

Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt

Autoren:
Franz Büllingen
Annette Hillebrand
Peter Stamm
Anne Stetter

Bad Honnef, Februar 2012

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

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung	VII
Summary	VIII
1 Einleitung	1
2 Bestandsaufnahme NGA-Netze in Deutschland	4
2.1 Kabelnetze	4
2.1.1 Aufrüstung der Kabelnetze für DOCSIS 3.0	7
2.1.2 Kurz- bis mittelfristige Ausbaupläne	8
2.1.3 Angebotene Dienste	10
2.2 NGA-Glasfaser-Netze der Telcos	11
2.2.1 Bestehende Netze	12
2.2.2 Ausbaupläne	14
2.2.3 Angebotene Dienste	15
2.3 Case-Studies zu technischer Konvergenz	16
2.3.1 Case Study NetCologne „Multikabel“	16
2.3.2 Case Study FTTB bei Kabel Deutschland	17
2.4 Fazit zur Bestandsaufnahme der NGA-Netze in Deutschland	18
3 Exkurs: IT-Sicherheit in Kabelnetzen	20
3.1 Relevante Schutzziele: Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Authentizität	20
3.2 Risiken im Kabelnetz	22
3.2.1 Spezifische Risikoaspekte in Bezug auf Kabelnetze	22
3.2.2 Aktuelle Bewertung von IP-Risiken	24
3.2.3 Risiko (Wirtschafts-)Spionage	25
3.3 Schutzmaßnahmen	26
3.4 Abschließende Bewertung der IT-Sicherheit in Kabelnetzen	27

4 Weiterer Ausbau der Kabelnetze	28
4.1 Engpässe durch Shared Medium	28
4.2 Engpässe im Upstream	28
4.3 Technische Ausbau-Optionen	29
5 Europäische Vergleichsmärkte	32
5.1 Vergleichsmarkt Niederlande	32
5.1.1 Marktstruktur	32
5.1.2 Ausbaustand und -strategie bei den Kabelnetzen	35
5.1.3 Ausbaustand und Ausbaustrategien bei den Telco-Netzen	37
5.1.4 Fazit Niederlande: Kabel als Katalysator für FTTH-Ausbau	40
5.2 Vergleichsmarkt Schweiz	41
5.2.1 Marktstruktur	41
5.2.2 Ausbaustand und -strategien Telco-Netze	44
5.2.3 Ausbaustand und -strategie Kabelnetze	47
5.2.4 Fazit Schweiz: Städte und EVUs treiben FTTH-Ausbau voran	49
6 Fazit	51
Literaturverzeichnis	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Marktanteile bei neuen Breitbandanschlüssen, 2002-2010	1
Abbildung 1-2:	Breitbandanschlüsse nach Datenraten, 2006-2011	3
Abbildung 2-1:	Verlauf der Aufrüstung zu Full Service Netzen bei den großen Kabelnetzbetreibern, 2003-2013	7
Abbildung 3-1:	IT-Schutzziele im Kabelnetz	20
Abbildung 3-2:	Entwicklung der Bedrohungslage in IP-basierten Netzen	24
Abbildung 4-1:	Migrationspfad der Kabelnetze hin zu FTTB	30
Abbildung 5-1:	Festnetz-Breitbandanschlüsse in den Niederlanden nach Zugangsart, 2006-2011	32
Abbildung 5-2:	Marktanteile im niederländischen Festnetz-Breitbandmarkt, 2011	33
Abbildung 5-3:	Verfügbarkeit High-Speed-Kabelinternet in den Niederlanden, 2008-2011	35
Abbildung 5-4:	Versorgungsgebiete Kabelnetzbetreiber in den Niederlanden	36
Abbildung 5-5:	Verfügbarkeit von Glasfasernetzen in den Niederlanden, 2011	37
Abbildung 5-6:	Reggefiber FTTH-Homes Passed/Activated, 2009-2011	38
Abbildung 5-7:	Festnetz-Breitbandzugänge in der Schweiz nach Zugangsart, 2000-2010	42
Abbildung 5-8:	Marktanteile der Breitbandanbieter in der Schweiz, 2010	43
Abbildung 5-9:	Karte der FTTH-Aktivitäten von Swisscom, 2011	46
Abbildung 5-10:	Regionale Verteilung der Kabelnetze in der Schweiz	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Verfügbarkeit von NGA-Anschlüssen in Deutschland, Ende 2011	4
Tabelle 2-2:	Kabelnetze in Deutschland, Ende 2011	5
Tabelle 2-3:	Netzarchitekturen bei NGA-Glasfasernetzen	12
Tabelle 2-4:	FTTB/FTTH-Netze in Deutschland, Ende 2011	13

Abkürzungsverzeichnis

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANGA	Verband deutscher Kabelnetzbetreiber
BAKOM	Schweizer Bundesamt für Kommunikation
BALSibau	Bundesweite Arbeitsgemeinschaft der Leitungsbetreiber zur Schadensminimierung im Bau
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BUGLAS	Bundesverband Glasfaserausbau
CATV	Cable Television
CMTS	Cable Modem Termination System
COFDM	Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
ComCom	Eidgenössische Kommunikationskommission (Schweiz)
DDoS	Distributed Denial of Service
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DVB-C	Digital Video Broadcasting for Cable
DVB-H	Digital Video Broadcasting for Handheld Terminals
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FTTB	Fibre to the Building/Basement (Glasfaser bis ins Gebäude/Keller)
FTTC	Fibre to the Cabinet (Glasfaser bis zum Verteilkasten im Quartier)
FTTH	Fibre to the Home (Glasfaser bis zum Haushalt)
GPON	Gigabit Passive Optical Network
HA	Homes Activated
HC	Homes Connected
HDTV	High Definition Television
HFC	Hybrid Fibre Coax
HP	Homes Passed/anschließbare Haushalte
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol Television
Kabel BW	Kabel Baden-Württemberg
KDG	Kabel Deutschland
LDSG	Landesdatenschutzgesetz
Mbit/s	Megabit pro Sekunde

MHz	Megahertz
MPoP	Metropolitan Point of Presence
NE-3	Netzebene 3 – Kabelanschlussnetze im öffentlichen Raum
NE-4	Netzebene 4 – Kabelnetze innerhalb von Gebäuden
NGA	Next Generation Access
NLKabel	Vereniging van Nederlandse kabelbedrijven (niederländische Vereinigung der Kabelunternehmen)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OPTA	Onafhankelijke Post en Telecommunicatie Autoriteit (niederländische Regulierungsbehörde)
PTSG	Post- und Telekommunikationssicherstellungsgesetz
RFoG	Radio Frequency over Glas
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
STB	Set-Top-Box
TDC	Tele Danmark
Telco	Telekommunikationsnetzbetreiber
TKG	Telekommunikationsgesetz
TKÜV	Telekommunikations-Überwachungsverordnung
UKW	Ultrakurzwelle
UPC	United Pan-Europe Communications
VDOC	Video over DOCSIS
VDSL	Very High Digital Subscriber Line
VIK	Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft
VoD	Video on Demand
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
WBA	Wholesale Bitstream Access
Weko	Wettbewerbskommission

Zusammenfassung

Kabelfernsehtnetze spielen eine zunehmend wichtige Rolle auf dem Markt für Breitbandanschlüsse in Deutschland. Nach einem späten Markteinstieg und steilem Kundenwachstum während der letzten Jahre erzielen die Kabelunternehmen derzeit einen Marktanteil von über 13 Prozent am Breitbandmarkt.

Die besondere Aufmerksamkeit dieser Studie gilt jedoch weniger dem absoluten Marktanteil, sondern dem Kabelanteil von mittlerweile 61 Prozent an den jährlichen Nettozuwächsen bei den Breitbandanschlüssen. Auch die Tatsache, dass bereits knapp die Hälfte aller Haushalte in Deutschland über die Kabelnetze hochbitratige Anschlüsse mit 100 Mbit/s und mehr beziehen können, macht die wachsende Bedeutung dieser Breitbandinfrastruktur deutlich. Kabel bietet somit Geschwindigkeiten, wie sie bei den klassischen Telekommunikationsanbietern (Telcos) erst nach Errichtung von neuen NGA-Glasfasernetzen möglich sind. Deren FTTB bzw. FTTH-Netze sind hingegen erst für 2,5 Prozent der Haushalte in Deutschland verfügbar.

Im Zentrum dieser Studie steht die Frage, welche Strategien die Kabelunternehmen verfolgen, um den Weg in die NGA-Welt weiter zu beschreiten. Es wird insbesondere analysiert, welche Optionen im Kabel bestehen, um bei steigender Nachfrage ausreichend Kapazitäten für hochbitratige Anschlüsse zu schaffen. Es wird dargestellt, wie Kabelnetze sukzessive und nachfrageorientiert von Hybrid Fibre Coax (HFC)- über „Deep Fibre“- hin zu Radio Frequency over Glas (RFoG)-Netzen mit Glasfaserstrecken bis zu den Gebäuden weiterentwickelt werden können.

Im Rahmen von zwei Case Studies wird verdeutlicht, wie auf unterschiedlichen Ebenen eine Konvergenz von Kabel- und NGA-Glasfasernetzen stattfindet. Im Fall von NetCologne wird die Produktkonvergenz beider Netztypen aufgezeigt. Das Beispiel Kabel Deutschland zeigt, dass Kabelnetze in ihrem Endausbauzustand auf der Infrastrukturebene FTTB-Netzen entsprechen.

In einem Exkurs wird die Frage untersucht, ob sich Breitbandanschlüsse über Kabel hinsichtlich der IT-Sicherheit von anderen TK-Netzen unterscheiden. Es zeigt sich, dass der Schwerpunkt der Risiken nicht auf der Infrastrukturebene, sondern bei den IP-Diensten liegt und Kabelbreitbandanschlüsse insofern ein vergleichbares IT-Sicherheitsniveau wie andere NGA-Netze bieten.

Um die wettbewerbliche Wirkung gut ausgebauter Kabelnetze auf das Investitionsverhalten der Telekommunikationsunternehmen bezüglich NGA-Glasfasernetze besser einschätzen zu können, werden mit den Niederlanden und der Schweiz zwei internationale Vergleichsmärkte untersucht, in denen der Infrastrukturwettbewerb auf dem Breitbandzugangsmarkt durch die Kabelnetzbetreiber bereits weit fortgeschritten ist. In diesen Ländern zeigt sich deutlich, dass dieser Wettbewerb Druck auf die Telcos ausübt und somit Kabelnetze auf NGA-Investitionen als beschleunigender Katalysator wirkt.

Summary

Full Service Cable Networks are gaining increasing importance in the broadband access market in Germany. After the late market entry, cable internet experienced an accelerated customer growth during the last years. At the end of 2011 cable reached a market share of more than 13 per cent on the German broadband market.

The special attention cable gets is less due to this absolute market share. It is more due to the 61 per cent share cable could gain at the latest annual net increase of broadband access. The growing importance of cable infrastructure is also driven by the fact that nearly half of all homes in Germany are within the coverage of ultra-fast internet access with 100 mbps and more by cable networks. Classical telecommunication operators (telcos) are not able to offer high speeds similar to cable, unless they invest in new NGA fibre networks. However there are still few of those new FTTB and FTTH networks installed yet, passing only 2.5 per cent of German homes.

In this study we analyse the development paths for cable network operators to improve the network capacity in order to meet increasing demand for ultra-fast internet access. We explain different options cable operators have to migrate their network in a demand-driven modality. The relevant upgrade concepts are full service Hybrid Fibre Coax (HFC) networks, Deep Fibre networks and Radio Frequency over Glas (RFoG) networks. The RFoG networks concept includes fibre lines up to the building.

With two brief case studies we show the convergence of cable and NGA fibre networks on different levels. The case of city-carrier NetCologne demonstrates how services of both types of networks – cable and NGA fibre – converge. Upgrade projects of cable operator Kabel Deutschland convey that cable networks in their final upgrade state are similar to FTTB networks on the infrastructure level.

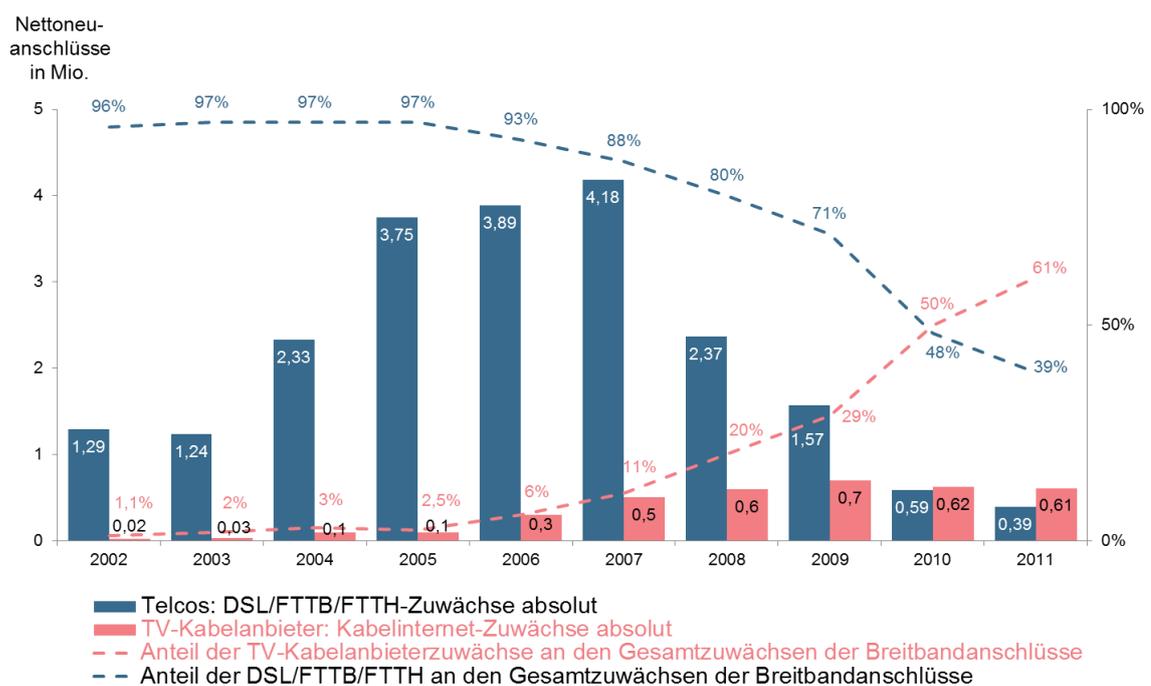
In an excursus we analyse in which way cable broadband access differs from other means of broadband access regarding IT security. It turns out that the emphasis of security risks is not on the infrastructure level, but on the IP service level. Therefore the IT security level of cable broadband access is comparable to other NGA networks.

