich geringer als bei VDSL. Die gelieferte Bandbreite wird damit homogener, so dass es leichter ist, eine Bandbreite zu garantieren. Von daher wird die Diskrepanz zwischen der vermarkteten Bandbreite, die gemeinhin mit der Ermöglichung einer Bandbreite bis zu x Mbp/s umschrieben wird, und der tatsächlich realisierten Bandbreite geringer.
- Die Leistung von Vectoring hängt auch von der Leitungslänge, genauer von der Länge der Sub-Loop (KVz-TL), ab. Allerdings beträgt die Reichweite von 50 Mbp/s Download bei Vectoring ca. 800 m, während die Performance von VDSL bei etwa 500 Meter (m) bereits kaum mehr die von ADSL übersteigt. Bei der vorherrschenden Leitungslängenverteilung macht dies etwa eine dreimal höhere Geschwindigkeit bei den erreichbaren Kunden aus.
- Der Beschaltungsgrad der Leitungen mit VDSL ist bei Einsatz von Vectoring wesentlich höher. Bei Einsatz von VDSL stören sich die beschalteten Leitungen durch Störsignale wie insbesondere das Nebensprechen deutlich. Deswegen war der relativ geringe mögliche Beschaltungsgrad immer ein besonderes Handicap der VDSL-Technik. Dieses Problem wird durch den Einsatz von Vectoring

---

<sup>18</sup> Vgl. Plückerbaum (2014), Tabelle 1.

<sup>19</sup> Vgl. Neumann (2012).

nahezu beseitigt. Vectoring beruht gerade darauf, dass die genannten Störsignale „weggerechnet“ werden.

Nach intensiven Tests hat die Telekom Austria diese Technologie erstmals im Januar 2012 in Betrieb genommen. Eine Reihe von weiteren Netzbetreibern, darunter auch die Deutsche Telekom, hat Feldtests im Netz betrieben, um Einsatzprofil, Leistungsvermögen, auch in Abhängigkeit der Performance von der Leitungslänge im realen Netz, aber auch Störeigenschaften, insbesondere zu anderen DSL-Betreibern, zu testen. Telekom-Chef René Obermann bekundet: „Wir wollen noch mehr in noch schnellere Breibandverbindungen investieren, und es gibt mit dem sogenannten Vectoring auch eine Lösung, die uns dazu in die Lage versetzen würde – ohne jede Straße aufzureißen.“<sup>20</sup>

#### 4.2.3 Die Performance von FTTB/H (GPON)

Sofern VDSL in einer Region bereits ausgebaut ist, kann die vorhandene Glasfaser Infrastruktur, welche die HVTs mit den Kabelverzweigern verbindet, genutzt werden. Es ist lediglich der graduell zusätzliche Ausbau hin bis zur Wohngebäudeeinheit von Bedeutung.

Die Netzausbaukosten für FTTH werden als sehr hoch eingeschätzt. Sie betragen für 1/3 der Haushalte in den am dichtesten besiedelten Gebieten ca. 1.000 € pro Haushalt. Für das nächste Drittel sind es ca. 1.500 €. Im ländlichen Raum kosten die Kabelverlegung und die Bereitstellung der Technik pro Haushalt zwischen 2.000 € und 6.000 €.<sup>21</sup>

#### 4.2.4 Die Performance der NGA-Netzinfrastrukturen im Vergleich

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick die Performance der verschiedenen Netzinfrastrukturen.

---

<sup>20</sup> Rene Obermann (2012).

<sup>21</sup> Vgl. ebenda.

Tabelle 2: Performance der hoch-bitratigen leitungsgebundenen Breitbandinfrastrukturen

	HFC-Kabelnetze (DOCSIS 3.0)	Telco-Glasfasernetze
<b>heutige Datenrate</b>	128 Mbit/s DS 10 Mbit/s US	VDSL: 50 MHz VDSL2+ Vectoring: 70 MHz FTTB (GPON): 100 Mbit/s FTTH: bis zu 1 Gbit/s
<b>künftige Datenrate</b>	ca. 400 Mbit/s DS Ca. 100 Mbit/s US	FTTH: > 1 Tbit/s
<b>Verhältnis DS/US</b>	Asymmetrie mit Engpass im Upstream	Verhältnis US/DS beliebig konfigurierbar
<b>Ausbauoption</b>	Ausbauoption Radio Frequency over Glass (RFoG) ermöglicht künftig Gbit/s-Leistungen	Ausbauoptionen VDSL2+ Vectoring, FTTB/FTTH

Quelle: WIK

## 5 Das asymmetrische Hotelling-Modell<sup>22</sup>

### 5.1 Der Modellrahmen

Die Zielsetzung der nachfolgenden Modellierung besteht darin, den Anreiz eines Telco-Anbieters zu eruieren, in den bereits mit VDSL versorgten Anschlussbereichen in Vectoring oder aber in Glasfaserinfrastruktur weiterhin zu investieren. Hierbei modellieren wir den Plattform-Wettbewerb zwischen den Kabelnetzen einerseits und der Netzinfrastruktur des Telco-Unternehmens als Anbieter von Telco-Glasfasernetzen andererseits. Mögliche alternative Anbieter werden in dieser Betrachtung außer Acht gelassen. Der Fokus ist somit auf die Betrachtung des betreiberneutralen Netzplattformwettbewerbs zwischen einem Telco-Netz und einer Kabelnetzinfrastruktur.

Die (spieltheoretische) Analyse erfolgt im Rahmen eines zweistufigen Duopolmodells:

- 1. Stufe** Investitionsentscheidung (Wahl der Netzinfrastruktur) des Telco-Unternehmens
- 2. Stufe** Preiswettbewerb zwischen den beiden Unternehmen (Plattformwettbewerb)

Es handelt sich hier um eine Steady-State-Analyse, da sämtliche Größen (Gewinne, Erlöse, Kosten) annualisiert betrachtet werden. Bei der Investitionsentscheidung werden somit die in jährliche Beträge umgerechneten Investitionskosten den jährlichen erzielbaren Nettoerlösen gegenübergestellt.

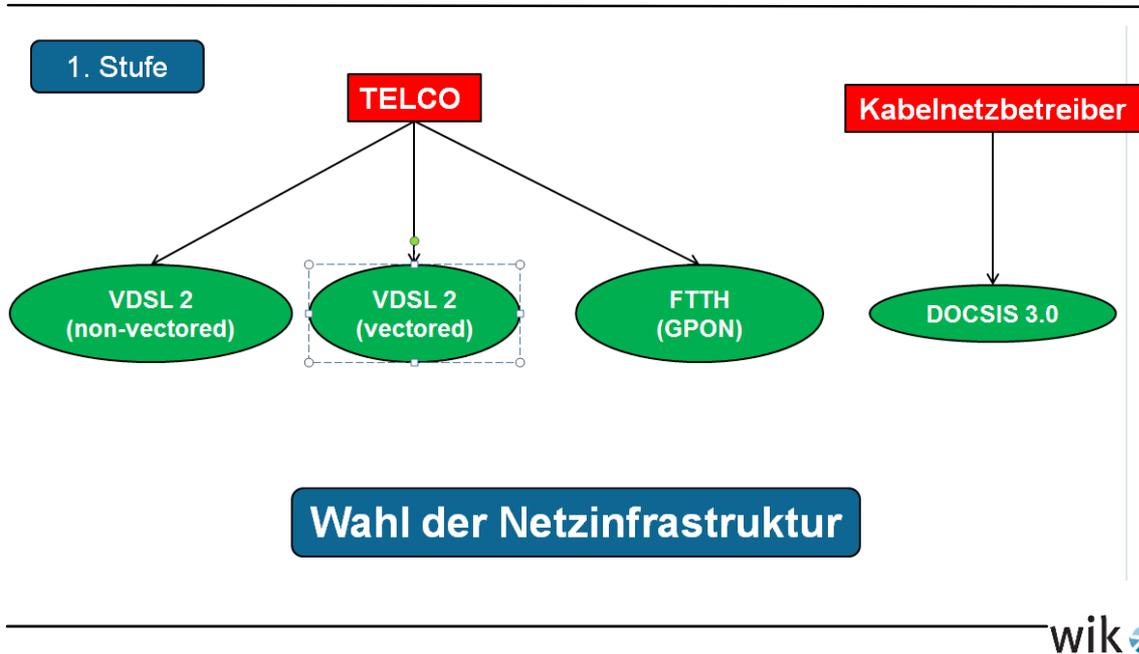
De facto bestimmen wir das teilspielperfekte Gleichgewicht des im Folgenden detailliert dargestellten Modells.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Siehe hierzu Inderst et al. (2011).

<sup>23</sup> Das teilspielperfekte Gleichgewicht ist ein von Reinhard Selten entwickeltes Konzept der mathematischen Spieltheorie für Spiele in Extensivform, d.h. das Spiel hat mehrere Stufen. Im vorliegenden Fall wird zunächst, das Nash-Gleichgewicht der zweiten Stufe für alle Netzinfrastrukturvarianten bestimmt. Ein Nash-Gleichgewicht ist dadurch charakterisiert, dass die Preisentscheidungen der Netzbetreiber wechselseitig gewinnmaximierend sind, bei gegebenem Preis des Konkurrenten. Hieraus ergeben sich die realisierten Gewinn der Netzbetreiber, insbesondere diejenigen des Telco-Anbieters für die drei verschiedenen wählbaren Netzinfrastrukturen. Das teilspielperfekte Gleichgewicht ist im vorliegenden Fall dasjenige, in dem der Telco-Anbieter diejenige Netzinfrastruktur wählt, die im dazu korrespondierenden Nash-Gleichgewicht für den Telco-Anbieter den höchsten Gewinn generiert.

Abbildung 5: 1te Stufe des Spiels: Wahl der Netzinfrastruktur



Quelle: WIK

Auf der 1. Stufe entscheidet das Telco-Unternehmen, ob es in dem jeweiligen Anschlussgebiet lediglich eine VDSL2 Netzinfrastruktur wählt oder ob sie ein weiteres Upgrading der Netzinfrastruktur hin zu VDSL2+ Vectoring oder aber gar einen Ausbau hin zu FTTH/H (GPON) vornimmt. Wenngleich aus technologischer Sicht noch andere Varianten des Glasfaserausbau hin zum Endkunden bestehen, so sind dies die derzeit von der Deutschen Telekom beim Netzausbau gewählten betriebswirtschaftlichen Varianten. Insofern fokussieren wir die Analyse auf diese drei Netzausbauoptionen. Mit Blick auf die Kabelnetzbetreiber wird unterstellt, dass diese bereits ihre Netzinfrastruktur auf DOCSIS 3.0 aufgerüstet haben. Eine alternative Investitionsentscheidung der Kabelnetzbetreiber auf der 1. Stufe des Modells besteht somit nicht.