In the final two sections of the study we provide a closer look to comparative markets in the Netherlands and in Switzerland. These are two markets with well-established infrastructure competition and highly developed cable networks. In both countries, cable offers ultra-fast internet access to a majority of homes. On basis of this competitive pressure, telcos are much more advanced in rolling out their NGA fibre networks. These insights to neighbouring markets support our thesis of cable being a catalyst for NGA fibre networks deployment.

1 Einleitung

Die Fernsehkabelnetze spielen eine zunehmende Rolle auf dem Markt für Breitbandzugänge. Dienstbündel mit hohen Datenraten zu sehr wettbewerbliehen Preisen bewegen immer mehr Haushalte dazu ihren Breitbandanschluss von den Kabelunternehmen zu beziehen. Zwar liegt der Anteil des Kabels bei den Breitbandanschlüssen in Festnetzen erst bei rund 13 Prozent, während die klassischen Telekommunikationsanbieter (Telcos) mit ihren DSL-Anschlüssen 86 Prozent des Marktes für sich behaupten.¹ Doch auf Grundlage der Nettozuwächse der Anschlüsse lässt sich seit mehreren Jahren ein stetiger Trend hin zu Kabel feststellen (vgl. Abbildung 1-1). Im Jahr 2010 übertraf nach Angaben der Bundesnetzagentur Kabel erstmals die Telcos bei den Nettozuwächsen der Breitbandanschlüsse im Festnetz. Im Jahr 2011 entschieden sich sogar schon 61 Prozent der Nettoneukunden für Kabelbreitband.²

Abbildung 1-1: Marktanteile bei neuen Breitbandanschlüssen, 2002-2010



Quellen: Bundesnetzagentur Tätigkeitsbericht 2010/2011, Teltarif.de

¹ Vgl. Bundesnetzagentur (2011b), S. 34.

² Vgl. „Kabelanbieter gewinnen 61 Prozent der Breitband-Neukunden“, Meldung von teltarif.de vom 24.1.2012.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob die gegenwärtigen Vermarktungserfolge der Kabelunternehmen eher kurzfristiger Natur sind oder ob Kabel auch das Potenzial hat, mittel- bis langfristig eine gewichtige Marktposition in der künftigen Welt des Next-Generation-Access (NGA) zu etablieren. Zumindest besitzen die Kabelunternehmen derzeit über einen großen Vorteil gegenüber den Telcos: in weiten Teilen ihrer Netze können sie schon heute Breitbandzugangsdienste mit deutlich höheren Bitraten anbieten, als dies den Telcos möglich ist. Aufgrund dieses Vorsprungs werden die Kabelnetze von vielen Experten als Katalysator für den NGA-Ausbau bezeichnet.

Gleichwohl ist die heutige Verfügbarkeit von 100 Mbit/s-Anschlüssen über Kabel in Analogie zur Abdeckung eines Raumes mit Funkdiensten zu sehen. Allen Haushalten entlang der aufgerüsteten Kabelnetze können hochbitratige Anschlüsse angeboten werden, doch wäre das Netz nicht in der Lage, allen Haushalten gleichzeitig IP-Verkehr in diesen Datenraten zu liefern. Vor diesem Hintergrund soll in dieser Studie der Frage nachgegangen werden, welcher Migrationsweg für die Kabelnetze besteht, um sich bei einer künftig anziehenden Nachfrage nach hochbitratigen Diensten nachhaltig auf dem NGA-Markt zu behaupten.

Gegenwärtig ist die Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen, die sich in einer erhöhten Zahlungsbereitschaft ausdrückt, recht gering. In Netzen mit entsprechenden Angeboten für 50 Mbit/s- oder 100 Mbit/s-Anschlüsse entscheiden sich nur wenige Prozent der Nutzer für diese Premiumprodukte. In Bezug auf alle Breitbandanschlüsse beträgt der Anteil mit 50 Mbit/s und mehr sogar nur gut 1 Prozent (vgl. Abbildung 1-2).

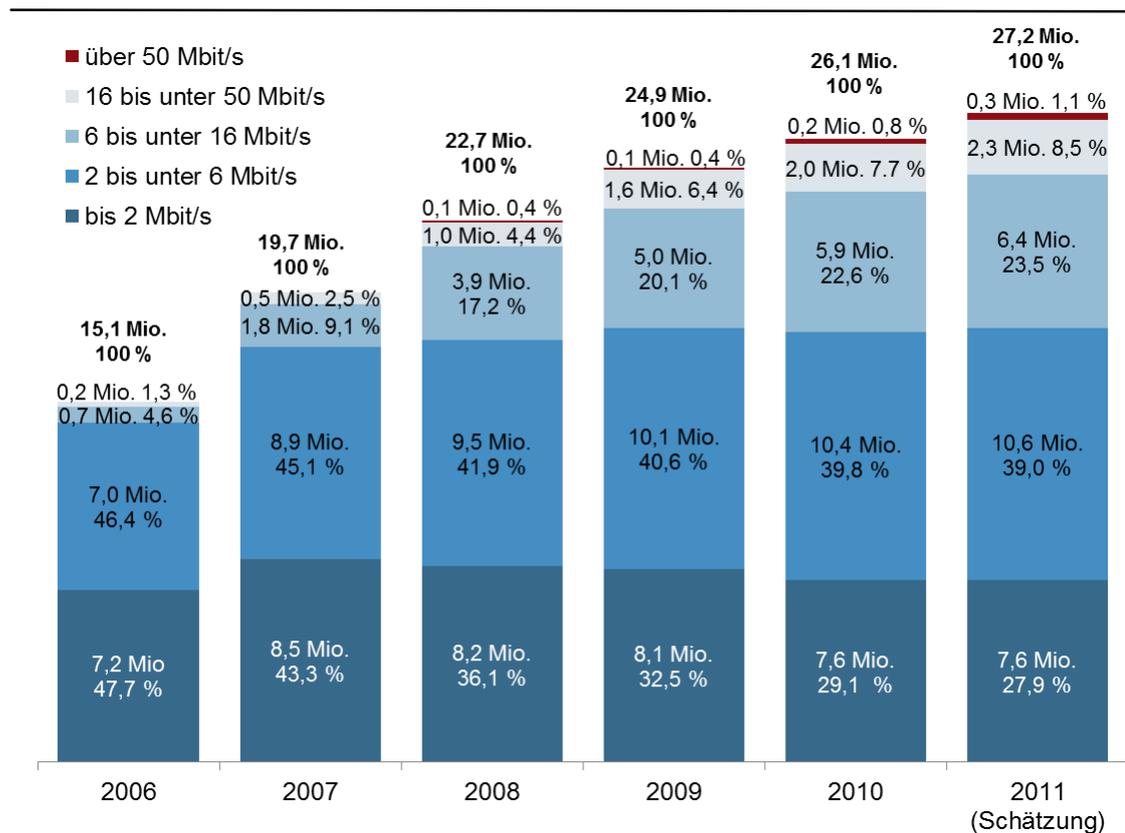
Gleichzeitig lässt sich durchaus beobachten, dass Anschlüsse, die zum wettbewerblichen Marktpreis von rund 25-30 Euro pro Monat (zum Teil zusätzlich zum Kabelanschlussentgelt) eine höhere Datenrate von beispielsweise 25 oder 32 Mbit/s bieten, gegenüber den 16 Mbit/s-Anschlüssen vorgezogen werden. Es überwiegt somit gegenwärtig eher der Push-Faktor durch die Anbieter gegenüber dem Pull-Faktor durch eine höhere Zahlungsbereitschaft der Nachfrager.

Wann und in welcher Dynamik seitens der privaten Haushalte künftig eine Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen ausgeübt wird, wird gegenwärtig kontrovers diskutiert. Dass jedoch früher oder später der Entwicklungspfad zu höheren Anschlussbandbreiten weiter beschritten wird, lässt sich insbesondere an zwei Entwicklungstrends festmachen:

- Zum einen der Trend zu neuen Videodiensten über IP und der verstärkten Nutzung der bestehenden. Stichworte hier sind High Definition (HD)- und 3D-HD-IPTV, Mediatheken, hybride TV-Geräte, TV-Konsum über Tablet-PCs sowie ganz allgemein die Änderung der Fernsehgewohnheiten zu „on demand“ in vielfältigen Erscheinungsformen.

- Zum anderen werden eine vielfältige Bandbreite an neuen Cloud-Diensten ein weiteres IP-Verkehrswachstum und damit auch Nachfrage nach leistungsfähigeren Anschlüssen nach sich ziehen. In diesem Zusammenhang sind vor allem Speicherplatz in der Cloud, Cloud-Musikdienste wie z. B. Simfy und iTunes Match, Programme aus der Cloud und möglicherweise auch ganze Cloud-Betriebssysteme, wie z. B. Chrome-OS von Google zu nennen.

Abbildung 1-2: Breitbandanschlüsse nach Datenraten, 2006-2011



Quelle: Dialog Consult/VATM

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden unter dem Begriff **NGA-Netze** Netze zur Übertragung aller elektronischen Kommunikationsdienste zwischen Backbone und Wohnung mit Downstream-Bitraten von mindestens 100 Mbit/s verstanden. Damit steht die mittel- bis langfristige Perspektive der Fernsehkabelnetze im Vordergrund. Im wettbewerblichen Umfeld eines NGA-Marktes nach dieser Definition sind zudem die neuen Glasfaseranschlussnetze (FTTB/FTTH) der Telcos zu betrachten. Telekommunikationsnetze, die die Leistungsfähigkeit von 100 Mbit/s und mehr nicht erfüllen, wie FTTC/VDSL oder Mobilfunkdienste, stehen hingegen nicht im Fokus dieser Studie.

2 Bestandsaufnahme NGA-Netze in Deutschland

Auf Grundlage der getroffenen Definition soll eine Bestandsaufnahme der NGA-Netze in Deutschland vorgenommen werden. Zum einen sind dies die mit DOCSIS 3.0 aufgerüsteten TV-Kabelnetze und zum anderen die neu zu errichtenden NGA-Glasfaser-Netze der Telekommunikationsnetzbetreiber.

Bevor die beiden NGA-Infrastrukturen näher analysiert werden, ist in Tabelle 2-1 die aktuelle Verfügbarkeit von NGA-Anschlüssen für Haushalte in Deutschland dargestellt.

Tabelle 2-1: Verfügbarkeit von NGA-Anschlüssen in Deutschland, Ende 2011

	TV-Kabelnetze (DOCSIS 3.0)	Telco-Glasfasernetze (FTTB/FTTH)	Summe NGA
anschließbare Haushalte	20 Mio. bzw. 48%	1 Mio. bzw. 2,5%	ca. 20 Mio. bzw. 50%
angeschlossene Haushalte	3,6 Mio. (DOCSIS 2.0 und 3.0)	0,17 Mio.	3,7 Mio.
wichtigste Anbieter	Kabel Deutschland Unitymedia Kabel BW TeleColumbus Primacom	City Carrier Deutsche Telekom Telefónica O2	

Quellen: Unternehmensangaben, Bundesnetzagentur, FTTH Council

Bei den Daten für die anschließbaren Haushalte in dieser Tabelle ist zu beachten, dass es Überschneidungen bei den DOCSIS 3.0 und FTTB/FTTH-Haushalten gibt, so dass die Summe NGA eine gewisse Unschärfe enthält. Weiterhin sind bei den Werten der angeschlossenen Haushalte – angesichts mangelnder Verfügbarkeit differenzierter Zahlen – auch Haushalte mit einem Kabelinternetanschluss nach Data over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) 2.0-Standard enthalten. Diese können derzeit maximal Datenraten bis zu 32 Mbit/s im Downstream erzielen. Letztere Unschärfe wird jedoch höchstwahrscheinlich im Laufe des Jahres 2012 verschwinden, wenn nahezu alle internetfähigen Kabelanschlüsse auf DOCSIS 3.0 aufgerüstet sein werden, so dass die angeschlossenen Haushalte auch 100 Mbit/s-Dienste buchen können (vgl. hierzu auch Abschnitt 2.1.2).

2.1 Kabelnetze

Kabelnetze wurden seit den 1980er Jahren in Deutschland von den Großstädten ausgehend sukzessive im ganzen Land verlegt, um ein breites Angebot an Rundfunkdiens-

te zu verteilen. Gegenwärtig sind nach Angaben der ANGA – Verband deutscher Kabelnetzbetreiber 28 Mio. der rund 40 Mio. Privathaushalte in Deutschland mit Kabelnetzen erreichbar.³ Die mit Kabelnetzen erreichbaren Haushalte befinden sich vornehmlich in Ballungsräumen, Städten und größeren Ortschaften.

Die wichtigsten deutschen Kabelnetzbetreiber sind Kabel Deutschland (KDG), Unitymedia und Kabel Baden-Württemberg (Kabel BW). Ihre Kabelnetze basieren im Wesentlichen auf vor rund 10 Jahren von der Deutschen Telekom übernommenen sog. Ebene-3-Netzen (NE-3), die seither vor allem durch Zukäufe im Bereich der Inhausnetze (NE-4) ergänzt wurden. Die jeweiligen Netzgebiete der drei großen Kabelunternehmen überschneiden sich nicht: Unitymedia hat Netze in Nordrhein-Westfalen und Hessen, Kabel BW in Baden-Württemberg und KDG in allen weiteren 13 Bundesländern.

Der Eigentümer von Unitymedia, die Liberty Global Europe Holding, hat im Jahr 2011 mit Genehmigung durch das Bundeskartellamt den Kabelnetzbetreiber Kabel BW übernommen.⁴ Im Laufe des Jahres 2012 wird daher mit einer Zusammenlegung von Netzbetrieb und Administration von Unitymedia und Kabel BW gerechnet. Im Rahmen dieser Studie werden die beiden Liberty-Gesellschaften jedoch noch separat aufgeführt (vgl. Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Kabelnetze in Deutschland, Ende 2011

	Kabel Deutschland	Unitymedia (Liberty Global)	Kabel BW (Liberty Global)	Weitere Kabelnetzbetreiber	Summe
Netzgebiet	13 Bundesländer	Nordrhein-Westfalen, Hessen	Baden Württemberg	regional	Deutschland
anschließbare Haushalte (NE-3) Kabelnetze	15,3 Mio.	8,7 Mio.	3,6 Mio.	ca.0,5-1 Mio.	ca. 28 Mio.
anschließbare Haushalte (NE-3) Full Service Netze (davon DOCSIS 3.0)	12,6 Mio. (9,1 Mio.)	8,3 Mio. (8,0 Mio.)	3,6 Mio. (3,6 Mio.)	ca. 0,5 Mio.	ca. 25 Mio.
angeschlossene Haushalte (NE-4)	8,7 Mio.	4,4 Mio.	2,4 Mio.	ca. 3,9 Mio.	ca. 19,5 Mio.
Internet- und/oder Telefoniekunden	1,6 Mio.	1,0 Mio.	0,8 Mio.	ca. 0,2 Mio.	ca. 3,6 Mio.

Quellen: Unternehmensangaben, ANGA

³ Vgl. ANGA (2011), S. 6.

⁴ Vgl. „Zusammenschlussvorhaben Liberty/Kabel BW unter Bedingungen und Auflagen freigegeben“, Pressemeldung des Bundeskartellamts vom 15.12.2011.

An die Kabelnetze der großen drei NE-3-Betreiber sind über 27 Mio. Haushalte anschließbar. Damit betreiben sie rund 95 Prozent der Kabelnetze in Deutschland auf der Netzebene-3. Etwa 24,5 Mio. der Wohneinheiten im Einzugsbereich dieser Netze können mit den Triple-Play-Diensten Breitbandinternet, Telefon und Fernsehen versorgt werden. Davon können nach Angaben der Unternehmen zum Jahresende 2011 knapp 21 Mio. an das Höchstgeschwindigkeitsinternet mit Datenraten von 100 Mbit/s und mehr angeschlossen werden.

Weitere größere Kabelnetzbetreiber sind Telecolumbus mit rund 2,2 Mio., Primacom mit 0,7 Mio., Pepcom mit 0,6 Mio., Deutsche Telekom mit 0,27 Mio und NetCologne mit 0,18 Mio. angeschlossenen Kunden für den TV-Dienst (NE-4). Belastbare Zahlen zu den anschließbaren Haushalten durch eigene NE-3-Netze dieser Unternehmen sowie deren Ausbaustand sind derzeit nicht öffentlich verfügbar. Auch hinsichtlich der weiteren rund 150 alternativen Kabelnetzbetreiber, mit zum Teil sehr kleinen Netzbeständen auf NE-4, sind keine öffentlichen Statistiken vorhanden.

Während der letzten Jahre haben die Kabelnetzbetreiber ihre Netze umfassend aufgerüstet und für Triple Play mit Fernsehen, Telekommunikations- und Datendiensten erüchtigt. Es wurden nach Angaben der Bundesnetzagentur im Zeitraum 2003 bis 2010 insgesamt rund 4,4 Mrd. Euro in den Ausbau und die Modernisierung der Netze investiert.⁵ Ein Neubau von Kabelnetzen über die bereits versorgten Gebiete hinaus, findet seit mehreren Jahren nur in Ausnahmefällen, z. B. bei der Erschließung von Neubaugebieten in räumlicher Nähe zu bestehenden Kabelnetzen statt.

Die ursprünglich nur zur Verteilung von Rundfunksignalen in Inselnetzen mit dezentraler Signalspeisung errichteten Kupferkoaxialnetze wurden während der letzten 10 Jahre mit Glasfaserstrecken ergänzt und zu zentral gesteuerten Netzen zusammengefasst. In Abbildung 2-1 ist der Verlauf der Netzausrüstung der größten drei Kabelnetzbetreiber während der letzten Jahre sowie eine Prognose über die weitere Entwicklung dargestellt.

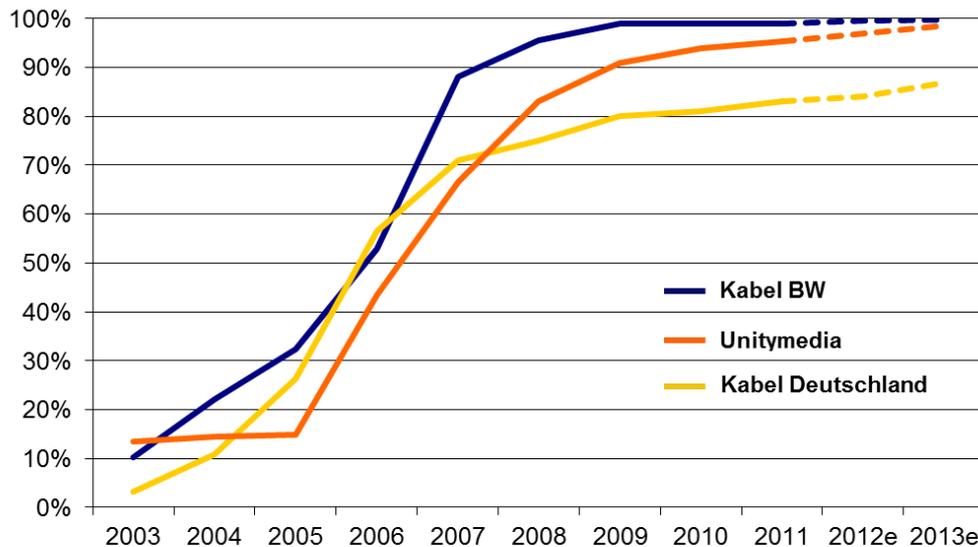
Die neu entstandenen hybriden Glasfaser-Kupferkoaxialnetze (HFC-Netze) können neben Rundfunk auch weitere vielfältige Telekommunikationsdienste breitbandig übertragen. Sie werden daher auch als Full Service Networks bezeichnet. Bis Ende 2011 wurden die Kabelnetze bereits für rund 25 Mio. Haushalte und damit für 89 Prozent der 28 Mio. erreichbaren Haushalte zu Full Service Networks aufgerüstet. Bei dieser Ausrüstung werden Glasfaserstrecken in die Wohngebiete hinein verlegt und es werden die Cluster verkleinert, in denen sich die angeschlossenen Nutzer die spektralen Ressourcen im Kupferkoaxialnetz teilen müssen. Zudem werden alte unidirektionale Verstärker durch bidirektionale Verstärker ersetzt, die außerdem ein größeres Frequenzspektrum abdecken.⁶ Soweit neue Kabelnetze, wie z. B. in Neubaugebieten, errichtet werden,

⁵ Vgl. BNetzA (2011), S. 70.

⁶ Zur Historie der Netzausrüstung sowie zu den unterschiedlichen technischen Konzepten der großen regionalen Kabelnetzbetreiber vgl. Stamm (2010), S. 3 ff.

werden meist Glasfasernetze bis zum Gebäude (FTTB) verlegt. Eine Neuverlegung von Kupferkoaxialkabeln im öffentlichen Raum findet nur noch in geringem Umfang statt.

Abbildung 2-1: Verlauf der Aufrüstung zu Full Service Netzen bei den großen Kabelnetzbetreibern, 2003-2013



Quellen: Unternehmensangaben

2.1.1 Aufrüstung der Kabelnetze für DOCSIS 3.0

Gegenwärtig fokussieren sich die Netzinvestitionen beim Kabel vor allem auf die Erüchtigung für den neuen Kabelstandard für Datenverkehr DOCSIS 3.0.⁷ Während mit dem Vorgängerstandard DOCSIS 2.0 innerhalb eines 8-MHz breiten Kabelkanals Datenraten von bis zu 50 Mbit/s im Downstream übertragen werden konnten, erzielt DOCSIS 3.0 durch die Bündelung mehrerer Kanäle bis zu 200 Mbit/s.

Die Investitionen in DOCSIS 3.0 sind für die Kabelnetzbetreiber von hoher strategischer Bedeutung. Zum einen können auf Basis der vorhandenen Kabelnetzbestände nach Erüchtigung für DOCSIS 3.0 Breitbanddienste angeboten werden, die mit über 100 Mbit/s NGA-Qualität haben und damit die Leistungsfähigkeit von DSL-Anschlüssen deutlich übertreffen. Zum anderen sind DOCSIS 3.0-Aufrüstungen mit relativ kleinem Aufwand

⁷ Genau genommen kommt in Deutschland der Standard EuroDOCSIS 3.0 zum Einsatz. Diese Standardvariante unterscheidet sich vom in den USA zum Einsatz kommenden ursprünglichen DOCSIS Standard durch eine Kanalbandbreite von 8 MHz im Unterschied zu 6 MHz in den USA.

durchzuführen. Im Wesentlichen müssen hierfür in den Netzbeständen die Cable Modem Termination System (CMTS)-Hardware bzw. Hardwaremodule ausgetauscht, Modifikationen in den Fibre Nodes vorgenommen sowie jenen Kunden, die hohe Bandbreiten abonnieren, DOCSIS 3.0-Modems zur Verfügung gestellt werden. Weitergehende kostenintensive Leitungsverlegungen sind zunächst nicht erforderlich, sondern erst dann, wenn die Nachfrage nach hohen Bandbreiten signifikant ansteigt.

Soweit die Ertüchtigung der Kabelnetze für DOCSIS 3.0 nicht schon bereits abgeschlossen wurde, beispielsweise bei den Kabelnetzbeständen von Kabel BW oder NetCologne, streben die Kabelnetzbetreiber einen zügigen Abschluss an. Ende 2011 waren knapp 21 Mio. an Kabelnetze anschließbare Haushalte für DOCSIS 3.0 aufgerüstet. Spätestens im Laufe des Jahres 2012 werden nach den Planungen der Kabelunternehmen alle rund 25 Mio. internetfähigen Kabelanschlüsse der großen Kabelnetze DOCSIS 3.0-ertüchtigt sein und damit auch hochbitratige Breitbandzugänge anbieten können.⁸ Hierdurch verschaffen sich die Kabelnetzbetreiber einen gewichtigen Wettbewerbsvorteil gegenüber den Anbietern von Breitbandzugängen per DSL und Funk. Als Spitzenprodukte werden derzeit Anschlüsse mit 100 bis 120 Mbit/s im Downstream vermarktet. Perspektivisch sind auch noch höhere Datenraten von mehreren 100 Mbit/s möglich, sobald die entsprechende Nachfrage und eine damit verbundene Zahlungsbereitschaft besteht.

Auf Basis der von den Kabelunternehmen kommunizierten Ausbauplanungen für DOCSIS 3.0 hätten Ende 2012 über 62 Prozent der deutschen Haushalte Zugang zu hochbitratigen Breitbandanschlüssen mit 100 Mbit/s und mehr im Downstream. Somit werden die Kabelnetzbetreiber ganz wesentlich zur Umsetzung des Breitbandziels der Bundesregierung beitragen, bis Ende 2014 mindestens 75 Prozent der Haushalte mit 50 Mbit/s-Zugängen zu versorgen.

2.1.2 Kurz- bis mittelfristige Ausbaupläne

Die Investitionscharakteristiken von Kabelnetzen und NGA-Glasfasernetzen der Telcos unterscheiden sich grundlegend. Glasfasernetze verursachen enorme Investitionskosten beim Aufbau, insbesondere durch die hohen Grabungskosten. Nach ihrer Inbetriebnahme stehen Kapazitäten bereit, die kurz- bis mittelfristig nur zu einem Bruchteil ausgelastet sein werden. Zusätzliche Nutzer bzw. Verkehrswachstum gehen hingegen nur mit geringen Grenzkosten einher.

Investitionen in DOCSIS 3.0-Kabelnetze sind im Vergleich zu den Anfangsinvestitionen der NGA-Glasfasernetze eher inkrementeller Natur. Die Breitbandkapazitäten im Kabelnetz werden damit zunächst – in Abhängigkeit vom jeweiligen Aufrüstungskonzept – für eine Nutzerquote von 10 bis 20 Prozent mit dem heutigen durchschnittlichen Datenverkehrsvolumen ausgelegt. Sobald der Anteil der Breitbandabonnenten darüber hinaus

⁸ Vgl. ANGA (2011a), S. 1.

wächst, können gezielt weitere lokale Investitionen in den Netzausbau zur Kapazitätserweiterung getätigt werden. Diese nachfragegetriebene Investitionsstruktur trägt wesentlich zur Minderung des Risikoprofils beim Kabel bei.