Die Investitionsentscheidung des Telco-Unternehmens hat folgende Implikationen auf der Kostenseite:

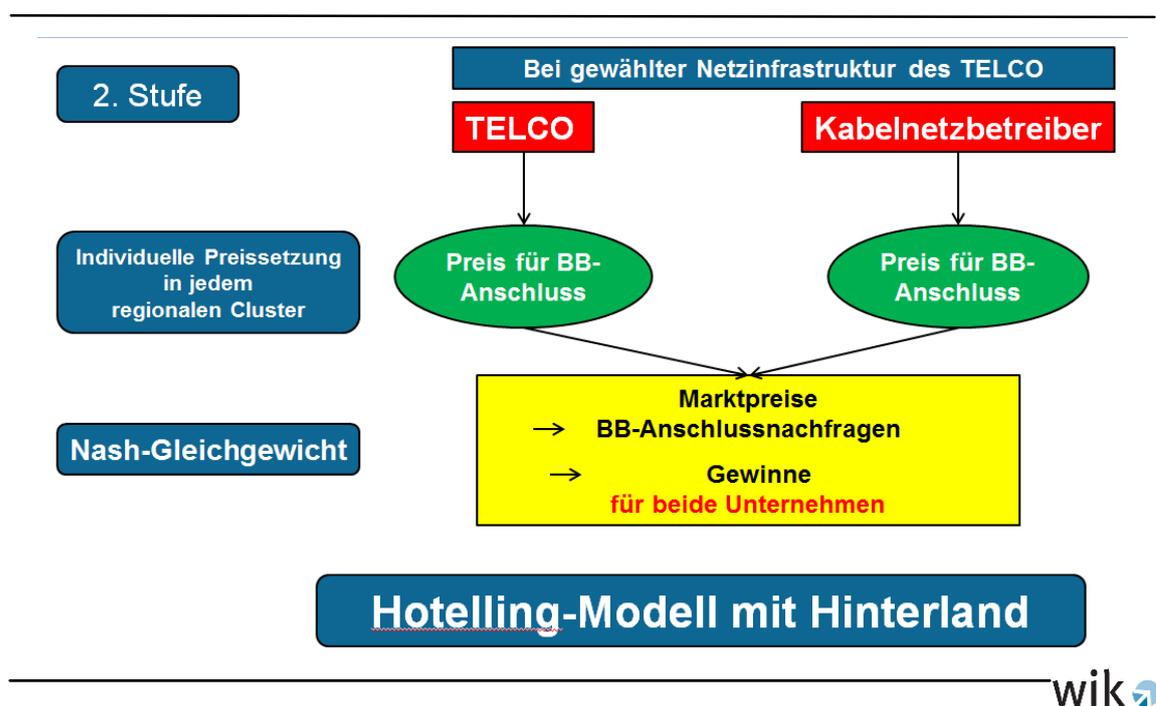
- Der Netzausbau in der betrachteten Region bedingt (fixe) Investitionskosten. Diese sind für FTTH/H (GPON) höher als für VDSL2 (vectored) und diese sind wiederum höher als für VDSL2 (non-vectored).
- Zum anderen haben die jeweiligen Netzinfrastrukturen veränderte variable Kosten pro Breitbandanschluss zur Folge.

Die Netzinvestition bedingt, dass der angebotene Breitbandanschluss über andere qualitative Merkmale verfügt. Dies wurde in den Kapiteln zuvor bereits ausführlich darge-

stellt. Aufgrund dessen ist davon auszugehen, dass sich nachfragespezifische Parameter des Unternehmens mit Blick auf den angebotenen Breitbandanschluss ändern.

- Damit einhergehend verändert sich der Nutzen des Nachfragers und somit dessen „Willingness-to-Pay“ bezüglich (bzgl.) des angebotenen Breitbandanschlusses.
- Zudem ist es möglich, dass der Umfang der Stammkundschaft durch die angebotenen Produkte beeinflusst wird.

Abbildung 6: 2te Stufe des Spiels: Hotelling-Duopolmodell



Quelle: WIK

Abgebildet wird der duopolistische Plattformwettbewerb in einem asymmetrischen Hotelling-Modell, welches Inderst und Peitz (2011)<sup>24</sup>, in ihrem Diskussionspapier „Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen“ detailliert beschreiben. Dieses ist durch die nachfolgenden Elemente charakterisiert.

- Es wird unterstellt, dass sich die Kunden in ihrer Präferenzstruktur auf einer sogenannten „Hotelling-Linie“ anordnen lassen. Es wird davon ausgegangen, dass diese die Länge von „1“ aufweist, so dass jeder Kunde an einem spezifischen Punkt entlang dieser Linie angesiedelt ist.

- Die Produkte der beiden Unternehmen sind an den (unterschiedlichen) beiden Endpunkten des Intervalls positioniert.
- Neben dem unmittelbaren Bruttonutzen  $u_i$ ,  $i = 1, 2$ , den der potentielle Nachfrager nach Breitbandanschlüssen dem Produkt des Unternehmens zuordnet, mildern sogenannte „Transportkosten“ den Wert des Produktes abhängig davon, wo dieser Nachfrager auf der Linie angesiedelt ist. Befindet sich ein Konsument am Punkt  $x$ , so betragen diese Transportkosten  $\tau \cdot x$ , sofern er das Produkt (Breitbandanschluss) von dem Unternehmen 1 erwirbt und  $(1 - \tau) \cdot x$ , wenn er sich für den Breitbandanschluss des Unternehmens 2 entscheidet. Konsumenten, die näher an „0“ liegen, haben eine höhere Präferenz für das Anschlussprodukt des Unternehmens 1. Für Nachfrager, die rechts von dem Wert 0,5 angesiedelt sind, besteht eine höhere Präferenz für das Produkt 2. Der Faktor  $\tau$  bringt den Grad der horizontalen Differenzierung der beiden Arten des Breitbandanschlusses und damit die Wettbewerbsintensität zum Ausdruck.
- Es wird im Folgenden von einer Gleichverteilung der Kunden entlang dieser Linie ausgegangen. Als Konsequenz dieser Annahme ergeben sich lineare Nachfragefunktionen.
- Der Wettbewerb der Unternehmen erfolgt um eine so genannte „Masse“ von  $M$  Nachfragern, um die die Unternehmen konkurrieren. Es wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage (nahezu) unelastisch ist.
- Ferner verfügt das Unternehmen über eine Stammkundschaft  $m_i$ ,  $i = 1, 2$ . Im Rahmen des Hotelling-Modells spricht man diesbezüglich von dem „Hinterland“.

Bei bestehenden Netzinfrastrukturen setzen die Netzbetreiber die Preise für den von ihnen angebotenen Breitbandanschluss. Im Gleichgewicht ergibt sich dann bei jeweils gewinnmaximierenden Preisen die Nachfrage beziehungsweise (bzw.) die abgesetzte Anzahl an Anschlüssen sowie der Gewinn.

## 5.2 Bestimmung des Nash-Gleichgewichts der zweiten Stufe

Abhängig von der Netzinfrastrukturinvestition bestimmen sich die Kostenparameter des Telco-Unternehmens, das heißt (d.h.) die betriebsbedingten fixen und variablen Kosten, und die Nachfrageparameter auf der zweiten Stufe. Zur Bestimmung der unternehmensindividuellen Nachfrage ist zunächst derjenige Konsument zu ermitteln, der bei gegebenen Preisen, „Transportkosten“ und Bruttowertigkeiten der unternehmensspezifischen Breitbandanschlüsse indifferent zwischen beiden Anschlussarten ist. Dieser „indifferente“ Nachfrager  $\hat{x}$  bestimmt sich wie folgt:

$$u_2 - p_2 - (1 - \hat{x})\tau = u_1 - p_1 - \hat{x}\tau$$

$$\hat{x}(p_1, p_2) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\tau} [(u_1 - p_1) - (u_2 - p_2)]$$

Hiernach ergeben sich die Nachfragefunktionen der beiden Unternehmen, da alle Konsumenten, die links von  $\hat{x}(p_1, p_2)$  angesiedelt sind, einen Breitbandanschluss des Unternehmens 1 erwerben werden, hingegen entscheiden sich diejenigen rechts von diesem kritischen Wert für den Anschluss des Unternehmens 2.

Nachfragefunktionen	
Unternehmen 1	$m_1 + M \cdot \hat{x}$
Unternehmen 2	$m_1 + M \cdot (1 - \hat{x})$

Der Gewinn der beiden Unternehmen wird somit durch die nachfolgenden Funktionen beschrieben:

Gewinnfunktionen	
Unternehmen 1	$(m_1 + M \hat{x})(p_1 - k_1) - KF_1$
Unternehmen 2	$(m_1 + M(1 - \hat{x}))(p_1 - k_1) - KF_1$

### Bestimmung des Nash-Gleichgewichts der 2-ten Stufe

Es wird davon ausgegangen, dass beide Unternehmen ihren Gewinn maximieren und der Preis der Entscheidungsparameter der Unternehmen ist. Das Nash-Gleichgewicht, welches das Marktergebnis determiniert, ist dadurch charakterisiert, dass bei dem jeweiligen gewinnmaximierenden Preis des anderen Unternehmens der eigene Preis der den Gewinn maximierende Preis ist. Entsprechende mathematische Berechnungen ergeben, dass die **Gleichgewichtspreise**  $(p_1^*, p_2^*)$  die folgenden sind:

$$p_1^* = \frac{2}{3}k_1 + \frac{1}{3}k_2 + \tau \frac{4\hat{m}_1}{3} + \tau \frac{2\hat{m}_2}{3} + \tau + \frac{1}{3}(u_1 - u_2)$$

$$p_2^* = \frac{2}{3}k_2 + \frac{1}{3}k_1 + \tau \frac{4\hat{m}_2}{3} + \tau \frac{2\hat{m}_1}{3} + \tau + \frac{1}{3}(u_2 - u_1)$$

Hierbei sind  $k_i$  die variablen Betriebskosten des Unternehmens  $i = 1, 2$  und  $\hat{m}_i = \frac{m_i}{M}$  der relative Anteil der Stammkundschaft an den Gesamtnachfragern, um die beide Unternehmen im Wettbewerb stehen. Der unternehmensindividuelle Preis ist umso höher, je höher der Bruttonutzen des Produktes aus Sicht des Nachfragers im Vergleich zu dem Bruttonutzen des Produktes des Konkurrenten ist.

Durch Einsetzen der Gleichgewichtspreise in die Gewinnfunktion des jeweiligen Unternehmens ergeben sich die **Gleichgewichtsgewinne**  $(\Pi_1^*, \Pi_2^*)$  für die beiden Unternehmen. Die Netzinvestitionskosten (versunkene Kosten), die dem Unternehmen durch ein mögliches Upgrading der VDSL-Infrastruktur entstehen, sind hierbei nicht berücksichtigt.

$$\Pi_1^* = M \frac{1}{2\tau} \left( \frac{1}{3} (u_1 - u_2) + \frac{1}{3} (k_2 - k_1) + \frac{2\hat{m}_2}{3(1/\tau)} + \frac{4\hat{m}_1}{3(1/\tau)} + \tau \right)^2 - KF_1$$

$$\Pi_2^* = M \frac{1}{2\tau} \left( \frac{1}{3} (u_2 - u_1) + \frac{1}{3} (k_1 - k_2) + \frac{2\hat{m}_1}{3(1/\tau)} + \frac{4\hat{m}_2}{3(1/\tau)} + \tau \right)^2 - KF_2$$

### 5.3 Bestimmung des Investitionsverhaltens des Telco-Unternehmen auf der ersten Stufe – das teilspielperfekte Gleichgewicht

Wie bereits erwähnt, trifft der Telco-Glasfaseranbieter auf der ersten Stufe die Entscheidung, welche Netzinfrastruktur er wählt. Hierbei hat er die Wahl zwischen drei Alternativen:

- VDSL2 (non-vectored)
- VDSL2 (vectored)
- FTTB/H (GPON).

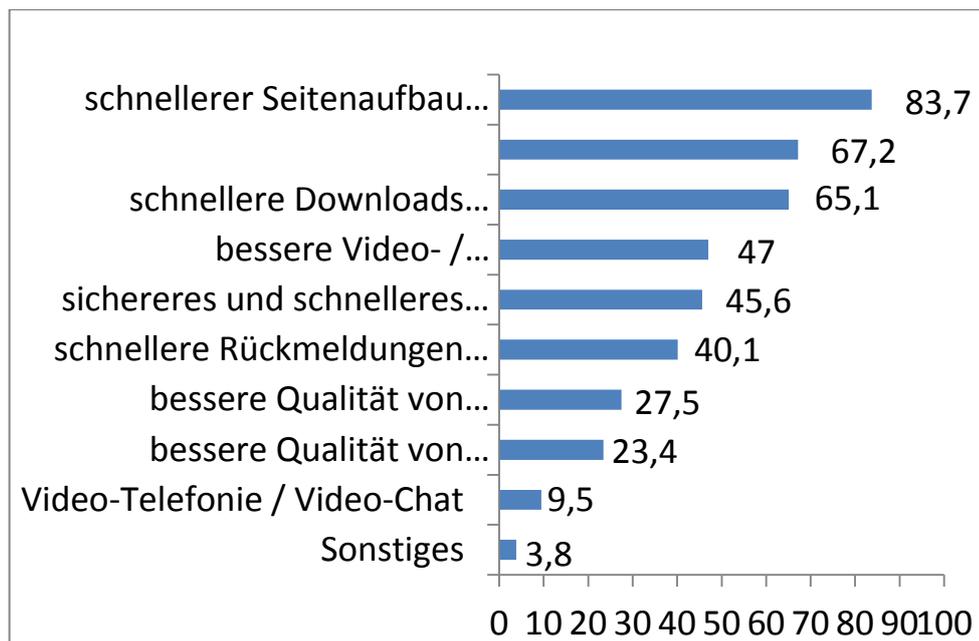
Ausgehend von dem errechneten Gleichgewichtsgewinn in der zweiten Stufe für die verschiedenen Netzinfrastrukturen wählt das Telco-Unternehmen diejenige Netzinfrastruktur, die den höchsten Gewinn bedingt.