Da es sich ab dem Glasfaserknoten im Koaxialnetz um geteilte Netzressourcen handelt, wirkt sich ein Wachstum der Nutzerquote negativ auf die Qualität des Anschlusses der bestehenden Nutzer aus.⁹ Zudem generieren auch die bestehenden Nutzer einen um derzeit durchschnittlich rund 60 Prozent pro Jahr wachsenden Datenverkehr. Um vor dem Hintergrund von zunehmender Kundenzahl sowie stark wachsender Verkehrsvolumina je Kunde die Qualität des Breitbanddienstes für den einzelnen Kunden zu halten, sind sukzessive Netzinvestitionen der Kabelunternehmen erforderlich. Zusätzliche Nutzer und steigender IP-Verkehr verursachen somit Kosten durch notwendige Investitionen.

Zur Sicherung der Qualität ihrer Breitbanddienste müssen die Kabelnetzbetreiber ein permanentes Monitoring der lokalen Kapazitätsauslastungen vornehmen und mit einer flexiblen Investitionsplanung und Investitionsdurchführung reagieren. Nach Problemen mit der Verfügbarkeit bei den Breitbanddiensten in der Vergangenheit, verfolgen die Kabelnetzbetreiber nach Einschätzung von Experten derzeit verstärkt eine Qualitätsstrategie. Kabel BW sorgt durch frühzeitige Netzinvestitionen beispielsweise dafür, dass mindestens 90 Prozent der dem Kunden verkauften „bis zu“-Datenrate auch jederzeit zur Verfügung steht. Während der letzten Jahre lag die auf den Umsatz bezogene Investitionsquote der Kabelunternehmen bei rund 20 bis 25 Prozent. Dies ist ein deutlich höherer Wert als bei anderen TK-Unternehmen und unterstreicht zudem die Cash Flow-Orientierung der Kabelinvestitionen.

Die Kabelnetzbetreiber erhöhen auf diesem nachfragegetriebenen Ausbaupfad den Glasfaseranteil ihrer Netze kontinuierlich. Gleichzeitig werden dadurch die Kupferkoaxialanteile zurückgefahren. Langfristig wird hiermit ein Netzausbau zu einem Glasfasernetz bis zu den Übergabepunkten zur Netzebene 4 im Keller der angeschlossenen Gebäude durchgeführt (vgl. hierzu Abschnitt 4). Derzeit ist es noch kaum abzuschätzen, in welchen Zeiträumen sich dieser Prozess vollziehen wird und ob er alle Kabelnetzbestände erfassen wird. Entscheidend ist hierfür die Nachfrageentwicklung nach höheren Bandbreiten und zugleich, inwiefern diese Nachfrage lokal auch von anderen NGA-Netzen befriedigt wird. Möglicherweise werden in weniger dicht besiedelten Räumen auch für längere Zeiträume Kupferkoaxialcluster weiterbetrieben werden.

Vorteilhaft für Kabelnetzbetreiber wirkt sich aus, dass während der Migration von HFC-Netzen zu rein auf Glasfaser bis zum Gebäude basierten RFoG-Netzen keine parallelen Systeme betrieben werden müssen. Statt dessen wird das komplette Hochfrequenz-Kabelsignal auf den neuen optischen Träger moduliert. Die vorhandenen Kabelmodems und Cable Modem Termination Systems (CMTS) können weiterbetrieben werden, da

⁹ Zur Architektur von Kabelnetzen, insbesondere in Bezug auf die geteilten Netzressourcen im Koaxialnetz, vgl. Abbildung 4-1 in Abschnitt 4.3.

die Datendienste auch in RFoG-Netzen auf Basis der DOCSIS 3.0-Protokolle übermittelt werden. Die Ausbaupläne der Kabelnetzbetreiber lassen langfristig eine Konvergenz der Netze auf Ebene des Übertragungsmediums Glasfaser im Anschlussnetz erwarten. Im Backbone-Netz sowie bei den angebotenen Diensten ist diese Konvergenz bereits heute sehr weit fortgeschritten.

2.1.3 Angebotene Dienste

In den ausgebauten Full Service-Kabelnetzen, die sich derzeit auf rund 89 Prozent aller an Kabel anschließbare Haushalte erstrecken, werden neben den klassischen analogen und digitalen Fernseh- und Hörfunkdiensten auch Telefonie und Breitbandinternet angeboten. Alle drei Dienste werden gebündelt unter dem Schlagwort „Triple Play“ vermarktet.

In den aufgerüsteten Kabelregionen besteht ein direkter Wettbewerb zu den Angeboten der Telcos, die ebenfalls Triple Play-Pakete anbieten. Die Triple Play-Angebote von Kabel und DSL sind aus Sicht heutiger privater Nutzer direkte Substitute. Für gewerbliche Nutzer – die sich weniger für Fernsehen sondern insbesondere für Breitbandzugangsdienste interessieren – sind Kabelbreitbanddienste nur dann Substitute für DSL-Angebote, wenn im jeweiligen Anwendungsbereich kein Bedarf an symmetrischen Datenraten besteht.

Mit einer steigenden Nachfrage nach höheren Datenraten wird sich in absehbarer Zeit der Substitutionswettbewerb auf die hochbitratigen Breitbanddienste der Kabelnetzbetreiber auf der einen sowie der VDSL- und insbesondere der FTTB/FTTH-Dienste der Telcos auf der anderen Seite fokussieren. ADSL-Anschlüsse mit Datenraten von maximal 18 Mbit/s sowie Breitbandzugänge über Funk werden dann qualitativ unterlegen sein und keine vollständigen Substitute mehr darstellen.

Die Breitband-Einstiegsangebote der Kabelnetzbetreiber bieten Datenraten von 6 bis 16 Mbit/s im Download. Der Schwerpunkt der Vermarktung liegt bei Anschlüssen mit 25 bis 32 Mbit/s und damit deutlich über ADSL-Geschwindigkeit. Die Preise sind mit rund 20 Euro/Monat für die Einstiegspakete bzw. 25 bis 30 Euro für die 25 bis 32 Mbit/s-Standardpakete – jeweils inklusive Telefonfestnetzflat – auf wettbewerblichem Niveau. Hinzu kommen zum Teil die Kosten für den Kabelfernsehanschluss, wobei die großen Kabelnetzbetreiber seit einigen Jahren auch Breitband- und Telefoniedienste ohne Kabelfernsehen vermarkten. Daneben werden in den für DOCSIS 3.0 ertüchtigten Netzbeständen auch hochbitratige Breitbandzugänge mit 100 bis 128 Mbit/s Downloaddatenraten angeboten. Der Preis für diese Premiumprodukte liegt im Bündel mit Telefonfestnetzflat bei rund 40 bis 50 Euro/Monat.¹⁰ Die Datenrate des Upstreams aller Anschlussvarianten ist stark asymmetrisch und liegt jeweils bei nur rund 2,5 bis 7 Prozent

¹⁰ Bereits seit einiger Zeit werben Kabelnetzbetreiber mit deutlich reduzierten Preisen während der ersten sechs oder zwölf Monate. Die hier genannten Preise sind die normalen Entgelte ohne Berücksichtigung der Neukundenrabatte.

der maximalen Download-Geschwindigkeit. Spezielle Geschäftskundenangebote bieten eine etwas höhere Upstream-Datenrate von bis zu 10 Prozent der Download-Datenrate.

Neben den Telekommunikationsdiensten bieten die Kabelnetzbetreiber ein breites und stetig wachsendes Spektrum an Rundfunk und Videodiensten. Als einzige Rundfunkübertragungsplattform werden im Kabel auch nach Mai 2012 noch rund 30 analoge Fernsehprogramme übertragen. Daneben spielt auch der analoge Ultrakurzwellen (UKW)-Rundfunk eine oftmals vergessene, aber für die Kabelhaushalte wichtige Rolle.

Von wachsender Bedeutung sind die digitalen Fernseh- und Hörfunkprogramme im Kabel. Der Anteil der Kabelfernsehhaushalte, die digitale Fernsehprogramme empfangen, stieg 2011 auf 42,5 Prozent.¹¹ Treiber für die Digitalisierung des Fernsehempfangs sind zum einen aktuelle TV-Geräte, die bereits Digital Video Broadcasting-Cable (DVB-C)-Empfänger serienmäßig eingebaut haben, zum anderen die Nachfrage nach HD-Programmen mit hoher Bildqualität für größere Bildschirme.

Neben dem bereits in den Anschlussentgelten enthaltenen Basisangebot an Rundfunkprogrammen, bieten die Kabelnetzbetreiber eine Reihe von Pay-TV-Paketen sowie Online-Videotheken an. In nahezu allen Kabelnetzen sind zudem die Pay-TV-Pakete des Drittanbieters Sky zu empfangen.

Daneben spüren die Kabelnetzbetreiber einen zunehmenden Wettbewerb von Video-Diensten, die von unabhängigen Anbietern per IP-Datenstrom übertragen werden. Diese sog. Over-the-Top-Angebote wie beispielsweise die Mediatheken der Fernsehprogramme, die Angebote von Maxdome und Apple-TV sowie künftig ggf. Netflix oder Google-TV werden ohne Einfluss des Kabelnetzbetreibers direkt an die Nutzer vermarktet. Für die Kabelunternehmen ist diese Entwicklung recht ambivalent. Zum einen verlieren ihre eigenen – meist DVB-C-basierten – Video-Dienste durch die Over-the-Top-Wettbewerber an Exklusivität und die potenziellen Umsätze mit diesen Video-Diensten werden beschnitten. Zum anderen begrüßen sie die Adaption von Video-Diensten aller Art, die hohe Bandbreiten und geringe Latenzzeiten erfordern. Denn dies treibt die Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandzugängen weiter an.

2.2 NGA-Glasfaser-Netze der Telcos

Die zweite im Aufbau befindliche NGA-Infrastruktur sind die Glasfaser-Netze der Telcos, die deren bisherige Telefon-Anschlussnetze auf Kupferbasis komplett ablösen sollen. Im Unterschied zu den Kabelnetzen findet die Migration zu NGA bei den Telcos nicht in Form eines kontinuierlichen Umbaus des bestehenden Anschlussnetzes, sondern durch einen sukzessiven Ersatz der kupferbasierten Teilnehmeranschlussleitungen durch das neue Übertragungsmedium Glasfaser statt.

¹¹ Vgl. Medienanstalten (2011), S. 53.

Im Wesentlichen kommen bei zukunftsfähigen NGA-Glasfaser-Investitionen die Netzarchitekturen Fibre to the Building/Basement (FTTB) sowie Fibre to the Home (FTTH) in unterschiedlichen Ausprägungsformen in Betracht (vgl. Tabelle 2-3).¹²

Tabelle 2-3: Netzarchitekturen bei NGA-Glasfasernetzen

	Glasfaser- Topologie zwischen Endkunde und Zentrale	Aktive Technik zur Beleuchtung der Fasern im MPoP	Kommentar
FTTH/P2P	Punkt-zu-Punkt	Ethernet	
FTTH/PON	Punkt-zu-Mehrpunkt	GPON	Dezentrale Splitter zwischen Zentrale und Kundenstandort
GPON over P2P	Punkt-zu-Punkt	GPON/Ethernet	Zentrale Splitter in der Zentrale
FTTB	Punkt-zu-Punkt (je Gebäude)	Ethernet	Mini-DSLAMs im Gebäudekeller zur Verteilung der Signale im Gebäude über Kupferkabel im Haus

Quelle: Jay/Neumann/Plückebaum (2011)

2.2.1 Bestehende Netze

NGA-Glasfasernetze sind derzeit in Deutschland noch wenig verbreitet. Nach Angaben des FTTH Council waren im Dezember 2011 lediglich rund 1 Mio. und damit 2,5 Prozent der deutschen Haushalte an FTTB- und FTTH-Netze anschließbar (Homes Passed - HP). Die Anzahl der an diese Netze angeschlossenen Haushalte lag zum gleichen Zeitpunkt sogar nur bei 166.400 (vgl. Tabelle 2-4).¹³

Nicht der Telco-Incumbent Deutsche Telekom, sondern City-Carrier sind die Vorreiter beim Aufbau von NGA-Glasfasernetzen. Der Bundesverband Glasfaserausbau (BUGLAS) beziffert den Ausbaustand seiner Mitgliedsunternehmen auf 0,87 Mio. HP, während die Deutsche Telekom für Ende 2011 ein Ausbauziel von 0,16 Mio. HP kommuniziert.¹⁴

Unter den City-Carriern besitzen insbesondere NetCologne mit 250.000 HP in Köln, Wilhelm.tel mit 200.000 HP in Norderstedt, Hamburg und Umgebung sowie M-Net mit 176.000 HP in München, Augsburg, Erlangen und in weiteren ländlichen bayerischen Gemeinden die größten Glasfaseranschlussnetze. Diese sind größtenteils als FTTB-

¹² Bei einer weiteren Variante Fibre to the Curb (FTTC) werden die alten Kupferanschlussnetze auf dem letzten Streckenabschnitt vom Kabelverzweiger zum Gebäude beibehalten, um auf diesen die Datendienste mit VDSL-Technologie zu übermitteln. Hierbei können aber derzeit maximal rund 50 Mbit/s erzielt werden. Insofern werden auf Basis der dieser Studie zugrunde liegenden NGA-Definition FTTC-Netze nicht berücksichtigt. In Zukunft sind auch bei VDSL mittels sog. Vectoring-Techniken noch weitere Leistungssteigerungen zu erwarten. Die Optimierungen reichen jedoch weder an die Leistungsfähigkeit von DOCSIS 3.0, geschweige denn von FTTB/FTTH heran.

¹³ Vgl. „Deutschland noch im Glasfaser-Abseits“, VDI nachrichten vom 03.02.2012.

¹⁴ Vgl. „BUGLAS-Unternehmen stemmen Löwenanteil des Glasfaserausbau in Deutschland – Allein 250.000 neue Anschlüsse in 2011“, Pressemitteilung des BUGLAS vom 11.08.2011 sowie „Telekom macht Glasfaser zum Massenprodukt“, FTD-Artikel vom 24.08.2011.

Netze konzipiert, in München zum Teil auch als FTTH-Netze. Das bedeutet, die Glasfaserstrecke endet im Keller der Gebäude und es werden vorhandene Kupferzweidraht- und Kupferkoaxialnetze innerhalb der Häuser genutzt.

Die NGA-Glasfaseraktivitäten der Deutschen Telekom bewegen sich derzeit noch mehr oder weniger im Pilotstadium. Der Incumbent baute bislang lediglich 160.000 HP, vorwiegend in mittelgroßen Städten auf. Die Deutsche Telekom baut ihre Glasfasernetze in FTTH/PON-Architekturen auf. Derzeit befinden sich die FTTH-Produkte der Deutschen Telekom in einer Phase der Vorvermarktung. Das bedeutet, die potenziellen Kunden in den Ausbaugebieten können einen Vorvertrag zu reduzierten Entgelten abschließen. Die Bereitstellung der FTTH-Produkte wird dann voraussichtlich erst Mitte 2012 starten.

Tabelle 2-4: FTTB/FTTH-Netze in Deutschland, Ende 2011

	FTTB/FTTH anschließbare Haushalte	FTTB/FTTH angeschlossene Haushalte
NetCologne	250.000	68.000
Wilhelm.Tel	200.000	40.000
M-Net	176.000	30.000
Deutsche Telekom	160.000	(Vermarktung ab Mitte 2012)
Telefónica O2	60.200	7.200
Schwerte	15.000	6.200
andere	150.000	15.000
insgesamt	1.011.200	166.400

Quelle: FTTH Council

Von den deutschlandweit aktiven Wettbewerbern verfügt bislang nur Telefónica O2 über ein Glasfasernetz. Dabei handelt es sich um das ursprünglich von der 2011 übernommenen HanseNet errichtete FTTB-Netz in Hamburg für rund 60.000 HP.

Darüber hinaus werden Glasfasernetze durch kommunale Initiativen auch in zahlreichen kleineren ländlichen Kommunen errichtet. Beispielsweise wurden Glasfasernetze durch die Stadtwerke Schwerte für 6.200 HP, durch die Gemeinde Sasbachwalden im Schwarzwald für knapp 1.600 HP sowie durch die Gemeinde Oberhausen an der Donau für mehrere 100 HP errichtet.¹⁵ Diese Glasfasernetze sind in der Regel als FTTH/P2P-Netze ausgeführt und werden von den Stadtwerken an Diensteanbieter als

¹⁵ Vgl. <http://www.schwerte.de/aktuelles/glasfaser-hausanschluesse-nahezu-jeder-moechte-einen-haben>, <http://www.wohnen-in-sasbachwalden.de/glasfaser.php> sowie <http://www.oberhausen-donau.de/Gewerbe/Glasfaser-in-Oberhausen>.

Vorleistung zur Verfügung gestellt, die dann darüber Breitbanddienste den Nutzern bereit stellen.

2.2.2 Ausbaupläne

Die City-Carrier NetCologne und M-Net haben angekündigt, ihre Glasfasernetze in ihren jeweiligen Städten über die nächsten drei bis fünf Jahre flächendeckend aufzubauen.

Die Deutsche Telekom hat sich zum Ziel gesetzt, ab 2012 jährlich Glasfasernetze für mehrere 100.000 HP zu errichten. Angesichts der in den Großstädten vorhandenen VDSL-Netze des Incumbents – deren Kapazität derzeit durch die Breitbandnachfrage bei weitem noch nicht ausgeschöpft wird – wird der Konzern beim NGA-Glasfasernetz-ausbau nach Experteneinschätzungen auch mittelfristig bei einer Fokussierung auf kleinere und mittelgroße Städte bleiben.

Für die folgenden Städte wurden durch die Deutsche Telekom Glasfaserinvestitionen angekündigt:

- Bayern: Amberg (10.800 HP), Aschaffenburg (23.000 HP), Erlangen (33.000 HP), Freising (15.000 HP), Ingolstadt (16.000 HP), Kempten (25.000 HP)
- Brandenburg: Hennigsdorf (5.800 HP), Potsdam (21.000 HP)
- Hessen: Friedrichsdorf, Neu-Isenburg (16.000 HP)
- NRW: Bergneustadt, Brühl (6.000 HP), Gummersbach (2.200 HP), Mettmann (10.000 HP), Münster (88.000 HP)
- Baden-Württemberg: Kornwestheim (11.000 HP); Offenburg (13.000 HP); Rastatt (6.000 HP)
- Niedersachsen: Braunschweig (12.000 HP), Hannover (45.000 HP), Stade (9.500 HP)
- Schleswig-Holstein: Kiel (28.000 HP)

Den konkreten Ausbau eines Glasfasernetzes in einer Stadt startet die Deutsche Telekom dann, wenn von mindestens 80 Prozent der Hausbesitzer eine Gestattung zum Anschluss des Hauses sowie von mindestens 10 Prozent der Haushalte eine Vorbestellung eines Dienstes vorliegen.

Da NGA-Glasfasernetze eine Kundenpenetration von meist über 60 Prozent aufweisen müssen, um Wirtschaftlichkeit zu erzielen, sind von den Telcos auch langfristig keine überlappenden Netzausbaugebiete zu erwarten.¹⁶ Statt dessen zeichnen sich gegenseitige Netzzugangsgewährungen ab. Im NGA-Forum, das von der Bundesnetzagentur

¹⁶ Vgl. Jay/Neumann/Plückebaum (2011), S. VII.

initiiert und von allen aktiven NGA-Unternehmen getragen wird, wurde hierfür eine wesentliche Einigung erzielt. Man einigte sich auf grundlegende technische und operationelle Standards bezüglich eines gegenseitigen Zugangs auf NGA-Netze.¹⁷

Eine erste Kooperationsvereinbarung haben jüngst die Deutsche Telekom und NetCologne abgeschlossen. Diese umfasst die kommerziellen Rahmenbedingungen zum gegenseitigen Netzzugang auf Bitstrom-Basis.¹⁸ Die vereinbarten Vorleistungspreise unterliegen noch der Prüfung der Bundesnetzagentur. Sobald dieses Verfahren abgeschlossen sein wird, rechnen Experten mit zahlreichen weiteren ähnlich formulierten Vereinbarungen zwischen NGA-Netzbetreibern.

2.2.3 Angebotene Dienste

In den bestehenden NGA-Glasfasernetzen werden grundsätzlich alle Triple Play-Dienste angeboten. Die Telefonie wird als IP-Dienst realisiert und mit den Dienstmerkmalen sowohl früherer analoger Anschlüsse als auch des ISDN angeboten. IP-Breitbanddienste werden in unterschiedlichen Geschwindigkeitskategorien bereitgestellt. Die derzeit für Privatanutzer angebotenen Datenraten betragen maximal 200 Mbit/s für den Downstream und 50 Mbit/s für den Upstream. Hierbei handelt es sich jedoch keinesfalls um technisch bedingte Maximalwerte. Sollte künftig die Nachfrage nach noch höheren Datenraten bestehen, lässt sich dies im NGA-Glasfasernetz problemlos darstellen.

Einen unterschiedlichen Ansatz verfolgen die Betreiber der ersten NGA-Glasfasernetze hinsichtlich des Fernsehdienstes. City-Carrier wie NetCologne oder Wilhelm.tel speisen mit ihren FTTB-Netzen digitale und analoge Fernseh- und Hörfunkdienste in das im Haus vorhandene Koaxialkabelnetz. Die Kunden empfangen somit ihren Fernsehdienst wie gewohnt aus der Kabelfernsehdose und nutzen hierfür auch Endgeräte mit DVB-C-Empfängern. Voraussetzung, um Fernsehdienste auf diesem Wege den Haushalten anzubieten, ist eine Gestattung durch den Hauseigentümer. Hierbei besteht in den meisten Fällen ein direkter Wettbewerb zum jeweiligen Kabelnetzbetreiber.

Die Deutsche Telekom nutzt hingegen auch für FTTH-Kunden ihre bereits für VDSL-Anschlüsse aufgebaute IPTV-Plattform. Für die Kunden bedeutet dies, dass sie ihren Fernsehdienst über eine IPTV-Set-Top-Box empfangen, die wiederum an das FTTH-Netzabschlussgerät angeschlossen ist. Die Preise für Breitbandanschlüsse mit 100 Mbit/s im Download sowie Telefonie-Festnetzflat bewegen sich derzeit bei den Glasfasernetzen zwischen 30 Euro (Wilhelm.tel), 45 Euro (Einführungspreis der Deutschen Telekom) und 55 Euro (Normalpreis der Deutschen Telekom und NetCologne). Damit bewegen sich die Preise bei den meisten Telcos auf vergleichbarem Niveau zu den Kabelunternehmen (vgl. Abschnitt 2.1.3).

¹⁷ Vgl. NGA-Forum (2011).

¹⁸ Vgl. „Telekom und NetCologne vereinbaren Netzkooperation“, Pressemitteilung von Deutscher Telekom und NetCologne vom 16.01.2012.

2.3 Case-Studies zu technischer Konvergenz

2.3.1 Case Study NetCologne „Multikabel“

Der im Kölner Raum beheimatete City-Carrier NetCologne investierte, neben seinen Hauptaktivitäten als Anbieter von Telefondiensten, seit Mitte der 1990er Jahre auch in Fernsehkabelnetze. Es wurde eine zentrale Kabelkopfstation zur Einspeisung der Rundfunkprogramme errichtet, Gestattungsverträge mit den Eigentümern von großen Liegenschaften im gesamten Stadtgebiet abgeschlossen und ein entsprechendes HFC-Kabelnetz errichtet. Seit 1996 werden darüber Kabelfernsehdienste angeboten. Auf Basis des so entstandenen NE-3-Netzes wurde auch das sog. „Onselling“ betrieben. Das bedeutet, dass auch kleineren Mehrfamilienhäusern die entlang des Netzes liegen, Gestattungsverträge angeboten wurden, soweit die hierbei entstandenen Grenzkosten im profitablen Rahmen lagen.

NetCologne zählte mit zu den ersten Kabelnetzbetreibern in Deutschland, die neben Fernsehen auch Telefonie und Internetzugang über HFC-Netze anboten. Ab Herbst 1998 wurde dies im Probetrieb gestartet. Seit dem Jahr 2000 wurden dann den ersten 1.500 Kunden im Regelbetrieb Triple-Play-Dienste unter der Marke Multikabel vermarktet. Da zunächst Voice-over-IP (VoIP)-Technologie noch nicht marktreif war, wurden die ersten Triple-Play-Aufrüstungen mit leitungsbasierter Telefontechnologie realisiert. Kurze Zeit später, als die VoIP-Technologie in Kabelnetzen hinreichend zuverlässig zur Verfügung stand, wurde auf IP-Telefonie umgestellt. Bis zum Jahr 2008 wuchs das Kabelnetz nach Presseberichten auf über 200.000 angeschlossene Haushalte.¹⁹ Ende 2011 weist NetCologne 186.000 TV-Kunden aus.²⁰ Hiervon werden rund 95 Prozent über das HFC-Netz versorgt.

Im gesamten Netz wurden Triple-Play-Dienste auf Basis von DOCSIS 2.0 mit zunächst 2 Mbit/s und später mit bis zu 20 Mbit/s im Downstream angeboten. Im Jahr 2009 wurde damit begonnen, das gesamte NetCologne Kabelnetz für DOCSIS 3.0 aufzurüsten. Seit diese Aufrüstung im Jahr 2010 abgeschlossen wurde, ist NetCologne in der Lage allen Multikabel-Haushalten Breitbanddienste mit Downloadraten von bis zu 100 Mbit/s anzubieten.

Seit 2006 ging NetCologne dazu über, ein Point-to-Point FTTB-Glasfasernetz zunächst in ausgewählten Stadtteilen, später in großen Teilen Kölns flächendeckend auszubauen. Bei diesem „CityNetCologne“ genannten Glasfaseranschlussnetz wird in jedes Haus eine Faser für IP-Verkehr und eine für Rundfunkdienste verlegt. Auch über das CityNetCologne werden seither Triple-Play-Dienste inklusive Breitband mit bis zu 100 Mbit/s im Downstream vermarktet. Die Fernsehdienste werden hierbei nicht in Form von IPTV, sondern als klassisches analoges und digitales Kabelfernsehen angeboten. Im

¹⁹ Vgl. „NetCologne meldet 205.000 Kabelhaushalte“, Meldung auf www.digitalfernsehen.de vom 13.02.2008.

²⁰ Vgl. <http://www.netcologne.de/unternehmen/profil/>, Stand: 21.12.2011.

Keller der angeschlossenen Häuser erfolgt jeweils die Einspeisung der Fernsehsignale von Glasfaser auf die Inhaus-Koaxialnetze. Der IP-Verkehr wird in den Häusern per VDSL über die Kupferzweidrahtinfrastruktur geführt. Seit dem Bau des Glasfasernetzes wurde das bestehende HFC-Kabelnetz nur außerhalb des Kölner Stadtgebietes – also außerhalb des FTTB-Ausbaugebietes – erweitert, wenn Verträge über größere Bestände von Wohnungsbaugesellschaften abgeschlossen werden konnten. In diesen Fällen, wie beispielsweise bei Beständen in der Nachbarstadt Neuss, wurden Glasfasernetze bis in die Gebäude verlegt und dort mittels Mini-Fibre-Nodes die Koaxialnetze in den Häusern mit Rundfunk- und DOCSIS 3.0-Signalen gespeist.