## 6 Die Nachfrage/Zahlungsbereitschaft der Endnutzer für unterschiedliche Breitbandanschlüsse

Die Nachfrage nach Bandbreiten wird in den nächsten Jahren drastisch ansteigen. Für Westeuropa prognostiziert CISCO (CISCO VNI Global Forecast) eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate - CAGR) für Datenverkehr im Festnetz in Höhe von 25,67 % (gewichtetes Mittel gemäß Anteil für WiFi und Festnetz-zugang, prognostiziert für 2016). In Mobilfunknetzen wird gar eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate (CAGR) für Datenverkehr von 75 % erwartet.

Als Nachfragetreiber für hoch-bitratige Breitbandanschlüsse wird das Bedürfnis der Anschlussnehmer nach einer besseren Nutzung des Internets angesehen. Wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, die auf einer Befragung von Breitbandnutzern für united internet media<sup>25</sup> basiert, wünschen sich die Nutzer primär einen schnelleren Seitenaufbau von Webseiten (83,7 %). Aber auch eine bessere Video-/Fernsehqualität (47 %) ist erwünscht.

Abbildung 7: Nutzenpotentiale größerer Bandbreiten



Ausgehend von den Performance-Eigenschaften der Breitbandanschlüsse der verschiedenen Netzinfrastrukturen (siehe Kapitel 4) gehen wir von dem folgenden Ranking aus. Ein FTTB (GPON) Glasfaseranschluss wird hierbei am höchsten bewertet. VDSL2+ Vectoring- und Kabelanschluss sind nach den gewählten Normzahlen als gleichwertig anzusehen. VDSL2 ohne Vectoring hat eine deutlich geringere Bewertung. Die quantitativen Normzahlen resultieren aus einer WIK-Experteneinschätzung.<sup>26</sup>

Tabelle 3: WTP-Normzahlen für Breitbandanschlüsse unterschiedlicher Anschlussstypen

BB-Anschlussstyp	WTP-Normzahlen
FTTB/H (GPON)	100
VDSL2+ Vectoring	90
Kabelnetz (DOCSIS 3.0)	90
VDSL2	75

Quelle: WIK

Die Normzahl reflektiert die relative Zahlungsbereitschaft für einen spezifischen Breitbandanschluss. Ausgehend von einem Referenzwert einer (maximalen) Willingness-to-Pay für einen Breitbandanschluss in Höhe von 120 € monatlich (mtl.) implizieren die Normzahlen im Modell, dass für einen FTTB/H (GPON) Anschluss die Zahlungsbereitschaft 120 € beträgt und für einen VDSL2 (vectored) Anschluss und einen Kabelnetzanschluss auf Basis von DOCSIS 3.0 (max) 108 €. Die Zahlungsbereitschaft für einen VDSL2 Anschluss (non-vectored) betrüge demnach (max.) 90 €.

<sup>26</sup> Siehe hierzu auch Hoernig et al. (2010).

## 7 Repräsentative Cluster von Regionen in Deutschland und deren Kostenstrukturen für den Netzausbau

### 7.1 Repräsentative Cluster von Regionen für Deutschland

In den Modellrechnungen werden Regionen mit ähnlichen Strukturparametern in unterschiedlichen Geotypen bzw. Clustern zusammengefasst. Die Berechnungen eines spezifischen Clusters sind weitgehend unabhängig von den anderen Clustern. Nachfolgend präsentieren wir die 20 für Deutschland als repräsentativ ermittelten Cluster. Eine detaillierte Beschreibung, wie diese Cluster ermittelt wurden, findet sich in folgender Studie: Jay, S., Neumann K.-H., Plückebaum, T. (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag 359, Oktober 2011, insbesondere in Kapitel 2 ebenda.

Zunächst wurden die HVt absteigend nach Teilnehmerdichte<sup>27</sup> für Deutschland sortiert. Danach wurden "Cluster"-ähnliche Geotypen gebildet, indem aus dieser sortierten HVt-Liste sukzessive 20 annähernd gleich große (bezogen auf die Anzahl der potentiellen Teilnehmer) Tranchen von HVt gebildet wurden. Cluster 1 weist die höchste Teilnehmerdichte je Quadratkilometer auf ( $\geq 2.750$ ) und Cluster 20 die niedrigste ( $< 32$ ); die Teilnehmerdichte sinkt von Cluster 1 zu dem jeweils nachfolgenden. Jedes Cluster umfasst etwas mehr als 2 Millionen d.h. rund 5 % der gesamten Teilnehmer (Privat- und Geschäftskunden) in Deutschland.

Innerhalb eines Clusters wurden aus den Detaildaten Durchschnittswerte für Größen des Mengengerüsts bestimmt, d.h. für die Länge des Drop Segments, die Anzahl der Kunden je Distribution Point, die Länge des Feeder Segments sowie die Anzahl der Teilnehmer pro Main Point of Presence (MPoP). Mit diesem Mengengerüst und den Annahmen zu den Tiefbau- und Gerätekosten können dann je Cluster die nötigen Investitionen und Kosten bottom-up bestimmt werden. Die nachfolgend dargestellte Tabelle 4 zeigt die 20 Cluster.

---

<sup>27</sup> Die Begriffe Teilnehmer, Kunde und Anschluss werden weitgehend synonym verwendet.

Tabelle 4: Größe und Dichte der Cluster

Cluster Identification (ID)	Teilnehmeranzahl	Teilnehmeranteil	Teilnehmeranteil kumuliert (gerundet)	Teilnehmerdichte minimal (Anschlüsse pro km <sup>2</sup> )	Fläche in km <sup>2</sup>
1	2.209.338	5,1 %	5 %	2.750	620
2	2.167.961	5,0 %	10 %	1.950	950
3	2.131.407	4,9 %	15 %	1.500	1.248
4	2.142.703	5,0 %	20 %	1.200	1.603
5	2.158.128	5,0 %	25 %	952	2.045
6	2.165.555	5,0 %	30 %	740	2.636
7	2.168.541	5,0 %	35 %	575	3.323
8	2.211.345	5,1 %	40 %	455	4.400
9	2.112.800	4,9 %	45 %	360	5.209
10	2.074.980	4,8 %	50 %	290	6.487
11	2.124.501	4,9 %	55 %	235	8.189
12	2.114.832	4,9 %	60 %	190	10.016
13	2.252.308	5,2 %	65 %	155	13.133
14	2.051.986	4,7 %	70 %	125	14.824
15	2.317.848	5,4 %	75 %	100	20.874
16	2.086.509	4,8 %	80 %	80	23.569
17	2.185.291	5,0 %	85 %	62	31.214
18	2.305.738	5,3 %	90 %	46	43.780
19	2.144.569	5,0 %	95 %	32	55.792
20	2.153.552	5,0 %	100 %	1	110.641
<b>Summe</b>	<b>43.279892</b>				<b>360.554</b>

Quelle: WIK

Im Folgenden gehen wir davon aus, dass die Deutsche Telekom eine Investitionsentscheidung jeweils separat für ein derartiges Cluster fällt. Ferner fokussieren wir die Be-

trachtung auf solche Cluster, in denen ein Breitbandanschluss der Kabelnetzbetreiber verfügbar ist. Geht man von einer Netzabdeckung der Kabelnetzbetreiber von ca. 60 % der Bundesrepublik aus und unterstellt realistischer Weise, dass diese in dichter besiedelten Regionen präsent sind, so ist eine Fokussierung auf die ersten 12 gelisteten Cluster folgerichtig.

## **7.2 Kostenstrukturen für die jeweiligen Cluster in Abhängigkeit von der genutzten Art der Netzinfrastruktur**

Aus der Wahl der Netzinfrastruktur resultieren spezifische variable und fixe Kosten. Unter variablen Kosten sind hier diese Kosten zu verstehen, die nur dann entstehen, wenn ein Breitbandanschluss tatsächlich genutzt wird. Fix sind hingegen diejenigen Kosten, die für den Netzausbau unabhängig davon entstehen, ob ein spezifischer Breitbandanschluss genutzt wird oder nicht.

Die quantitativen Kostenstrukturen wurden auf Basis eines analytischen Kostenmodells, dem sogenannten WIK-NGA-Modell, ermittelt. Eine detaillierte Darstellung des Modells findet der Leser in den folgenden Studien: Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückebaum, T. (unter Mitarbeit von Zoz, K.) (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag 359, Oktober 2011; Ilic, D.; Jay, S.; Plückebaum, T.; Stamm, P. (2013): Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 380, August 2013, Kapitel 2. Die Modellierung und Berechnung beruht auf den folgenden wesentlichen Elementen:

- Die Kosten werden auf Basis eines Bottom-Up Kostenmodells für das Anschlussnetz (WIK-NGA-Modell) bestimmt.
- Der gewählte Kostenstandard ist LRIC+. Demnach werden die langfristigen inkrementellen Kosten bestimmt und die Gemeinkosten über einen angemessenen Zuschlagsfaktor erfasst. Die Netzelemente werden mit ihren Wiederbeschaffungskosten bewertet.
- Die Modellierung ist eine Steady-State-Analyse, so dass sämtliche Kosten periodisiert (d.h. für einen Monat) ausgewiesen werden. Somit werden Anlaufverluste während des Netzausbaus und die Diffusion der Nachfrage zu Beginn nicht erfasst.
- Indirekte Investitionen (z.B. Fahrzeuge, Grundstücke) werden über einen Aufschlagsfaktor erfasst (de facto 10 % auf die direkten Investitionen).
- Die Betriebskosten werden ebenfalls über einen Aufschlagsfaktor auf die Investitionssumme abgebildet: 8 % für aktive Technik, 0,5 % für passive Technik.
- Der Aufschlagsfaktor für die Gemeinkosten beträgt 10 % auf die Gesamtkosten.

- Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die Kosten der Inhaus-Verkabelung nicht in den Kosten enthalten sind. Die Inhaus-Verkabelung wird der Sphäre der Hauseigentümer zugerechnet und die korrespondierenden Kosten sind somit nicht Bestandteil der Investitionskosten des Netzbetreibers.

Zum besseren Verständnis wird in den nachfolgenden Tabellen für die verschiedenen Netzinfrastrukturen dargestellt, welche Kostenelemente Bestandteil der jeweiligen fixen und variablen Kosten sind. Hervorzuheben ist, dass die gegenwärtigen Kosten in einem Greenfield-Ansatz ermittelt werden.

Tabelle 5: Kostenelemente der Netzinfrastruktur differenziert nach fixen und variablen Kosten

<b>Kabelnetzinfrastruktur (DOCSIS 3.0)</b>	
<b>fixe Kosten</b>	<b>variable Kosten</b>
Tiefbau, Röhren, Kabel, Schächte, Muffen des Anschlussnetzes	Hausanschluss (Stichleitung + Mauerdurchbruch)
Koaxialverstärker und Fibre Nodes inkl. Gehäuse und Stromversorgung im Feld	
<b>CMTS</b>	Endgeräte
Konzentrations- und Kernnetz	Vertriebskosten
Serviceplattform	(Variable Kosten von) Konzentrations- und Kernnetz sowie der Serviceplattform

<b>Telco-Netzinfrastruktur FTTH (GPON)</b>	
<b>fixe Kosten</b>	<b>variable Kosten</b>
Tiefbau, Röhren, Kabel, Schächte, Muffen des Anschlussnetzes	Hausanschluss (Stichleitungen + Mauerdurchbruch)
<b>Splitter im Feld</b>	
<b>Optical Distribution Frame (ODF) und Optical Line Terminal (OLT) im MPoP inkl. Raumkosten</b>	Endgeräte
Konzentrations- und Kernnetz	Vertriebskosten
Serviceplattform	(Variable Kosten von) Konzentrations- und Kernnetz sowie der Serviceplattform

Telco-Netzinfrastruktur VDSL2 (vectored – non-vectored)	
fixe Kosten	variable Kosten
Tiefbau, Röhren, Kabel, Schächte, Muffen des Anschlussnetzes	Hausanschluss (Stichleitung + Mauerdurchbruch)
Multifunktionsgehäuse am KVz mit Stromanschluss und DSLAM	Kundenseitiger Port am DSLAM
ODF und Ethernet Switch im MPoP inkl. Raumkosten	Endgeräte
Konzentrations- und Kernnetz	Vertriebskosten
Serviceplattform	(Variable Kosten von) Konzentrations- und Kernnetz sowie der Serviceplattform

Quelle: WIK

Aus den Tabellen ist ersichtlich, dass eine Reihe von Kostenkomponenten bei allen vier Netzinfrastrukturen gelistet sind.