Am Beispiel von NetCologne lässt sich die Konvergenz von HFC-Kabelnetzen und neu errichteten Glasfasernetzen besonders anschaulich nachvollziehen. Seit Einführung von DOCSIS 3.0 können über die bereits vorhandenen HFC-Kabelnetze Triple-Play-Dienste mit den gleichen hohen Downstreamraten von 100 Mbit/s angeboten werden, wie über die neu errichteten FTTB-Netze. Der einzige Unterschied war zunächst, dass Kunden, die über FTTB-Netze angeschlossen waren, eine Upstreamrate im Verhältnis 1:10 zum Downstream nutzen konnten, während die HFC-Kabelkunden nur über das kabeltypische Up-/Downstreamraten-Verhältnis von 1:20 verfügten.

Um die Konvergenz der beiden Anschlussnetztypen auch beim Marketing zu vollziehen, vereinheitlichte NetCologne seine Privatkundenangebote im November 2010 und bietet seither identische Triple-Play-Pakete unter dem Namen Multikabel sowohl den Kunden am HFC- als auch am FTTB-Netz an. Aus Sicht der Kunden entfallen verwirrende Unterscheidungen hinsichtlich der Netztechnologie, die sie ohnehin nicht wahrnehmen. Zudem ergeben sich erhebliche Effizienzvorteile bei der Kundenansprache und dem Vertragsmanagement. Voraussetzung für die Vereinheitlichung war jedoch, dass die Upstreamrate auch für Privatkunden am FTTB-Netz auf das Verhältnis 1:20 reduziert wurde.

Für NetCologne Multikabel-Kunden spielt es seither keine Rolle mehr, ob der Hausanschluss per HFC- oder FTTB-Netz realisiert ist. Die Dienste und Preise sind identisch. Auch auf mittelfristige Sicht können die bestehenden HFC-Netze den nachgefragten Leistungsanforderungen standhalten. Sollten künftig durch das IP-Verkehrswachstum Engpässe entstehen, so können Kapazitätserweiterungen der Kabelnetze durch eine Migration zu FTTB unter Beibehaltung der DOCSIS-Protokolle umgesetzt werden.

2.3.2 Case Study FTTB bei Kabel Deutschland

Kabel Deutschland ist mit gut 15 Mio. anschließbaren und knapp 9 Mio. angeschlossenen Wohneinheiten der größte Kabelnetzbetreiber in Deutschland. Sein Netzgebiet erstreckt sich deutschlandweit mit Ausnahme der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg. Das Kabelnetz von KDG geht auf das frühere NE-3-Kabelnetz der Deutschen Telekom zurück. Seit der Abspaltung von der Telekom im Jahr 2003 wurden weitere kleinere Kabelnetze, insbesondere im Bereich von Hausnet-

zen (NE-4) integriert. Zudem wurde das Netz zu 82 Prozent zu einem HFC-Full Service Netz aufgerüstet. Zu einem Großteil wurde das HFC-Netz von KDG für den Frequenzbereich 5 bis 470 MHz ausgebaut. Die Ertüchtigung für DOCSIS 3.0 erfolgte bislang für knapp 60 Prozent des Netzes. Im Laufe des Jahres 2012 soll DOCSIS 3.0 und damit Höchstgeschwindigkeitsbreitbandinternet von 100 Mbit/s und mehr in über 80 Prozent des Netzverbreitungsgebietes verfügbar sein.

Im Unterschied zu anderen großen Kabelnetzbetreibern hat KDG einen späteren und mit einer Frequenzbereichsobergrenze von zumeist 470 MHz anstatt 862 MHz auch einen weniger leistungsfähigen Ausbau vorgenommen. Angesichts steigender IP-Verkehrsmengen auf den Kabelnetzen ist es im Falle der 470 MHz-Netze von KDG besonders wichtig, weitere Segmentierungen der Koaxialcluster vorzunehmen, um die Anzahl der Nutzer innerhalb eines Shared Mediums zu verringern.

Seit einigen Monaten hat Kabel Deutschland damit begonnen, bei notwendigen Neuclusteringen direkt die Heranführung des Glasfasernetzes bis in die Gebäude großer Wohnungsbestände zu prüfen und umzusetzen. Ein erstes FTTB-Netz dieser Art wurde im März 2011 in Chemnitz in Betrieb genommen.²¹ Für rund 6.300 Wohneinheiten einer Wohnungsgenossenschaft wurden Glasfaserkabel in bis zu 140 Hausübergabepunkte in den Gebäuden verlegt. Dort findet eine Wandlung von Licht- in elektrische Signale nach dem RFoG-Prinzip statt. Innerhalb der Häuser erfolgt die Weiterleitung über Koaxialnetze, im Idealfall in Sternstruktur. Durchschnittlich teilen sich lediglich 45 Wohneinheiten ein Koaxialcluster. Selbst im Falle von hohen Akzeptanzraten bleiben so pro Nutzer auch mittelfristig ausreichend Kapazitätsreserven bestehen. Auch in Berlin wird KDG rund 14.000 Wohneinheiten bis Ende 2011 mit FTTB-Netzen angebunden haben.²² In den Beständen des Wohnungsunternehmens GESOBAU im Märkischen Viertel und im Wedding werden per Glasfaser 590 Hausübergabepunkte angeschlossen. Somit liegt die durchschnittliche Clustergröße hier sogar nur bei rund 24 Wohneinheiten.

Mit diesen ersten beispielhaften Fällen von FTTB-Netzausbau durch Kabelnetzbetreiber zeigt sich ein Trend, der sich nach Einschätzung vieler Experten in Zukunft verstetigen wird. Ausgehend von größeren Wohnungsbeständen werden die Kabelunternehmen künftig bei weiter steigender Verkehrsnachfrage mittelfristig einen gewichtigen Anteil ihrer Netze zu FTTB-Netzen migrieren.

2.4 Fazit zur Bestandsaufnahme der NGA-Netze in Deutschland

Die klassischen Telekommunikationsunternehmen in Deutschland, allen voran die Deutsche Telekom, sind derzeit relativ zögerlich beim Bau von NGA-Glasfasernetzen. Diese werden nur punktuell errichtet und sind gegenwärtig lediglich für 2,5 Prozent aller

²¹ Vgl. „Glasfaser-Breitbandnetz versorgt Bewohner der WG „Einheit“ mit TV, Internet und Telefon“, Pressemitteilung von WG Einheit und Kabel Deutschland vom 02.03.2011.

²² Vgl. „Neues Glasfaser-Breitbandnetz für Häuser der GESOBAU“, Pressemitteilung von Kabel Deutschland und GESOBAU vom 30.03.2011.

Haushalte verfügbar. Im Kontrast hierzu ertüchtigen die Kabelnetzbetreiber bis 2012 praktisch ihre gesamten HFC-Netze mit DOCSIS 3.0. Damit können die Kabelunternehmen künftig über 60 Prozent aller Haushalte in Deutschland Breitbandanschlüsse mit Downloadraten von 100 Mbit/s und mehr anbieten. Aufgrund der geteilten Kapazität in HFC-Netzen bedeutet diese Verfügbarkeit gleichwohl nicht, dass für über 60 Prozent der Haushalte gleichzeitig Datenraten von 100 Mbit/s zur Verfügung stehen. Im Falle einer steigenden Nachfrage nach hochbitratigen Anschlüssen müssen die Kabelnetzbetreiber kontinuierlich weitere Investitionen in ihre Netze tätigen. Der hierbei beschrittenen Migrationspfad in die NGA-Welt wird in Abschnitt 4 näher dargestellt.

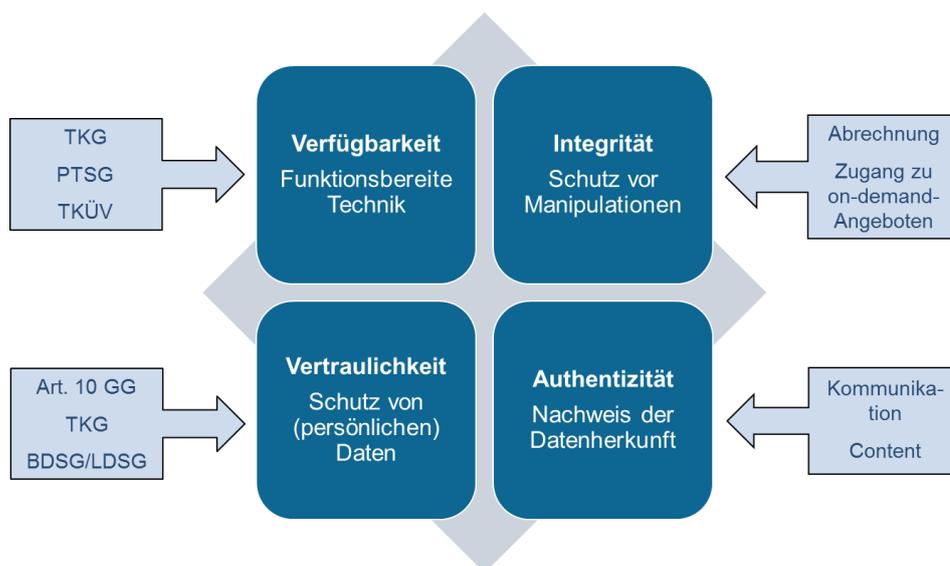
3 Exkurs: IT-Sicherheit in Kabelnetzen

3.1 Relevante Schutzziele: Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Authentizität

IT-Sicherheit in NGA-Netzen lässt sich durch die spezifischen Ausprägungen der allgemeinen Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität näher bestimmen. In den Bestandteilen des Netzes bzw. auf den verschiedenen Netzebenen stehen diesen Schutzzielen verschiedene Risiken gegenüber.

Die Risikobewertung kann je nach Sichtweise – ob aus Sicht des Anbieters oder des Kunden – unterschiedliche Schwerpunkte umfassen. Vom Standpunkt des Anbieters sind ggf. noch Aspekte der Compliance (Handeln in Übereinstimmung mit bestehenden Gesetzen aus dem TK- und Medienrecht sowie Datenschutzrecht im internationalen Kontext sowie sonstigen Normen) zu berücksichtigen.

Abbildung 3-1: IT-Schutzziele im Kabelnetz



Quelle: WIK

Die Schutzziele Verfügbarkeit (funktionsbereite Technik), Vertraulichkeit (persönlicher und anderer schützenswerter Daten), Integrität (Schutz vor Manipulation der Daten) und Authentizität (Nachweis der Datenherkunft) werden auf unterschiedlichen Ebenen adressiert. Während die Kabelnetzbetreiber aufgrund der gesetzlichen Vorschriften insbesondere Verfügbarkeit und Vertraulichkeit netzseitig stark berücksichtigen, sind die

Gewährleistung der Schutzziele Integrität und Authentizität eher den Nutzern selbst überlassen und werden durch add-on Sicherheitslösungen umgesetzt.

- **Schutzziel Verfügbarkeit:**
Hard- und Software sollen funktionsbereit sein und benötigte Daten sollen umgehend zur Verfügung stehen, wenn sie abgerufen werden. Das bedeutet zum Beispiel, dass Dienste wie Kabel-TV, Video-on-Demand oder auch Kommunikationsdienste wie IP-Telefonie dem Kunden entsprechend den Servicevereinbarungen und den Anforderungen des Telekommunikationsgesetzes (TKG) zugänglich sind. Insbesondere sind auch die Bestimmungen des Post- und Telekommunikationssicherstellungsgesetz (PTSG) zu beachten, wonach berechnigte Stellen, die einen Breitbandanschluss mit über 50 Mbit/s mieten, diesen auch bevorrechtigt im Katastrophenfall zur Verfügung gestellt bekommen müssen.²³ Außerdem sind auch Kabelnetzbetreiber mit mehr als 10.000 Nutzern, die TK-Dienste für die Öffentlichkeit anbieten, verpflichtet, nach Telekommunikations-Überwachungsverordnung (TKÜV) Einrichtungen zum Abhören der Kommunikation für die Strafverfolgungsbehörden vorzuhalten.
- **Schutzziel Vertraulichkeit:**
Persönliche Daten dürfen nicht in unbefugte Hände geraten. Für Triple-Play-Anbieter bedeutet dies zum Beispiel, dass Gesetze zum Datenschutz und zum grundgesetzlich garantierten Fernmeldegeheimnis eingehalten werden müssen. Auch Programme und Systemkonfigurationen müssen vertraulich bleiben. Art 10 GG regelt das Fernmeldegeheimnis, das die Vertraulichkeit von elektronischer Kommunikation sowie ihrer Begleitumstände enthält. Das TKG spezifiziert die entsprechenden Bestimmungen zum Umgang mit Verkehrsdaten sowie Bestandsdaten der Kunden (z. B. Löschrufen). Das Bundesdatenschutzgesetz bzw. Landesdatenschutzgesetze enthalten Bestimmungen zum Outsourcing von Datenverarbeitung, zu der Pflicht, einen Datenschutzbeauftragten zu bestellen sowie zum Umgang mit Daten für Marketingzwecke.
- **Schutzziel Integrität:**
Hard- und Software sowie Daten müssen vor Verfälschungen und fehlerhaftem Funktionieren geschützt werden bzw. es muss verhindert werden, dass unerwünschte Funktionen ausgeführt werden. Dies betrifft zum Beispiel die Verarbeitung von Abrechnungsdaten, den (reglementierten) Zugang zu On-demand-Diensten oder den Schutz der Set-top-Boxen vor Manipulation.
- **Schutzziel Authentizität:**
Die Herkunft von Daten muss zweifelsfrei nachweisbar sein. Der Urheber der Daten (z. B. Content-Daten) muss korrekt authentifizierbar sein. In bestimmten Anwendungen spielt auch die Authentizität von Hardware und Programmen eine Rolle.

²³ Dieser Punkt wird für Kabelnetzbetreiber möglicherweise relevant, wenn mehr Verwaltungen und andere Stellen wie z. B. Feuerwehren lokal Verträge über eine Breitbandversorgung abschließen.

le, z. B. bei elektronischen Abrechnungssystemen (Pay-per-view) oder anderen Finanzdienstleistungen (z. B. Online-Banking).

Die Schutzziele werden netzseitig durch die Befolgung der relevanten Gesetzesgrundlagen realisiert. Die Schutzziele Integrität und Authentizität sind eher auf Seiten der Nutzer durch Add-on-Sicherheit relevant.

3.2 Risiken im Kabelnetz

3.2.1 Spezifische Risikoaspekte in Bezug auf Kabelnetze

Die aktuell wichtigsten Risikoaspekte aus Sicht der Kabelnetzbetreiber²⁴ sind vorrangig nicht durch die spezifische Netztechnologie bzw. den seit 2002 im Ausbau befindlichen Standard DOCSIS 3.0 bedingt, sondern durch physikalische Schäden. Dazu gehören in erster Linie die mechanische Beschädigung des (Glasfaser-)Netzes bei Tiefbauarbeiten sowie Stromausfälle bzw. Netz- und Frequenzschwankungen:

- Schäden durch Tiefbaumaßnahmen:
Die spartenübergreifende Initiative BALSibau (Bundesweite Arbeitsgemeinschaft der Leitungsbetreiber zur Schadensminimierung im Bau) schätzt die jährlichen Gesamtschäden in Deutschland auf ca. 200 Mio. Euro.²⁵ Rund 80 Prozent werden durch mechanische Erdbaumaschinen verursacht, wobei der Trend, auch bedingt durch Aufklärungsanstrengungen der verschiedensten Betreiber (TK, Strom, Gas etc.) in den letzten Jahren leicht rückläufig ist.²⁶ Die Experten der Kabelbranche beziffern jeden Schaden mit durchschnittlich ca. 3.000 bis 5.000 Euro.
- Stromausfälle:
Die Elektrizitätsnetzbetreiber meldeten der Bundesnetzagentur gemäß § 52 Energiewirtschaftsgesetz Versorgungsunterbrechungen von insgesamt 14,90 Minuten²⁷. Der Wert liegt damit nur geringfügig über dem Wert von 2010 und ist im Vergleich mit anderen EU-Ländern als niedrig anzusehen. Wie auch der Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft (VIK) beobachten die IT-Sicherheitsexperten der Kabelbranche jedoch seit einiger Zeit eine Häufung von Netz- und

²⁴ Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Experteninterviews mit IT-Sicherheitsbeauftragten und Datenschutzbeauftragten von Kabelunternehmen und TK-Unternehmen durchgeführt.

²⁵ Vgl. <http://www.balsibau.de>, die Deutsche Telekom AG gehört zu den Gründungsmitgliedern der Initiative, deren Aufgabe es u.a. ist, Schulungsmaßnahmen für die Erkennung von Leitungsnetzen aller Sparten durchzuführen.

²⁶ Vgl. Weckenbrock, P. (2004): Studie zu Kabel- und Leitungsschäden 2011 (BALSibau), Vortrag GAT – Gasfachliche Aussprachetagung 2004, http://www.gat-dvgw.de/fileadmin/gat/PDF_Vortragsarchiv_04/weckenbrock_01.pdf. Das Institut für Bauschäden e.V. Hannover hat für 2012 eine aktuelle empirische Studie zum Umfang von Kabel- und Leitungsschäden in Deutschland angekündigt.

²⁷ Berechnung der mittleren Nichtverfügbarkeit (SAIDI - System Average Interruption Duration Index), Stand: 17.11.2011, abrufbar unter http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetGas/Sonderthemen/SAIDIWertStrom2010/SAIDIWertStrom2010_node.html.

Frequenzschwankungen in der Stromversorgung.²⁸ Der Aufbau von unterbrechungsfreier Stromversorgung und Notstromaggregaten wird als zentrale Aufgabe im Zusammenhang mit der Verfügbarkeit des Kabelnetzes gesehen.

In zweiter Linie gelten die bekannten Risiken des Internet Protokolls als relevante Quelle für Schäden, insbesondere für Qualitätsverluste beim Endnutzer.

Aus Sicht der Kabelnetzbetreiber stellen

- Schadsoftware,
- Bot-Netze und
- Spam

die größten Risiken dar. Diese Einschätzung deckt sich mit der aktuellen Bewertung durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) (vgl. hierzu auch Abbildung 3-2).

Erst an dritter Stelle stehen für die IT-Sicherheitsexperten der Kabelnetzbetreiber kabelspezifische Störungen. Dazu gehören etwa Rückfluss-Störungen (Ingress), wie sie häufig nach Wohnungsrenovierungen auftreten, wenn z. B. die Anschlussdose beim Tapezieren beschädigt wurde.

Sicherheitsvorfälle im Zusammenhang mit Service-Diebstahl beobachten zwar alle Kabelnetzbetreiber regelmäßig, jedoch nach eigenen Aussagen auf zu niedrigem Niveau, um diese als gravierende Störung der Schutzziele Verfügbarkeit oder gar Vertraulichkeit zu bewerten. Das Umschalten auf den Kabelanschluss des Wohnungsnachbarn führt beim legalen Kunden in der Regel zu Qualitätsverlust und wird daher rasch bemerkt.

Card-Sharing Netzwerke, in denen ein Abonnement eines Pay-TV-Anbieters illegal über einen Server (PC mit Kartenlesegerät) geteilt wird, besitzen eher lokale Bedeutung. Der Datenaustausch kann über Kabel, WLAN oder auch öffentlich Internetverbindungen erfolgen. Der Server stellt den angeschlossenen Endgeräten die benötigten Daten zur Entschlüsselung von Ton und Bild der Pay-TV-Programmangebote zur Verfügung.

Insgesamt stehen die diversen Probleme durch Fraud weniger im Fokus der Kabelnetzbetreiber²⁹. Auch Vertraulichkeitsaspekte sind weniger relevant, da trotz der Problematik „shared-medium“ die Kommunikation auf Hochfrequenzsignalebene nur innerhalb des gleichen Hausnetz abgreifbar ist und im Kabelnetz des Nachbarhauses bereits nicht mehr anliegt. Zudem erfolgt bei DOCSIS standardmäßig eine Verschlüsselung

²⁸ Vgl. „Unternehmen klagen über Stromaussetzer, in: Wirtschaftswoche v. 29.12.2011 (abrufbar unter www.wiwo.de). VIK kritisiert insbesondere, dass nur Unterbrechungen von mehr als 3 Min. Dauer gemeldet werden müssen. Netzbedingte Produktionsunterbrechungen nähmen stark zu und Zwischenfälle häuften sich.

²⁹ Vgl. McKelvey, J.T. (o.J.): Combating Security Risks on the Cable IP Network, Cisco Systems, Inc., USA.

des IP-Verkehrs. Mangelnde Vertraulichkeit ist demnach in diesem „shared-medium“ Netz nicht automatisch gegeben.

3.2.2 Aktuelle Bewertung von IP-Risiken

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) gibt quartalsweise und jährlich Berichte heraus, die die Risiken in IP-Netzen analysieren. Diese Risiken stellen aus Sicht der Experten auch die zentralen Bedrohungen für bidirektionale Kabelnetze dar.

In der Bewertung der jüngsten Entwicklung von Bedrohungen³⁰ sieht das BSI ein gleichbleibendes Risiko bei Distributed Denial of Service (DDoS)-Angriffen³¹ und Spam, den unerwünschten Werbemails, oft mit betrügerischen Absichten.

Drive-by-Exploits, d. h. das Infizieren mit Schadsoftware durch Besuchen einer Website, werden ebenfalls als gleichbleibendes Risiko bewertet. Dabei wird Schadsoftware auf dem Nutzer-PC unbemerkt und ohne weitere Nutzerinteraktion installiert. Die Angreifer nutzen bekannte Schwachstellen im Betriebssystem, Internet-Browser oder Plug-Ins aus. Dazu reicht z. B. das Besuchen einer Website mit einem infizierten Werbebanner – ohne dass auf diesen Link geklickt wird – aus. Täglich werden nach BSI-Angaben ca. 20 neue Fälle bekannt. Identitätsdiebstahl, Sicherheitslücken in Programmen sowie Schadprogramme insgesamt bewertet das BSI ebenfalls als künftig zunehmende IT-Bedrohung.

Abbildung 3-2: Entwicklung der Bedrohungslage in IP-basierten Netzen

Bedrohung	2011	Prognose
DDoS-Angriffe		
Unerwünschte E-Mails (Spam)		
Botnetze		
Identitätsdiebstahl		
Sicherheitslücken		
Drive-By-Exploits		
Schadprogramme		

Quelle: BSI 2011

³⁰ Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik - BSI (2011) (Hg.): Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2011, Bonn.

³¹ Internet-Server eines Anbieters werden gezielt mit technischen Anfragen „bombardiert“, bis sie in ihrer Funktionsfähigkeit eingeschränkt sind. Dazu schleust der Angreifer unter verschleierte IP-Adresse DDoS-Software von möglichst vielen Rechnern aus ein.

Botnetze sind in diesem Zusammenhang als besonders kritisch zu bewerten. Sie bilden gewissermaßen eine Infrastruktur für weitreichende kriminelle Aktivitäten bis hin zu Netzen für Gruppen der organisierten Kriminalität. Zu einem Botnetz gehören Tausende oder auch Millionen von PC mit Internetzugang. Mit der steigenden Verbreitung von hochbitratigen Anschlüssen und damit verbundenen Tarifstrukturen sind PCs häufig „always on“ und eignen sich daher in besonderem Maße, um als „Zombie-Rechner“ von einer Zentrale ferngesteuert und für kriminelle Aktivitäten missbraucht zu werden. Die hohe Übertragungsgeschwindigkeit bleibt trotz Befall erhalten, so dass dem Nutzer zunächst keine Störung auffällt.

3.2.3 Risiko (Wirtschafts-)Spionage

Generell werden einer glasfaserbasierten Infrastruktur viele Sicherheitsvorteile zugeschrieben. Dazu gehören u. a. physikalische Vorteile wie etwa fehlende Beeinflussung durch äußere elektrische oder elektromagnetische Störfelder, kein Nebensprechen durch Signalstreuung (wie bei Kupfer vorhanden), geringe Brandgefährdung (keine Gefahr von Funkenbildung oder Brandgefährdung (z. B. durch Blitz, Kurzschluss)), weniger (brennbares) Isolierungsmaterial, geringere Wärmeentwicklung).

Lange Zeit galt Glasfaser auch als besonders abhörsicher. Mittlerweile sind jedoch verschiedene, z. T. berührungslos funktionierende Verfahren bekannt. Schwachpunkte sind Verteilerkästen (geringe Übertragungsverluste am Spleiß können ausgewertet werden), das Biegen der Glasfaser (Auskoppeln von Streulicht, jedoch leicht zu entdecken, da Dämpfung sich ändert) sowie das berührungslose Abfangen von Photonen entlang einer (kilometerweiten) Übertragungsstrecke mittels Detektoren, die die Abstrahlung aufgrund der Rayleigh-Streuung seitlich auffangen. Das Signal muss dann verstärkt werden, um auswertbar zu sein.

Folgende Verfahren werden angeblich zum Zweck der Wirtschaftsspionage von Nachrichtendiensten eingesetzt:³²

- Zugang über Verteilerkästen mit Spleiskassetten, „abzweigen“ der Kommunikation,
- Nutzung von vorhandenen Y-Brigdes, die bei Wartungs- oder Überwachungsarbeiten zur Überbrückung eingesetzt werden,
- Splitter-Coupler-Methode (Biegen der Glasfaser, Nutzen der Streuverluste),
- Nutzen der immer vorhandenen Rayleigh-Streuung (nicht-invasive Methode).

Die Kosten für eine Ausrüstung mit Splitter, Coupler, Splicing- und Analysewerkzeugen belaufen sich auf ca. 1.000 Euro.³³

³² Vgl. Zilz, Leonhard (2010): Glasfaserkabel abhören für Hacker ein leichtes Spiel, in searchsecurity.de, 03.09.2010, abgerufen am 20.07.2011. Die US-amerikanische National Association of Manufacturers (NAM) sieht laut Zilz das Anzapfen von Glasfaserleitungen als verbreitete Wirtschaftsspionage-Methode an.

Die dargestellten Methoden zum Abhören von Nachrichtenübermittlung über Glasfasernetze dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die technischen Voraussetzungen und die Anforderungen an das Know-how der Angreifer sehr hoch sind. Die Bedrohungen erscheinen daher aus Sicht der Kabelnetzkunden, bei denen es sich in erster Linie um Privatkunden handelt, sehr gering.

3.3 Schutzmaßnahmen

Ein Vorteil für die deutschen Kabelnetzbetreiber liegt in Bezug auf die IT-Sicherheit darin, dass sie erst relativ spät bidirektionale Netze aufgebaut haben und dadurch als „laggards“ im Innovationszyklus gelten können, die von den Risikoerfahrungen der herkömmlichen TK-Netzbetreiber profitieren. Dies gilt insbesondere für die Berücksichtigung von IP-Risiken.