Hierzu zählen hinsichtlich der fixen Kosten:

- Tiefbau, Röhren, Kabel, Schächte, Muffen des Anschlussnetzes
- Konzentrations- und Kernnetz
- Serviceplattform.

Mit Blick auf die variablen Kosten sind dies:

- Hausanschluss (Stichleitung + Mauerdurchbruch)
- Endgeräte
- Vertriebskosten
- (Variable Kosten von) Konzentrations- und Kernnetz sowie der Serviceplattform.

Die netzinfrastrukturspezifischen Elemente sind in Rot hervorgehoben. Demnach sind für eine FTTH (GPON) Netzinfrastruktur der Splitter im Feld, der Optical Distribution Frame und OLT im MPoP inkl. Raumkosten die netzstrukturspezifischen Elemente.

Die Berechnungen auf Basis des WIK-NGA-Kostenmodells führt zu folgenden monatlichen Kostenwerten für die verschiedenen Netzinfrastrukturen differenziert nach Cluster 1 bis 12:

- Hiernach weist die Kabelnetzinfrastruktur die niedrigsten variablen Kosten in € aus. Betrachtet man Cluster 1 mit der höchsten Besiedlungsdichte, so sind die variablen Kosten des Kabelnetzbetreibers mit 10,41 € noch um 2,39 € geringer als die mtl. variablen Kosten eines FTTC (non-vectored) Anschlusses. Im Ver-

gleich zu FTTH (GPON) sind die monatlichen variablen Kosten sogar um 3,22 € niedriger.

- Die variablen Kosten variieren zwischen den verschiedenen Clustern. Variable als auch fixe Kosten sind umso geringer, je höher die Populationsdichte der Anschlussnehmer in einem Cluster ist. Ausgehend von 10,41 € mtl. variablen Kosten steigen diese bis auf 12,77 € mtl. in Cluster 12, sofern eine Kabelnetzinfrastruktur vorliegt. Ursächlich für das Ansteigen der variablen Kosten ist die sinkende Zahl von Teilnehmern pro Gebäude. Da die Hausanschlusskosten gebäudespezifisch anfallen, erhöhen sich so die Kosten pro Teilnehmer, welche im Modell variabel sind.
- Die höchsten Fixkosten resultieren abhängig vom Clustertyp entweder für FTTH (GPON) oder aber die Kabelnetzinfrastruktur. Die Kosten für FTTC, ob mit oder ohne Vectoring, liegen merklich darunter.
- Wenngleich FTTC (vectored) höhere Kosten verursacht als FTTC (non-vectored), so ist doch bemerkenswert, dass die Kosten nicht allzu stark voneinander abweichen.

Tabelle 6: Kostenparameter (fixe und variable Kosten) für verschiedene Cluster und Breitbandanschlusstypen

KOSTEN-INPUTPARAMETER								
Cluster ID	Kabelnetzinfrastruktur (DOCSIS 3.0 Architektur)		FTTH (GPON) ohne Inhausverkabelung		FTTC (vectored)		FTTC (non-vectored)	
	Fixkosten pro Monat in €	monatliche variable Kosten pro Kunde in €	Fixkosten pro Monat in €	monatliche variable Kosten pro Kunde in €	Fixkosten pro Monat in €	monatliche variable Kosten pro Kunde in €	Fixkosten pro Monat in €	monatliche variable Kosten pro Kunde in €
1	20.736.918,29	10,41	21.424.922,58	13,63	14.386.487,80	12,95	13.998.365,43	12,80
2	23.943.898,37	10,67	24.666.744,13	13,89	16.217.785,50	13,21	15.808.640,57	13,06
3	24.765.015,96	10,81	25.455.137,61	14,02	16.583.969,28	13,34	16.174.471,04	13,20
4	24.919.755,74	11,08	25.429.303,79	14,30	16.538.381,18	13,62	16.135.596,02	13,47
5	27.609.594,63	11,31	27.063.987,49	14,52	18.331.846,85	13,84	17.885.191,08	13,70
6	29.523.410,80	11,52	28.724.334,35	14,74	19.313.848,13	14,06	18.866.544,60	13,91
7	30.855.714,47	11,63	29.673.100,98	14,84	20.271.443,48	14,16	19.785.981,37	14,01
8	34.451.894,50	12,01	32.772.273,52	15,23	22.247.489,44	14,54	21.750.779,96	14,40
9	33.913.200,12	12,20	32.070.786,46	15,41	21.820.737,63	14,73	21.330.211,26	14,59
10	36.668.652,09	12,51	34.344.163,38	15,72	23.281.640,27	15,04	22.774.625,62	14,90
11	38.318.046,05	12,58	35.759.793,19	15,80	24.204.423,16	15,12	23.659.603,23	14,97
12	38.645.491,05	12,77	35.873.914,46	15,99	24.439.674,72	15,31	23.889.731,64	15,16

Quelle: WIK

## 8 Szenario-Rechnungen – Ermittlung des teilspielperfekten Gewichts

In diesem Kapitel präsentieren wir die Ergebnisse verschiedener Szenario-Rechnungen. Diese geben einen Überblick zu möglichen Ergebnissen, die abhängig von den Inputparametern resultieren können.

Vorab sei bemerkt, dass die Kosten der jeweiligen Netzinfrastrukturen in den Szenario-Rechnungen nicht variiert werden. Ebenso wird die Zahl der potentiellen Anschlussnehmer in den Clustern nicht verändert. Diese sind Ergebnis der Berechnungen des WIK-NGA-Kostenmodells. Verändert werden somit ausschließlich die Wertschätzungen bzw. Zahlungsbereitschaften der potentiellen Kunden für die spezifischen Breitbandanschlussarten.

Das Modell hat die Eigenschaft, dass alle potentiellen Kunden in einem Cluster auch einen Breitbandanschluss nachfragen. Letztendlich setzen die Unternehmen die Preise derart, dass die Kunden, um die eine Konkurrenz besteht (Wechselkunden), bereit sind, den Breitbandanschluss zu den Gleichgewichtspreisen entweder beim Telco-Anbieter oder aber beim Kabelnetzbetreiber zu kaufen. Die jeweiligen Stammkunden sind willens, den Marktpreis ihres bevorzugten Anbieters zu zahlen. Der im Nachfolgenden angegebene Marktanteil bezieht sich somit auf die gesamte in einem Cluster befindliche potentielle Teilnehmerzahl.

Methodisch ist zu beachten, dass die Parameterwerte so gewählt werden, dass eine (mathematisch) innere Lösung resultiert. Damit werden Randlösungen, bei denen lediglich eine Plattform Endnutzer hätte, nicht betrachtet. Sorgfalt ist diesbezüglich bei der Setzung des Parameterwertes für den Willingness-to-Pay Differenzierungsfaktor bzw. den Wettbewerbsfaktor geboten. Sofern dieser zu gering angesetzt wird, resultiert ein Gleichgewicht, bei dem sämtliche Nachfrager zu einem Anbieter wechseln, der den höchsten Nutzen für alle Wechselkunden verspricht. Sofern der Faktor zu hoch angesetzt wird, kann es sein, dass der Nettonutzen des Pivot-Kunden, d.h. dies ist derjenige Teilnehmer, der bei den geforderten Preisen der Anbieter indifferent ist, ob er einen Breitband-Anschluss des Telco-Anbieters oder des Kabelnetzbetreibers wählt.

### 8.1 Referenzszenario

Die nachfolgende Tabelle gibt die Ausgangswerte für die Referenzrechnung wieder. Diese Parameter beziehen sich ausschließlich auf die Nachfrage der BB-Anschlussnehmer.

Tabelle 7: Ausgangswerte für die Referenzrechnung

NACHFRAGE-INPUTPARAMETER			
Cluster ID	Teilnehmer	Netzinfrastruktur	Normzahl für die Nachfrage
1	2.209.338	Kabel-Netz (DOCSIS 3)	90
2	2.167.961	FTTH (GPON)	100
3	2.131.407	VDSL2 +Vectoring	90
4	2.142.703	VDSL2 + ohne	75
5	2.158.128		
6	2.165.555		
7	2.168.541	Willingness-to-pay Referenzwert	120
8	2.211.345	Faktor W-to-P Differenzierungsfaktor	20
9	2.112.800		
10	2.074.980		
11	2.124.501		
12	2.114.832		
Stammkunden Kabel (in %)	0,2		
Stammkunden Telco (in %)	0,2		
Wechselkunden (in %)	0,6		

Quelle: WIK

Aufgelistet ist zunächst die Anzahl der Teilnehmer bzw. potentiellen Anschlussnehmer in den jeweiligen Clustern. Hiernach gibt es in Cluster 1 insgesamt 2.209.3338 (potentielle) BB-Anschlussnehmer und in Cluster 12 insgesamt 2.114.832 (potentielle) BB-Anschlussnehmer. Die Zahl der Anschlussnehmer bleibt wie bereits erwähnt auch bei den anderen Anschlussarten unverändert. In der Referenzrechnung wählen wir die Normzahlen, die auf einer Expertenbefragung im WIK beruhen. Für FTTH (GPON) wurde ein Wert von 100 gesetzt, für VDSL2 ohne Vectoring 75 und 90 für die verbleibenden beiden alternativen Varianten eines Breitbandanschlusses – Kabel DOCSIS 3.0 und VDSL2 (vectored). Der (maximale) Willingness-to-Pay Referenzwert wurde auf 120 gesetzt. Dies impliziert, dass die maximale Zahlungsbereitschaft für einen FTTH (GPON) Anschluss 120 € beträgt. Dies ist für den Nutzer der Fall, der die höchste Präferenz für diese Art des Anschlusses hat. Der Willingness-to-Pay (W-to-P) Differenzierungsfaktor bringt die Wanderungskosten im Hotelling-Modell zum Ausdruck und bestimmt die Wettbewerbsintensität. In der Referenzrechnung wurde ein Wert von 20 gesetzt. Dies impliziert mit Blick auf FTTH (GPON), dass die Zahlungsbereitschaft der Kunden, um die Wettbewerb besteht, zwischen 120 € und 100 € variiert. Ferner bewegt sich die maximale Zahlungsbereitschaft für einen Breitbandanschluss des Kabelnetzbetreibers zwischen 98 € und 78 €. Die Stammkundschaft wurde sowohl für den Kabelnetzbetreiber als auch für den Telco-Anbieter auf jeweils 20 % der Kunden fixiert. Mit Blick unabhängig auf Cluster 1 bedeutet dies, dass ca. 440.000 Teilnehmer auf jeden Fall, von den jeweiligen Preisniveaus der Anbieter, einen Breitbandanschluss des Telco-Anbieters wählen. Die gleiche Teilnehmerzahl gilt für den Anschluss des Kabelnetzbetreibers.

Im Ergebnis ergeben sich auf der zweiten Stufe im Hotelling-Modell die folgenden Gleichgewichtspreise. Es wird angenommen, dass die Anbieter in den jeweiligen Clustern eine Preisdifferenzierung vornehmen können. In der zweiten Spalte sind zunächst die mtl. Preise angeführt, die der Telco-Netzbetreiber für die Cluster 1 bis 12 setzt. Diese variieren zwischen 49,89 € (Cluster 1) und 52,25 € (Cluster 12). Der Kabelnetzbetreiber setzt im Gegenzug (siehe gleiche Spalte weiter unten) Preise von 40,82 € (Cluster 1) und 43,18 € (Cluster 12). Aufgrund niedrigerer variabler Kosten sind die Gleichgewichtspreise in Clustern mit einer kleineren Ziffer geringer. (Dies ist auch dann der Fall, wenn der Telco-Anbieter eine andere Netzinfrastruktur wählt.) Die Kabelnetzbetreiber setzen einen niedrigeren Preis gegenüber einem FTTH-Anschluss, weil die Wechselkunden für einen FTTH (GPON) Anschluss im Durchschnitt eine höhere Zahlungsbereitschaft haben.

Tabelle 8: Gleichgewichtspreise im Referenzszenario

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	49,89	45,44	39,34
2	50,15	45,70	39,60
3	50,28	45,83	39,74
4	50,56	46,11	40,01
5	50,79	46,33	40,24
6	51,00	46,55	40,45
7	51,10	46,65	40,55
8	51,49	47,03	40,94
9	51,67	47,22	41,13
10	51,98	47,53	41,44
11	52,06	47,61	41,51
12	52,25	47,80	41,70

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	40,82	44,59	50,54
2	41,08	44,85	50,80
3	41,21	44,98	50,94
4	41,49	45,26	51,21
5	41,71	45,49	51,21
6	41,93	45,70	51,65
7	42,03	45,80	51,75
8	42,41	46,19	52,14
9	42,60	46,38	52,33
10	42,91	46,68	52,64
11	42,99	46,76	52,71
12	43,18	46,95	52,90

Quelle: WIK

Die Preisniveaus des Telco-Netzbetreibers und des Kabelnetzbetreibers weisen im Vergleich dazu eine entgegengesetzte Rangordnung auf, sofern eine VDSL2 Plattform ohne Vectoring in Konkurrenz zu einem Kabelnetzbetreiber steht. Auch dies ist auf die unterschiedliche durchschnittliche Zahlungsbereitschaft für einen reinen VDSL2 Anschluss im Vergleich zu einem Kabelnetzanschluss auf Basis von DOCSIS 3.0 zurückzuführen. Nahezu gleich sind die Preisniveaus, sofern VDSL2 (vectored) im Wettbewerb zu einem Kabelnetzanschluss steht. Ursächlich hierfür ist die symmetrische Verteilung der Zahlungsbereitschaften für beide Anschlussarten. Die marginal höheren Preise für einen VDSL2 (vectored) Anschluss resultieren aus den marginal höheren variablen Kosten für einen derartigen Anschluss im Vergleich zu einem Kabelanschluss.

Im Rahmen des vorliegenden Modells ergibt sich als Ergebnis, dass die Netzbetreiber die Preise derart setzen, dass bei gegebener Technologie des Telco-Anbieters in allen Clustern (bis auf die zweite Stelle hinter dem Komma) die gleichen Marktanteile resultieren. Der Marktanteil des Telco-Anbieters ist am höchsten, sofern er eine FTTH (GPON) Netzinfrastruktur wählt. Er liegt bei 54 %. Sofern VDSL2 (non-vectored) seine Infrastruktur ist, beträgt sein Marktanteil lediglich 40 %.

Tabelle 9: Marktanteile im Referenzszenario

<b>Marktanteil Telco</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	0,54	0,49	0,40

Quelle: WIK

Aus der Betrachtung der Gewinne in den jeweiligen Clustern für die verschiedenen Netzinfrastrukturen wird ersichtlich, welche die optimale Technologie aus Sicht des Telco-Anbieters ist. Die Werte in der nachfolgenden Tabelle offenbaren, dass eine FTTH (GPON) Technologie lediglich in Cluster 1 die beste Technologie des Telco-Netzbetreibers ist. In den anderen Clustern ist hingegen VDSL2 (vectored) die gewinnmaximierende Technologie und somit diejenige, die der Telco-Netzbetreiber im teilspielperfekten Gleichgewicht auf der ersten Stufe des Spiels wählen wird. Demnach wird bei der angenommenen Parameterkonstellation eine reine VDSL2 Technologie durch diese beiden Netzinfrastrukturen strikt dominiert. Vergleicht man Spalte 4 mit Spalte 2 und 3, so ist ersichtlich, dass der Gewinnunterschied von VDSL2 (non-vectored) zu den anderen beiden Technologien merklich ist. Im Referenzszenario offeriert der Telco-Anbieter einen BB-Anschluss zu einem Preis zwischen 49,89 € (Cluster 1) und 47,80 € (Cluster 2). Bei diesem Preisniveau kann das Telco-Unternehmen in allen Clustern einen Gewinn realisieren, der in monatlichen Werten ausgedrückt zwischen 22.150.641 € (Cluster 1) und 9.040.763 € variiert. Im teilspielperfekten Gleichgewicht (siehe gelb markierte Felder) sind die Gewinne des Kabelnetzbetreibers signifikant geringer als die des Telco-Netzbetreibers. Ab Cluster 10 sind die ausgewiesenen Gewinne des Kabelnetzbetreibers sogar negativ. Hervorzuheben ist jedoch an dieser Stelle, dass unsere Berechnungen eine Greenfield-Betrachtung sind.

Tabelle 10: Gewinne der Netzbetreiber im Referenzszenario

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	22.150.641	20.591.755	9.340.950	FTTH (GPON)	1	9.900.384	17.976.807	32.629.002
2	18.092.726	18.103.154	7.091.754	VDSL2+Vectoring	2	6.119.621	14.047.127	28.425.318
3	16.583.365	17.162.872	6.337.892	VDSL2+Vectoring	3	4.791.602	12.580.616	26.724.089
4	16.831.993	17.384.122	6.499.158	VDSL2+Vectoring	4	4.793.506	12.627.155	26.837.572
5	15.501.543	15.838.519	4.909.770	VDSL2+Vectoring	5	2.317.569	10.203.760	24.524.466
6	13.987.681	14.968.507	4.008.032	VDSL2+Vectoring	6	506.744	8.425.972	22.788.297
7	13.097.808	14.062.889	3.123.981	VDSL2+Vectoring	7	-784.152	7.141.043	21.522.310
8	10.842.874	12.766.678	1.607.258	VDSL2+Vectoring	8	-3.786.761	4.292.635	18.966.253
9	9.600.723	11.631.839	985.900	VDSL2+Vectoring	9	-4.614.609	3.106.047	17.125.987
10	6.581.409	9.571.848	-858.205	VDSL2+Vectoring	10	-7.894.518	-311.777	13.457.250
11	6.142.499	9.430.996	-1.216.243	VDSL2+Vectoring	11	-8.857.195	-1.091.232	12.998.271
12	5.837.673	9.040.763	-1.550.068	VDSL2+Vectoring	12	-9.318.721	-1.586.103	12.439.624

Quelle: WIK

## 8.2 Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität

In den nachfolgenden Berechnungen wurde im Vergleich zur Referenzrechnung ausschließlich die Wettbewerbsintensität erhöht. Anstelle von 20 wurde der W-to-P Differenzierungsfaktor mit dem Wert 7 angesetzt.

Im Vergleich zum Referenzszenario sinken die Gleichgewichtspreise nunmehr merklich. Die verschärfte Wettbewerbsintensität, die daraus resultiert, dass die Wechselkunden die Anschlüsse als austauschbarer ansehen, bedingt derartige Preissenkungen, dass in nahezu allen Clustern das Preisniveau um über 40 % absinkt. Die relativen Preisniveaus bleiben in den Gleichgewichten jedoch unverändert. Beispielsweise liegt der FTTH (GPON)-Anschlusspreis über dem Preis des Breitband-Kabelanschlusses. Im Fall der Wahl von VDSL2 läge der Gleichgewichtspreis für einen Telco-Anschluss merklich unter dem für einen Kabelnetzanschluss.

Tabelle 11: Gleichgewichtspreise in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	28,22	23,77	17,67
2	28,48	24,03	17,93
3	28,62	24,16	18,07
4	28,89	24,44	18,34
5	29,12	24,66	18,57
6	29,33	24,88	18,78
7	29,44	24,98	18,88
8	29,82	25,36	19,27
9	30,01	25,55	19,46
10	30,32	25,86	19,77
11	30,39	25,94	19,84
12	30,58	26,13	20,03

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	19,15	22,93	28,88
2	19,41	23,18	29,13
3	19,55	23,32	29,27
4	19,82	23,60	29,55
5	20,05	23,82	29,55
6	20,26	24,03	29,98
7	20,37	24,14	30,09
8	20,75	24,52	30,47
9	20,94	24,71	30,66
10	21,25	25,02	30,97
11	21,32	25,10	31,05
12	21,51	25,28	31,23

Quelle: WIK

In einem kompetitiven Markt verschieben sich die Marktanteile nunmehr merklich, sofern die Wertschätzungen für die Art der Anschlüsse sehr unterschiedlich sind. Sofern FTTH (GPON) Anschlüsse mit Kabelanschlüssen konkurrieren, steigt der Marktanteil des Telco-Netzbetreibers auf 63 %, hingegen sinkt dieser Anteil auf 21 %, sofern in dem jeweiligen Cluster lediglich VDSL2 (vectored) die Anschlussart ist.

Tabelle 12: Marktanteile in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität

<b>Marktanteil Telco</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	0,63	0,46	0,21

Quelle: WIK

Der intensivere Wettbewerb hat zur Folge, dass FTTH (GPON) nunmehr nicht nur in Cluster 1, sondern auch in Cluster 2 und Cluster 5 die gewinnmaximierende Netzinfrastruktur des Telco-Anbieters ist. Der intensive Wettbewerb, der zu niedrigeren Preisen führt, hat zur Folge, dass die Fixkosten der Netzinfrastruktur nicht mehr gedeckt werden. Sowohl der Kabelnetzbetreiber als auch der Telco-Netzbetreiber verzeichnen in allen Clustern Verluste, die ausgedrückt in mtl. Werten beim Kabelnetzbetreiber zwischen 13.506.437 € (Cluster 1) und 24.454.603 € (Cluster 12), beim Telco-Netzbetreiber zwischen 1.256.180 € und 13.827.737 € variieren.

Tabelle 13: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 1 – Erhöhte Wettbewerbsintensität

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	-1.256.180	-3.298.754	-11.751.527	FTTH (GPON)	1	-13.506.437	-5.913.702	11.536.525
2	-4.875.726	-5.339.821	-13.604.834	FTTH (GPON)	2	-16.848.831	-9.395.849	7.728.730
3	-5.997.816	-5.885.052	-14.008.823	VDSL2+Vectoring	3	-17.789.579	-10.467.309	6.377.374
4	-5.868.863	-5.785.798	-13.956.855	VDSL2+Vectoring	4	-17.907.350	-10.542.765	6.381.559
5	-7.362.734	-7.498.374	-15.692.201	FTTH (GPON)	5	-20.546.708	-13.133.133	3.922.495
6	-8.955.281	-8.448.427	-16.665.395	VDSL2+Vectoring	6	-22.436.217	-14.990.962	2.114.870
7	-9.876.788	-9.386.561	-17.579.781	VDSL2+Vectoring	7	-23.758.749	-16.308.407	818.549
8	-12.585.209	-11.145.735	-19.503.200	VDSL2+Vectoring	8	-27.214.845	-19.619.778	-2.144.205
9	-12.783.326	-11.214.896	-19.183.323	VDSL2+Vectoring	9	-26.998.658	-19.740.688	-3.043.236
10	-15.401.956	-12.865.907	-20.666.284	VDSL2+Vectoring	10	-29.877.883	-22.749.533	-6.350.830
11	-16.365.516	-13.542.150	-21.498.907	VDSL2+Vectoring	11	-31.365.210	-24.064.378	-7.284.392
12	-16.567.904	-13.827.737	-21.739.683	VDSL2+Vectoring	12	-31.724.298	-24.454.603	-7.749.991

Quelle: WIK

### 8.3 Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität

In den nachfolgenden Berechnungen wurde alternativ zum Referenzszenario die Wettbewerbsintensität verringert, indem der Wert für den W-to-P Differenzierungsfaktor von 20 auf 38 gesetzt wurde.

Im Vergleich zum Referenzszenario steigen die Gleichgewichtspreise merklich. Ursprünglich lagen die Preise nahe bei 50 € beim Telco-Anbieter, sofern er ein Upgrade zu VDSL2 (non-vectoring) anbot. Diese bewegen sich jetzt zwischen 77 € und nahezu 84 €.

Tabelle 14: Gleichgewichtspreise in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	81,56	77,10	71,00
2	81,81	77,36	71,26
3	81,95	77,50	71,40
4	82,23	77,77	71,67
5	82,45	78,00	71,90
6	82,66	78,21	72,11
7	82,77	78,32	72,22
8	83,15	78,70	72,60
9	83,34	78,89	72,79
10	83,65	79,20	73,10
11	83,73	79,27	73,17
12	83,92	79,46	73,36

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	72,49	76,26	82,21
2	72,74	76,52	82,47
3	72,88	76,65	82,60
4	73,15	76,93	82,88
5	73,38	77,15	82,88
6	73,59	77,37	83,32
7	73,70	77,47	83,42
8	74,08	77,85	83,81
9	74,27	78,04	84,00
10	74,58	78,35	84,30
11	74,66	78,43	84,38
12	74,84	78,62	84,57

Quelle: WIK

In einem kompetitiven Markt verschieben sich die Marktanteile nunmehr merklich, sofern die Wertschätzungen für die Art der Anschlüsse sehr unterschiedlich sind. Bei einer

geringeren Wettbewerbsintensität liegen die Marktanteile noch näher beieinander. Ursprünglich lag der Marktanteil des Telco-Netzbetreibers für VDSL2 bei 40 %, nun liegt er bei 45 %. Im Fall von FTTH (GPON) sinkt der Marktanteil des Telco-Anbieters von 55 % auf 52 %.

Tabelle 15: Marktanteile in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität

<b>Marktanteil Telco</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	0,52	0,49	0,45

Quelle: WIK

Der geringere Wettbewerb hat weiterhin zur Folge, dass beide Netzbetreiber im Plattformwettbewerb beachtlich höhere Gewinne erwirtschaften. Beim Telco-Anbieter variiert dieser im teilspielperfekten Gleichgewicht zwischen 56.993.402 € (Cluster 1) und 42.514.537 € (Cluster 12). Auch die Gewinne des Kabelnetzbetreibers sind merklich gestiegen. Diese liegen zwischen 44.743.145 € (Cluster 1) und 31.887.672 € (Cluster 12). Erneut wird VDSL2 (non-vectored) durch die beiden anderen Technologien dominiert. FTTH (GPON) ist jedoch wie im Referenz-Szenario nur in Cluster 1 die betriebswirtschaftlich beste Variante aus Sicht des Telco-Unternehmens.

Tabelle 16: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 2 – Verringerte Wettbewerbsintensität

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	56.993.402	55.561.402	43.576.595	FTTH (GPON)	1	44.743.145	52.946.454	66.864.647
2	52.282.944	52.417.852	40.686.000	VDSL2+Vectoring	2	40.309.839	48.361.825	62.019.564
3	50.197.101	50.899.049	39.365.467	VDSL2+Vectoring	3	38.405.339	46.316.792	59.751.664
4	50.623.876	51.299.052	39.702.157	VDSL2+Vectoring	4	38.585.388	46.542.086	60.040.571
5	49.536.687	49.997.645	38.351.450	VDSL2+Vectoring	5	36.352.714	44.362.886	57.966.146
6	48.139.955	49.245.117	37.564.944	VDSL2+Vectoring	6	34.659.018	42.702.582	56.345.210
7	47.297.173	48.386.822	36.727.643	VDSL2+Vectoring	7	33.415.213	41.464.975	55.125.973
8	45.717.288	47.768.144	35.873.694	VDSL2+Vectoring	8	31.087.652	39.294.101	53.232.690
9	42.921.015	45.073.506	33.725.182	VDSL2+Vectoring	9	28.705.683	36.547.714	49.865.269
10	39.305.253	42.414.892	31.295.002	VDSL2+Vectoring	10	24.829.327	32.531.266	45.610.457
11	39.647.324	43.057.837	31.704.810	VDSL2+Vectoring	11	24.647.630	32.535.609	45.919.324
12	39.190.011	42.514.537	31.220.962	VDSL2+Vectoring	12	24.033.616	31.887.672	45.210.654

Quelle: WIK

#### 8.4 Szenario 3 – Keine Stammkundschaft

In den nachfolgenden Berechnungen wurde alternativ zum Referenzszenario angenommen, dass alle potentiellen Teilnehmer in einem Cluster Wechselkunden sind. Demnach hat weder der Telco-Netzbetreiber noch der Kabelnetzbetreiber eine Stammkundschaft. Dies erhöht den Wettbewerb, da die Stammkunden auf jeden Fall bereit sind, den für andere Kunden geltenden Marktpreis zu zahlen. Dies intensiviert den Wettbewerb, was wiederum zu deutlich niedrigeren Preisen bei beiden Anbietern führt. Sowohl der Telco-Netzbetreiber als auch der Kabelnetzbetreiber senken ihre Preise um ca. 13 € und offerieren ihre Anschlüsse nunmehr – abhängig vom Cluster - für 27,49 € bis 36,56 €.

Tabelle 17: Gleichgewichtspreise in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	36,56	32,10	26,00
2	36,81	32,36	26,26
3	36,95	32,50	26,40
4	37,23	32,77	26,67
5	37,45	33,00	26,90
6	37,66	33,21	27,11
7	37,77	33,32	27,22
8	38,15	33,70	27,60
9	38,34	33,89	27,79
10	38,65	34,20	28,10
11	38,73	34,27	28,17
12	38,92	34,46	28,36

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	27,49	31,26	37,21
2	27,74	31,52	37,47
3	27,88	31,65	37,60
4	28,15	31,93	37,88
5	28,38	32,15	37,88
6	28,59	32,37	38,32
7	28,70	32,47	38,42
8	29,08	32,85	38,81
9	29,27	33,04	39,00
10	29,58	33,35	39,30
11	29,66	33,43	39,38
12	29,84	33,62	39,57

Quelle: WIK

Die unterschiedlichen Zahlungsbereitschaften für bestimmte Breitbandanschlussvarianten reflektieren sich stärker in den Marktanteilen, da nunmehr die Zahl der Wechselkunden um 40 % gestiegen ist. Der Marktanteil eines FTTH (GPON)-Anbieters im Wettbewerb mit einem Kabelnetzbetreiber steigt von 52 % auf 57 %. Im Gegenzug sinkt der Marktanteil eines VDSL2 (non-vectoring) Telco-Unternehmens in Konkurrenz mit einem Kabelnetzanschlussanbieter von 45 % auf 33 %.

Tabelle 18: Marktanteile in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft

<b>Marktanteil Telco</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	0,57	0,48	0,33

Quelle: WIK

Ein Wegfall der Stammkundschaft bedeutet für die Netzbetreiber eine geringere Marktmacht. Die niedrigeren Gleichgewichtspreise münden in niedrigeren Gesamterlösen, die in verschiedenen Clustern nunmehr Verluste für die Netzbetreiber implizieren. Der Kabelnetzbetreiber erwirtschaftet demnach in allen Clustern jetzt Verluste. Der Telco-Netzbetreiber realisiert in den Clustern 7 bis 12 einen Verlust. Eine weitere Veränderung ist bei der Wahl der besten Technologie zu verzeichnen: FTTH (GPON) ist in diesem Szenario auch in Cluster 2 die optimale Netzinfrastruktur des Telco-Anbieters im Wettbewerb mit einer Kabelnetzplattform.

Tabelle 19: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	7.611.142	5.878.625	-4.367.759	FTTH (GPON)	1	-4.639.115	3.263.677	18.920.293
2	3.825.526	3.665.613	-6.359.904	FTTH (GPON)	2	-8.147.578	-390.414	14.973.660
3	2.556.725	2.968.683	-6.886.632	VDSL2+Vectoring	3	-9.235.038	-1.613.573	13.499.565
4	2.731.015	3.114.762	-6.795.979	VDSL2+Vectoring	4	-9.307.472	-1.642.205	13.542.435
5	1.299.054	1.466.373	-8.480.610	VDSL2+Vectoring	5	-11.884.920	-4.168.386	11.134.087
6	-263.684	546.998	-9.428.629	VDSL2+Vectoring	6	-13.744.621	-5.995.538	9.351.636
7	-1.173.208	-378.587	-10.331.864	VDSL2+Vectoring	7	-15.055.168	-7.300.433	8.066.466
8	-3.709.832	-1.959.890	-12.113.480	VDSL2+Vectoring	8	-18.339.467	-10.433.933	5.245.515
9	-4.303.465	-2.438.442	-12.123.223	VDSL2+Vectoring	9	-18.518.797	-10.964.234	4.016.864
10	-7.073.889	-4.246.564	-13.732.631	VDSL2+Vectoring	10	-21.549.815	-14.130.190	582.824
11	-7.838.692	-4.717.166	-14.398.591	VDSL2+Vectoring	11	-22.838.387	-15.239.394	-184.077
12	-8.079.888	-5.042.976	-14.672.156	VDSL2+Vectoring	12	-23.236.282	-15.669.841	-682.464

Quelle: WIK

Aufgrund von (häufigen) Firmenübernahmen kann es der Fall sein, dass für die Kabelnetzbetreiber nicht die in einem Greenfield-Ansatz ermittelten Fixkosten zu Wiederbeschaffungspreisen sondern lediglich ein geringerer Betrag entscheidungsrelevant sind. Unterstellt man diese alternative Kostenstruktur – nachfolgend wird nur die Hälfte der Greenfield Kosten angesetzt - als relevant, so erwirtschaftet der Kabelnetzbetreiber in allen Clustern in den relevanten Szenarien einen merklichen Gewinn wie in der nachfolgenden Tabelle 20 ersichtlich ist.

Tabelle 20: Gewinne des Kabelnetzbetreibers in Szenario 3 – Keine Stammkundschaft – nur die Hälfte der fixen Kosten

<b>Gewinn Kabel in € pro Monat</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	5.729.344	13.632.136	29.288.753
<b>2</b>	3.824.371	11.581.535	26.945.609
<b>3</b>	3.147.470	10.768.935	25.882.073
<b>4</b>	3.152.406	10.817.673	26.002.313
<b>5</b>	1.919.877	9.636.412	24.938.884
<b>6</b>	1.017.084	8.766.168	24.113.342
<b>7</b>	372.689	8.127.424	23.494.323
<b>8</b>	-1.113.520	6.792.014	22.471.462
<b>9</b>	-1.562.197	5.992.366	20.973.464
<b>10</b>	-3.215.489	4.204.136	18.917.150
<b>11</b>	-3.679.364	3.919.629	18.974.946
<b>12</b>	-3.913.537	3.652.904	18.640.282

Quelle: WIK

### 8.5 Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft

In Szenario 4 wurde der Referenzwert für die Willingness-to-Pay von 120 € auf 140 € erhöht. Aufgrund der veränderten absoluten Willingness-to-Pay für verschiedene Anschlussarten resultieren im Fall von FTTH (GPON) höhere Anschlusspreise (50,56 € anstelle von 49,89 € in Cluster 1) für diese Variante und niedrigere Preise für den Kabelnetzanschluss (40,15 € anstelle von 40,82 € in Cluster 1). In gleicher aber umgekehrter Weise ändern sich mit Blick auf die beiden Anbieter die Preise, sofern VDSL2 die gewählte Netzinfrastruktur des Telco-Unternehmens ist. Unverändert sind die Preise bei VDSL2 (vectored).

Tabelle 21: Gleichgewichtspreise in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH(GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	50,56	45,44	38,34
2	50,81	45,70	38,60
3	50,95	45,83	38,74
4	51,23	46,11	39,01
5	51,45	46,33	39,24
6	51,66	46,55	39,45
7	51,77	46,65	39,55
8	52,15	47,03	39,94
9	52,34	47,22	40,13
10	52,65	47,53	40,44
11	52,73	47,61	40,51
12	52,92	47,80	40,70

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH(GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	40,15	44,59	51,54
2	40,41	44,85	51,80
3	40,55	44,98	51,94
4	40,82	45,26	52,21
5	41,05	45,49	52,21
6	41,26	45,70	52,65
7	41,37	45,80	52,75
8	41,75	46,19	53,14
9	41,94	46,38	53,33
10	42,25	46,68	53,64
11	42,32	46,76	53,71
12	42,51	46,95	53,90

Quelle: WIK

Die Marktanteile verändern sich mit 1 Prozentpunkt mehr für FTTH (GPON) und 2 Prozentpunkten weniger für VDSL2 nur marginal.

Tabelle 22: Marktanteile in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft

<b>Marktanteil Telco</b>			
<b>Cluster ID</b>	<b>FTTH (GPON)</b>	<b>VDSL2+Vectoring</b>	<b>VDSL2</b>
<b>1</b>	0,55	0,49	0,38

Quelle: WIK

Erstaunlicherweise ergibt sich nunmehr eine stärkere Veränderung der Gewinnstruktur des Telco-Anbieters. Dies führt dazu, dass FTTH (GPON) nunmehr in Cluster 1 bis Cluster 7 die gewinnmaximierende Netzinfrastruktur ist. Als Folge erwirtschaftet der Kabelnetzbetreiber in Cluster 6 und Cluster 7 Verluste, hingegen Gewinne in Cluster 8 und 9.

Tabelle 23: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 4 – Höhere Zahlungsbereitschaft

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinn maximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	23.767.644	20.591.755	7.615.151	FTTH (GPON)	1	8.571.603	17.976.807	35.321.879
2	19.679.446	18.103.154	5.398.345	FTTH (GPON)	2	4.815.726	14.047.127	31.067.831
3	18.143.331	17.162.872	4.673.107	FTTH (GPON)	3	3.509.692	12.580.616	29.322.119
4	18.400.227	17.384.122	4.825.434	FTTH (GPON)	4	3.504.803	12.627.155	29.449.254
5	17.081.066	15.838.519	3.224.100	FTTH (GPON)	5	1.019.588	10.203.760	27.155.053
6	15.572.640	14.968.507	2.316.517	FTTH (GPON)	6	-795.704	8.425.972	25.427.892
7	14.684.953	14.062.889	1.429.989	FTTH (GPON)	7	-2.088.396	7.141.043	24.165.400
8	12.461.347	12.766.678	-120.015	VDSL2+Vectoring	8	-5.116.749	4.292.635	21.661.670
9	11.147.071	11.631.839	-664.362	VDSL2+Vectoring	9	-5.885.327	3.106.047	19.701.325
10	8.100.076	9.571.848	-2.478.918	VDSL2+Vectoring	10	-9.142.490	-311.777	15.986.497
11	7.697.411	9.430.996	-2.875.782	VDSL2+Vectoring	11	-10.134.951	-1.091.232	15.587.734
12	7.385.508	9.040.763	-3.201.996	VDSL2+Vectoring	12	-10.590.662	-1.586.103	15.017.360

Quelle: WIK

## 8.6 Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I

In der folgenden Szenario-Rechnung 5 haben wir die Normzahlen geändert. Zum einen wurde die Normzahl für FTTH (GPON) von 100 auf 95 gesenkt. Ferner wurde die Normzahl für VDSL2 (non-vectored) von 75 auf 85 erhöht. Die maximalen Zahlungsbereitschaften für die verschiedenen Breitbandanschlussvarianten liegen somit nahe beieinander.

Tabelle 24: Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I

Netzinfrastruktur	Normzahl für die Nachfrage
Kabel-Netz (DOCSIS 3)	90
FTTH (GPON)	95
VDSL2 (vectored)	90
VDSL2 (non-vectored)	85

Quelle: WIK

Betrachtet man die Gleichgewichtspreise im Fall einer FTTH-Netzinfrastruktur des Telco-Netzbetreibers, so sind die Preisunterschiede nunmehr geringer als im Referenzszenario. Aufgrund der näher beieinander liegenden Wertigkeit verlangt der Kabelnetzbetreiber höhere Preise und der Telco-Netzbetreiber niedrigere Preise. Aus den gleichen Gründen sind die Preisniveaus für VDSL2 gestiegen und die Kabelnetzpreise im Wettbewerb zu dieser Infrastruktur gesunken.

Tabelle 25: Gleichgewichtspreise in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I

Preis Telco in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	47,89	45,44	43,34
2	48,15	45,70	43,60
3	48,28	45,83	43,74
4	48,56	46,11	44,01
5	48,79	46,33	44,24
6	49,00	46,55	44,45
7	49,10	46,65	44,55
8	49,49	47,03	44,94
9	49,67	47,22	45,13
10	49,98	47,53	45,44
11	50,06	47,61	45,51
12	50,25	47,80	45,70

Preis Kabelnetzbetreiber in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	42,82	44,59	46,54
2	43,08	44,85	46,80
3	43,21	44,98	46,94
4	43,49	45,26	47,21
5	43,71	45,49	47,21
6	43,93	45,70	47,65
7	44,03	45,80	47,75
8	44,41	46,19	48,14
9	44,60	46,38	48,33
10	44,91	46,68	48,64
11	44,99	46,76	48,71
12	45,18	46,95	48,90

Quelle: WIK

Die Marktanteile beider Unternehmen liegen nun sehr nahe beieinander. Bei VDSL2 ist der Marktanteil des Telco-Netzbetreibers mit 46 % allerdings doch noch geringer als der des Kabelnetzbetreibers.

Tabelle 26: Marktanteile in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I

Marktanteil Telco			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	0,51	0,49	0,46

Quelle: WIK

Nunmehr ist ausschließlich VDSL2 (vected) die beste Netzinfrastruktur des Telco-Netzbetreibers. In allen Clustern erwirtschaftet der Telco-Netzbetreiber Gewinne.

Tabelle 27: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 5 – Veränderte Normzahlen I

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco	Gewinn Kabel in € pro Monat			
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2		Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2
1	17.476.377	20.591.755	16.906.947	VDSL2+Vectoring	1	14.063.472	17.976.807	22.520.295
2	13.506.003	18.103.154	14.515.780	VDSL2+Vectoring	2	10.204.742	14.047.127	18.505.656
3	12.073.978	17.162.872	13.636.453	VDSL2+Vectoring	3	8.807.844	12.580.616	16.971.395
4	12.298.709	17.384.122	13.836.864	VDSL2+Vectoring	4	8.831.033	12.627.155	17.033.654
5	10.935.623	15.838.519	12.299.887	VDSL2+Vectoring	5	6.384.161	10.203.760	14.649.559
6	9.406.049	14.968.507	11.423.757	VDSL2+Vectoring	6	4.587.332	8.425.972	12.879.582
7	8.509.858	14.062.889	10.550.511	VDSL2+Vectoring	7	3.302.062	7.141.043	11.600.512
8	6.164.365	12.766.678	9.179.754	VDSL2+Vectoring	8	380.109	4.292.635	8.847.989
9	5.130.704	11.631.839	8.220.788	VDSL2+Vectoring	9	-633.428	3.106.047	7.458.474
10	2.191.405	9.571.848	6.247.141	VDSL2+Vectoring	10	-3.984.602	-311.777	3.962.756
11	1.647.724	9.430.996	6.059.264	VDSL2+Vectoring	11	-4.853.966	-1.091.232	3.277.770
12	1.363.354	9.040.763	5.692.092	VDSL2+Vectoring	12	-5.333.712	-1.586.103	2.763.128

Quelle: WIK

## 8.7 Szenario 6 – Veränderte Normzahlen II

Setzt man im Vergleich zum Referenzszenario ceteris paribus die Normzahl von FTTH(GPON) auf 104 (Szenario 6), so ist FTTH (GPON) in allen Clustern, die den Gewinn maximierende Netzinfrastruktur des Telco-Unternehmens.

Tabelle 28: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 6 – Veränderte Normzahlen II

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2	
1	26.080.938	20.591.755	9.340.950	FTTH (GPON)
2	21.949.416	18.103.154	7.091.754	FTTH (GPON)
3	20.375.027	17.162.872	6.337.892	FTTH (GPON)
4	20.643.751	17.384.122	6.499.158	FTTH (GPON)
5	19.340.740	15.838.519	4.909.770	FTTH (GPON)
6	17.840.091	14.968.507	4.008.032	FTTH (GPON)
7	16.955.530	14.062.889	3.123.981	FTTH (GPON)
8	14.776.742	12.766.678	1.607.258	FTTH (GPON)
9	13.359.285	11.631.839	985.900	FTTH (GPON)
10	10.272.691	9.571.848	-858.205	FTTH (GPON)
11	9.921.877	9.430.996	-1.216.243	FTTH (GPON)
12	9.599.849	9.040.763	-1.550.068	FTTH (GPON)

Quelle: WIK

## 8.8 Szenario 7 – Veränderte Normzahlen III

In Szenario 7 erhöhen wir die WTP für VDSL2 (non-vectorred). Die Berechnungen ergeben, dass ceteris paribus (im Vergleich zum Referenzszenario) die Normalzahl für VDSL2 auf 89 (zum Vergleich: 90 für VDSL2 (vectorred)) erhöht werden kann, und dennoch VDSL2 + Vectoring die beste Technologie in Cluster 2 bis 12 bleibt.

Tabelle 29: Gewinne der Netzbetreiber in Szenario 7 – Veränderte Normzahlen III

Gewinn Telco in € pro Monat				Gewinnmaximierende Netzinfrastruktur Telco
Cluster ID	FTTH (GPON)	VDSL2+Vectoring	VDSL2	
1	22.150.641	20.591.755	20.230.280	FTTH (GPON)
2	18.092.726	18.103.154	17.776.764	VDSL2+Vectoring
3	16.583.365	17.162.872	16.842.338	VDSL2+Vectoring
4	16.831.993	17.384.122	17.059.926	VDSL2+Vectoring
5	15.501.543	15.838.519	15.545.986	VDSL2+Vectoring
6	13.987.681	14.968.507	14.681.098	VDSL2+Vectoring
7	13.097.808	14.062.889	13.812.575	VDSL2+Vectoring
8	10.842.874	12.766.678	12.505.957	VDSL2+Vectoring
9	9.600.723	11.631.839	11.398.703	VDSL2+Vectoring
10	6.581.409	9.571.848	9.368.157	VDSL2+Vectoring
11	6.142.499	9.430.996	9.254.999	VDSL2+Vectoring
12	5.837.673	9.040.763	8.873.190	VDSL2+Vectoring

Quelle: WIK

## 9 Zusammenfassung

Die jeweiligen Szenario-Rechnungen des Hotelling-Duopolmodells offenbaren, welche Netzinfrastruktur des Telco-Unternehmens die Gewinnmaximierende ist. Neben der eruierten Kostenstruktur ist für das Ergebnis entscheidend, wie hoch und unterschiedlich die Willingness-to-Pay für die verschiedenen Breitbandanschlussarten ist. Allerdings zeigt sich, dass schon bei einer marginal geringeren Zahlungsbereitschaft für VDSL2 im Vergleich zu VDSL2(vectored), VDSL2 (vectored) die bessere Technologie aus Sicht des Telco ist (Vgl. Szenario 7). Dies ist darin begründet, dass die Kosten sich geringfügig voneinander unterscheiden. Hingegen muss die Zahlungsbereitschaft für FTTH(GPON) gegenüber VDSL2(vectored) schon merklich höher sein, damit FTTH(GPON) die betriebswirtschaftlich beste Variante aus Sicht des Telco ist. Im Referenzszenario ist FTTH(GPON) nur in Cluster 1 die beste Technologie. Allerdings zeigt Szenario 6 auch eine Konstellation, in der FTTH(GPON) in allen 12 Clustern den Gewinn des Telco in Wettbewerb mit dem Kabelnetzbetreiber maximiert. Sofern Endkunden mittel- oder langfristig eine derartige Wertigkeit den Anschlussarten beimessen, ist es aus Sicht des Telco unternehmerisch geboten, in den dichtbesiedelten Gebieten in Glasfaser bis zum Gebäude zu investieren.

Neben der Höhe der Zahlungsbereitschaft hat die Wettbewerbsintensität einen entscheidenden Einfluss auf die Gewinnsituation der Netzbetreiber. Bei hoher Wettbewerbsintensität und geringer Zahl an Stammkunden ist es durchaus möglich (siehe Szenario 1 und Szenario 3), dass beide Unternehmen in nahezu allen Cluster Verluste haben. Sofern aufgrund von Firmenübernahmen die relevanten Fixkosten für einen Kabelnetzbetreiber weitaus geringer sind als im Greenfield-Ansatz berechnet, ist es jedoch denkbar, dass der Kabelbetreiber unter diesen Bedingungen keine Verluste erwirtschaftet.

## Literaturverzeichnis

- ANGA (2014): Das deutsche Breitbandkabel,  
[http://www.anga.de/media/file/788.Anga\\_Factsheet\\_2014-TV.pdf](http://www.anga.de/media/file/788.Anga_Factsheet_2014-TV.pdf).
- BMWi (2009): Breitbandstrategie der Bundesregierung;  
(<http://www.bmwi.de/Dateien/BBA/PDF/breitbandstrategie-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>.)
- CISCO VNI Global Forecast, 2011 - 2016, Westeuropa.
- Dialog Consult/VATM (2012): 14. TK-Marktanalyse Deutschland 2012, Ergebnisse einer Befragung der Mitgliedsunternehmen im Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. im dritten Quartal 2012, 18. Oktober 2012.
- European Commission (2012): Broadband coverage in Europe in 2011, Mapping progress towards the coverage objectives of the Digital Agenda, Research Report - A study prepared by Point Topic for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology.
- European Commission (2014) Implementation of the EU regulatory framework for electronic communications – 2014 (COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT), SWD(“=!\$) 249 final, Brussels, 14.7.2014.
- Hoernig, S., Jay, S., Neumann, K.-H., Peitz, M., Plückebaum, T., Vogelsang, I. (2010): Architectures and competitive models in fibre networks. Bad Honnef 2010, for download on [www.wik.org](http://www.wik.org) and [www.vodafone.com/eu](http://www.vodafone.com/eu).
- Hoffmann, R. (2010): Marktforschung zu Kundenerwartungen an Breitband der Zukunft, Präsentation auf dem NGA-Forum der Bundesnetzagentur, 3. November 2010.
- Ilic, D.; Jay, S.; Plückebaum, T.; Stamm, P. (2013): Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 380, August 2013.
- Inderst, R.; Peitz, M. (2011): Netzzugang, Wettbewerb und Investitionen, ZEW Discussion Paper, No. 11-025.
- J.P. Morgan (2012): Deutsche Telekom - Addressing German fixed line and T-Mobile US challenges and opportunities, 13 June 2012.
- Jay, S.; Neumann, K.-H.; Plückebaum, T. (unter Mitarbeit von Zoz, K .) (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag 359, Oktober 2011.
- Neumann, K.-H. (2012): Ein längeres Leben für das Kupfernetz!?, WIK Newsletter Nr. 88, September 2012.
- Obermann R. (2012): „Es muss sich doch rentieren“, Der Spiegel 48, 26. November 2012.
- Plückebaum, T.; Jay, S.; Neumann, K.-H. Benefits and regulatory challenges of VDSL vectoring (and VULA), Florence School of Regulation, Communications Media 2014 Scientific Seminar, March 28 – 29, 2014, Florence,1 EUI Working Papers RSCAS 2014/ 69, <http://fsr.eui.eu/Publications/WORKINGPAPERS/ComsnMedia/2014/WP201469.aspx>.
- Philbeck I. (2012): State of the art mobile internet connectivity and its impact on e-Commerce; WIK Newsletter Nr. 88, September 2012.

Plückebaum T. (2012): Vectoring als eine Alternative zum Glasfaserausbau?, WIK-Newsletter Nr. 87, Juni 2012.

VATM (2013): VATM und Dialog Consult stellen Studie zum deutschen Telekommunikationsmarkt 2013 vor <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/verband-der-anbieter-von-telekommunikations-und-mehrwertdiensten-e-v-vatm/VATM-und-Dialog-Consult-stellen-Studie-zum-deutschen-Telekommunikationsmarkt-2013-vor/boxid/632967>.

VATM (2013): 15. TK-Marktanalyse Deutschland 2013, [http://www.vatm.de/uploads/media/2013\\_TK-Marktstudie.pdf](http://www.vatm.de/uploads/media/2013_TK-Marktstudie.pdf).



Als "Diskussionsbeiträge" des Wissenschaftlichen Instituts für Infrastruktur und Kommunikationsdienste sind zuletzt erschienen:

- Nr. 307: Franz Büllingen, Christin-Isabel Gries, Peter Stamm:  
Geschäftsmodelle und aktuelle Entwicklungen im Markt für Broadband Wireless Access-Dienste, März 2008
- Nr. 308: Christian Growitsch, Gernot Müller, Marcus Stronzik:  
Ownership Unbundling in der Gaswirtschaft – Theoretische Grundlagen und empirische Evidenz, Mai 2008
- Nr. 309: Matthias Wissner:  
Messung und Bewertung von Versorgungsqualität, Mai 2008
- Nr. 310: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Netzzugang im NGN-Core, August 2008
- Nr. 311: Martin Zauner, Alex Kalevi Dieke, Torsten Marnier, Antonia Niederprüm:  
Ausschreibung von Post-Universaldiensten. Ausschreibungsgegenstände, Ausschreibungsverfahren und begleitender Regulierungsbedarf, September 2008
- Nr. 312: Patrick Anell, Dieter Elixmann:  
Die Zukunft der Festnetzbetreiber, Dezember 2008
- Nr. 313: Patrick Anell, Dieter Elixmann, Ralf Schäfer:  
Marktstruktur und Wettbewerb im deutschen Festnetz-Markt: Stand und Entwicklungstendenzen, Dezember 2008
- Nr. 314: Kenneth R. Carter, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Network Neutrality: Implications for Europe, Dezember 2008
- Nr. 315: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Strategien zur Realisierung von Quality of Service in IP-Netzen, Dezember 2008
- Nr. 316: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Iris Böschen, Gabriele Kulenkampff:  
Relevant cost elements of VoIP networks, Dezember 2008
- Nr. 317: Nicole Angenendt, Christian Growitsch, Rabindra Nepal, Christine Müller:  
Effizienz und Stabilität des Stromgroßhandelsmarktes in Deutschland – Analyse und wirtschaftspolitische Implikationen, Dezember 2008
- Nr. 318: Gernot Müller:  
Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt, Januar 2009
- Nr. 319: Sonja Schölermann:  
Kundenschutz und Betreiberauflagen im liberalisierten Briefmarkt, März 2009
- Nr. 320: Matthias Wissner:  
IKT, Wachstum und Produktivität in der Energiewirtschaft - Auf dem Weg zum Smart Grid, Mai 2009
- Nr. 321: Matthias Wissner:  
Smart Metering, Juli 2009
- Nr. 322: Christian Wernick unter Mitarbeit von Dieter Elixmann:  
Unternehmensperformance führender TK-Anbieter in Europa, August 2009
- Nr. 323: Werner Neu, Gabriele Kulenkampff:  
Long-Run Incremental Cost und Preissetzung im TK-Bereich - unter besonderer Berücksichtigung des technischen Wandels, August 2009
- Nr. 324: Gabriele Kulenkampff:  
IP-Interconnection – Vorleistungsdefinition im Spannungsfeld zwischen PSTN, Internet und NGN, November 2009
- Nr. 325: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Stephan Jay:  
LRIC cost approaches for differentiated QoS in broadband networks, November 2009
- Nr. 326: Kenneth R. Carter  
with contributions of Christian Wernick, Ralf Schäfer, J. Scott Marcus:  
Next Generation Spectrum Regulation for Europe: Price-Guided Radio Policy, November 2009

- Nr. 327: Gernot Müller:  
Ableitung eines Inputpreisindex für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, November 2009
- Nr. 328: Anne Stetter, Sonia Strube Martins:  
Der Markt für IPTV: Dienstverfügbarkeit, Marktstruktur, Zugangsfragen, Dezember 2009
- Nr. 329: J. Scott Marcus, Lorenz Nett, Ulrich Stumpf, Christian Wernick:  
Wettbewerbliche Implikationen der On-net/Off-net Preisdifferenzierung, Dezember 2009
- Nr. 330: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Stephan Jay:  
"Breitband/Bandbreite für alle": Kosten und Finanzierung einer nationalen Infrastruktur, Dezember 2009
- Nr. 331: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm, Martin Zauner:  
Preisstrategien von Incumbents und Wettbewerbern im Briefmarkt, Dezember 2009
- Nr. 332: Stephan Jay, Dragan Ilic, Thomas Plückebaum:  
Optionen des Netzzugangs bei Next Generation Access, Dezember 2009
- Nr. 333: Christian Growitsch, Marcus Stronzik, Rabindra Nepal:  
Integration des deutschen Gasgroßhandelsmarktes, Februar 2010
- Nr. 334: Ulrich Stumpf:  
Die Abgrenzung subnationaler Märkte als regulatorischer Ansatz, März 2010
- Nr. 335: Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Dragan Ilic:  
Der Einfluss von Next Generation Access auf die Kosten der Sprachterminierung, März 2010
- Nr. 336: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:  
Netzzugang und Zustellwettbewerb im Briefmarkt, März 2010
- Nr. 337: Christian Growitsch, Felix Höffler, Matthias Wissner:  
Marktmachtanalyse für den deutschen Regelenenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von Volker Köllmann:  
Regulierung von Auskunft- und Mehrwertdiensten im internationalen Vergleich, April 2010
- Nr. 339: Christian Growitsch, Christine Müller, Marcus Stronzik  
Anreizregulierung und Netzinvestitionen, April 2010
- Nr. 340: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Rolf Schwab:  
Das VNB-Geschäftsmodell in einer sich wandelnden Marktumgebung: Herausforderungen und Chancen, April 2010
- Nr. 341: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Schölermann:  
Die Entwicklung von Hybridpost: Marktentwicklungen, Geschäftsmodelle und regulatorische Fragestellungen, August 2010
- Nr. 342: Karl-Heinz Neumann:  
Structural models for NBN deployment, September 2010
- Nr. 343: Christine Müller:  
Versorgungsqualität in der leitungsgebundenen Gasversorgung, September 2010
- Nr. 344: Roman Inderst, Jürgen Kühling, Karl-Heinz Neumann, Martin Peitz:  
Investitionen, Wettbewerb und Netzzugang bei NGA, September 2010
- Nr. 345: Christian Growitsch, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Auswirkungen niedrigerer Mobilterminierungsentgelte auf Endkundenpreise und Nachfrage, September 2010
- Nr. 346: Antonia Niederprüm, Veronika Söntgerath, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Post-Filialnetze im Branchenvergleich, September 2010
- Nr. 347: Peter Stamm:  
Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche, September 2010

- Nr. 348: Gernot Müller:  
Abgrenzung von Eisenbahnverkehrsmärkten – Ökonomische Grundlagen und Umsetzung in die Regulierungspraxis, November 2010
- Nr. 349: Christine Müller, Christian Growitsch, Matthias Wissner:  
Regulierung und Investitionsanreize in der ökonomischen Theorie, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Dezember 2010
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 351: Peter Stamm, Anne Stetter unter Mitarbeit von Mario Erwig:  
Bedeutung und Beitrag alternativer Funklösungen für die Versorgung ländlicher Regionen mit Breitbandanschlüssen, Februar 2011
- Nr. 352: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann:  
Nationale Breitbandstrategien und Implikationen für Wettbewerbspolitik und Regulierung, März 2011
- Nr. 353: Christine Müller:  
New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences, IRIN working paper for working package: Advancing incentive regulation with respect to smart grids, April 2011
- Nr. 354: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Elektronische Zustellung: Produkte, Geschäftsmodelle und Rückwirkungen auf den Briefmarkt, Juni 2011
- Nr. 355: Christin Gries, J. Scott Marcus:  
Die Bedeutung von Bitstrom auf dem deutschen TK-Markt, Juni 2011
- Nr. 356: Kenneth R. Carter, Dieter Elixmann, J. Scott Marcus:  
Unternehmensstrategische und regulatorische Aspekte von Kooperationen beim NGA-Breitbandausbau, Juni 2011
- Nr. 357: Marcus Stronzik:  
Zusammenhang zwischen Anreizregulierung und Eigenkapitalverzinsung, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Juli 2011
- Nr. 358: Anna Maria Doose, Alessandro Monti, Ralf G. Schäfer:  
Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, September 2011
- Nr. 359: Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Konrad Zoz:  
Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, Oktober 2011
- Nr. 360: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen, November 2011
- Nr. 361: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:  
Qualitätsfaktoren in der Post-Entgeltregulierung, November 2011
- Nr. 362: Gernot Müller:  
Die Bedeutung von Liberalisierungs- und Regulierungsstrategien für die Entwicklung des Eisenbahnpersonenfernverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011
- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:  
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011

- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:  
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:  
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012
- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:  
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:  
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückerbaum, Matthias Wissner:  
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückerbaum:  
VDSL Vectoring, Bonding und Phantomring: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:  
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:  
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:  
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:  
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückerbaum, Peter Stamm:  
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:  
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:  
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 385: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:  
Die Marktentwicklung für Cloud-Dienste - mögliche Anforderungen an die Netzinfrastuktur, April 2014
- Nr. 386: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Smart Metering Gas, März 2014
- Nr. 388: Lorenz Nett, Stephan Jay:  
Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, September 2014



**ISSN 1865-8997**