IT-Sicherheit steht insgesamt – wie in anderen TK-Netzen auch – weder im Zentrum der Aufmerksamkeit bei den Anbietern noch bei den Nachfragern. Sowohl Privat- als auch Geschäftskunden sind vorrangig an Preis und Übertragungsgeschwindigkeit interessiert und weniger an IT-Sicherheitsmaßnahmen.

Der Ausbau aktueller IT-Sicherheitsmaßnahmen orientiert sich am Bedarf. DOCSIS 3.0 bietet einen aus Sicht der Kabelnetzbetreiber ausreichenden Schutz für die Erfüllung zentraler Schutzziele.³⁴ Die Netzausrüster in diesem Bereich bieten ein vergleichbares, standardisiertes Niveau von IT-Sicherheit.

„Hacking-Literatur“ über Kabelnetze zirkuliert deutlich weniger im Internet als über IP im Allgemeinen. Angriffe auf das Kabelnetz sind angesichts der Anforderungen an Wissen über Hochfrequenztechnik und die erforderliche Ausrüstung als Massenphänomen auch in Zukunft eher unwahrscheinlich. Das Abhören von Kommunikation ist trotz der Eigenschaft eines shared-medium sehr aufwändig und setzt dezidiertes Know-how über Hochfrequenztechnik voraus. Angriffe auf Diensteebene sind wesentlich effizienter. Kommerziell orientierte Angreifer werden sich weiterhin eher auf leichter auszunutzende Sicherheitslücken des Internet-Protokolls konzentrieren, um z. B. Kreditkarteninformationen abzugreifen oder Rechnerkapazität für DDoS-Angriffe zu erlangen. Bei Angriffen auf Diensteebene gibt es keinen Unterschied zwischen Breitbandanschlüssen über Kabel, FTTB/FTTH oder anderen Technologien.

Fällen von Service-Diebstahl begegnen die Kabelunternehmen auf rechtlicher Ebene, etwa durch zeitlich eingegrenzte Abmahnungswellen bei Karten-Sharing. Ebenso dem Aufschalten auf Anschlüsse eines legalen Abonnenten. Die lokale Behebung von Rückflusseffekten (Ingress) erfolgt bei Bedarf, auf Kundennachfrage.

³³ Vgl. ebenda.

³⁴ Vgl. Cable Television Laboratories, Inc. (Hg.) (2010): Data-Over-Cable Service Interface Specifications, DOCSIS 3.0, Security Specification, CM-SP-SECv3.0-I13-100611.

Wichtige IT-Sicherheitsaufgaben im Kabelnetz sind zurzeit nach Expertenmeinung:

- Aufbau einer redundanten Stromversorgung,
- Erhöhung der Inhaus-Sicherheit im Unternehmen, wie etwa in Bezug auf IT-Sicherheitspolicy (Erarbeitung, Information, Schulung), Absicherung der Operation Center (z. B. Zugangskontrolle (Identifizierung, Autorisierung)), physischer Schutz vor Feuer- und Wasserschäden, etc.
- Beteiligung an konzertierten Aktionen aller TK-Diensteanbieter zur Erhöhung des IT-Sicherheitsniveaus: Angesichts der immer professionelleren, organsierteren und kommerzielleren Angriffsszenarien kann die Intensität der Gegenmaßnahmen erfolgreicher im Verbund mit allen Akteuren gesteigert werden. Ein Beispiel ist die Mitgliedschaft der Kabelnetzbetreiber im Anti-Botnet-Beratungszentrum, einem Service von eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V. mit Unterstützung des BSI.³⁵

3.4 Abschließende Bewertung der IT-Sicherheit in Kabelnetzen

Die sicherheitstechnischen Herausforderungen in Kabelnetzen liegen nach Einschätzung von Experten vor allem im Bereich des Internet-Protokolls und stellen somit kein kabelnetzspezifisches Problem dar. Die sich daraus ergebenden zentralen Risiken sind dieselben wie sie in IP-Netzen im Allgemeinen seit langem bekannt sind. Ein Schutz im Bereich Integrität und Authentizität erfolgt auch im Kabelnetz in erster Linie auf Ebene des Nutzers. Auf Netzebene werden vor allem IT-Sicherheitsmaßnahmen ergriffen, um die gesetzlichen Vorgaben im Bereich Verfügbarkeit und Vertraulichkeit zu gewährleisten.

Die Möglichkeit, Add-on Sicherheitstools wie VPN oder Signatur- und Verschlüsselungsfunktionen zu nutzen, bestehen für Kabelnetzkunden in gleichem Maße wie für Kunden von weitverbreiteten DSL- oder neueren FTTB/FTTH-Glasfaseranschlüssen.

Insgesamt sind Kabelnetze nicht als risikobehafteter zu bewerten als Netze anderer TK-Diensteanbieter. Eine wichtige Aufgabe für die Zukunft ist nach Einschätzung der befragten IT-Sicherheitsexperten die Umsetzung von IT-Sicherheitsmaßnahmen im Unternehmen angesichts des ambitionierten Netzausbaus sowie das Engagement in nationalen Initiativen zur Erhöhung des IT-Sicherheitsniveaus.

³⁵ <https://www.botfrei.de/>. Angeboten werden eine Kundeninformation und eine telefonische Beratungshotline, außerdem gibt die Webseite zahlreiche Hinweise zur Entfernung von Schadprogrammen.

4 Weiterer Ausbau der Kabelnetze

4.1 Engpässe durch Shared Medium

Wie bereits im Abschnitt 2.1.2 skizziert, generiert das steigende Datenverkehrswachstum früher oder später Engpässe im Koaxialteil der HFC-Netze. Getrieben wird das Verkehrswachstum zum einen durch eine stetige Zunahme des Datenvolumens je Nutzer und zum anderen durch den anhaltenden Vermarktungserfolg bei Breitbandneuan schlüssen. Die Kapazität der für Datenübertragung zur Verfügung stehenden Frequenzkanäle müssen sich alle Nutzer innerhalb eines Netzclusters teilen. Die Kabelinternetanschlüsse werden primär an Privathaushalte vermarktet, deren kumuliertes Nutzungsverhalten über den Tagesverlauf deutliche Spitzen, vor allem am frühen Abend aufweisen. Sollte der Kabelnetzbetreiber nicht rechtzeitig für eine Ausweitung der Kapazitäten sorgen, so machen sich erste Engpässe vor allem zu diesen Nutzungsspitzen bemerkbar.

Die wesentlichen Parameter die für die Auslastung eines Koaxialclusters entscheidend sind, sind die Clustergröße, die Anzahl der Internetnutzer innerhalb des Clusters, deren durchschnittlich induzierter Verkehr, das tageszeitliche Nutzungsverhalten sowie die Adoption von Diensten mit hohen Datenraten, wie z. B. Video on Demand (VoD)-Dienste oder Videotelefonie.

4.2 Engpässe im Upstream

Seit dem Umstieg auf die Version 3.0 des DOCSIS-Standards können mehrere Kabelkanäle für die Datenübertragung gebündelt werden, um höhere Datenraten zu ermöglichen. Für den Upstream steht allerdings nur ein begrenzter Frequenzbereich zwischen 5 und 65 MHz zur Verfügung, so dass der Kanalbündelung Grenzen gesetzt sind. Aufgrund der nicht immer optimalen Störstrahlfestigkeit der vorhandenen Netzelemente, kann in diesem Frequenzbereich maximal eine Summendatenrate von 120 bis 140 Mbit/s für den Rückkanal bereitgestellt werden.

Eine Erweiterung des Rückkanals auf Frequenzen oberhalb 65 MHz ist nicht ohne weiteres möglich, da nach einem gewissen Schutzabstand das Frequenzband des UKW-Hörfunks beginnt. Grundsätzlich wäre eine Erweiterung des Rückkanals im Frequenzband oberhalb von UKW möglich. Allerdings hätte das zur Folge, dass dort angesiedelte Fernsehprogramme umgelegt werden müssten. Die Umlegung von Fernsehprogrammen zieht jedoch die Notwendigkeit von Programmsuchläufen und Neuprogrammierungen bei allen Kabelfernsehnutzer nach sich. Kabelnetzbetreiber versuchen tendenziell, dies zu vermeiden, denn Veränderungen beim Fernsehempfang betreffen alle Kabelkunden im jeweiligen Gebiet. Sie müssen mit teuren Marketing-Maßnahmen und Service-Hotlines begleitet werden und sind generell schlecht für das Image der Unternehmen.

Als Reaktion auf die bestehenden Knappheiten beim Rückkanal werden die Upstream-Datenraten bei Kabelbreitbanddiensten recht restriktiv vermarktet. In der Regel betragen die maximalen Upstream-Raten der angebotenen Dienste nur 2,5 bis 6 Prozent der maximalen Downstream-Datenraten. Selbst die Geschäftskundenangebote der Kabelnetzbetreiber weisen ähnlich starke Down-Upstream-Asymmetrien auf.

Sobald durch eine verstärkte Nutzung in einem Cluster die verkauften Bandbreiten dauerhaft nicht mehr gewährleistet werden können, gehen die Netzbetreiber in der Regel den Weg der Neuclustering, um kleinere Koaxialnetzeinheiten zu bilden und somit weniger Nutzer mit der beschränkten gemeinsamen Ressource zu bedienen.

Nach Aussagen von Branchenexperten bieten die gegenwärtigen Upstream-Kapazitäten in der Mehrzahl der aufgerüsteten Cluster, insbesondere vor dem Hintergrund der restriktiven Vermarktung von Upstream-Datenraten, noch hinreichenden Spielraum, der erst nach einer deutlichen Zunahme des IP-Verkehrs aufgezehrt sein dürfte.

4.3 Technische Ausbau-Optionen

Gegenwärtig bieten die Kabelnetze mit ihren Breitbandangeboten von über 100 Mbit/s im Downstream deutlich mehr Leistung, als vom Massenmarkt nachgefragt und durch eine entsprechende Zahlungsbereitschaft unterlegt wird. Aus strategischer Sicht ist es für die Investoren in Kabelnetze dennoch wichtig zu wissen, welche mittelfristigen Optionen zur weiteren Leistungssteigerung bestehen.

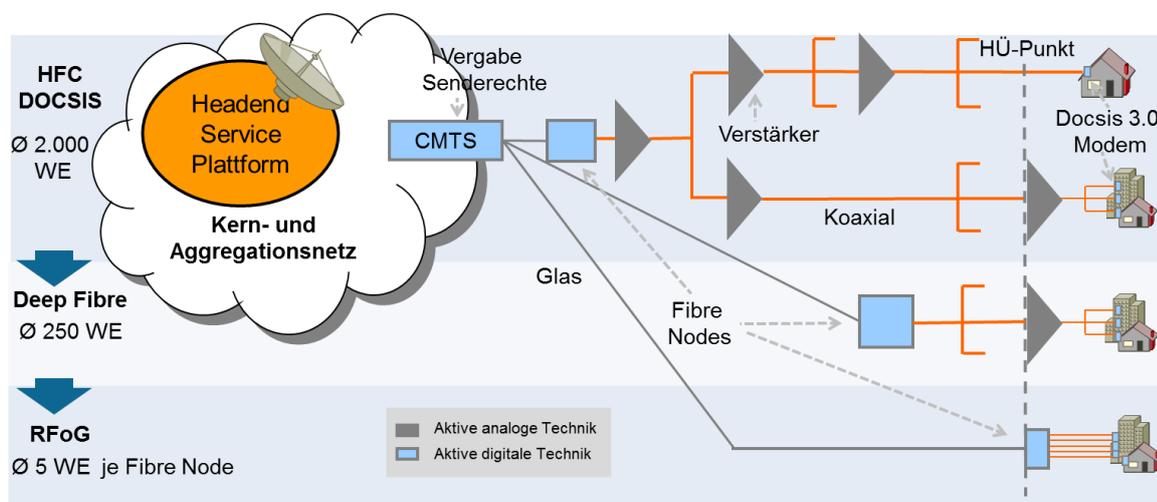
An erster Stelle steht hier der Migrationspfad von aufgerüsteten Full Service HFC-Netzen hin zu Glasfasernetzen bis zu den Gebäuden. Dies muss nicht netzweit und auch nicht in einem Schritt erfolgen, sondern kann über eine oder mehrere Zwischenstufen durch Neuclusteringen mit immer kleineren Koaxialnetzanteilen erfolgen. Die Glasfaser migriert dort, wo hohe Bandbreitennachfragen bestehen, näher zum Nutzer.

Bei Clustergrößen von wenigen 100 Wohneinheiten wird auch von sog. „Deep Fibre“-Architekturen gesprochen. Typischerweise besitzen Deep Fibre-Netze hinter dem Fibre Node außer dem Hausverstärker im Koaxialbereich keinen oder nur noch einen weiteren elektrischen Verstärkerpunkt.

Dort, wo die Glasfaser im Maximalausbau bis zum Gebäude reicht (FTTB), befindet sich der Fibre Node, der die Lichtsignale in die elektrischen Signale für die Koaxialnetze in den Häusern wandelt, im Keller der jeweiligen Gebäude. Da auf den Hausnetzen bis hin zu den Netzabschlussgeräten weiterhin die gleichen Übertragungsprotokolle – DVB für Rundfunk und DOCSIS 3.0 für den IP-Verkehr – genutzt werden, spricht man von Radio Frequency over Glas (RFoG).

Der große Vorteil dieses Migrationspfads für die Kabelnetzbetreiber ist, dass die zentralen Systemeinheiten störungsfrei beibehalten werden können, während nachfrageorientiert punktuell oder regional aufgerüstet wird. Nach einem Ausbau zu FTTB-Kabelnetzen können Bandbreiten bis in den Gigabit-Bereich angeboten werden. Auch auf lange Frist kann somit der Bedarf gedeckt werden. In Abbildung 4-1 ist der Migrationspfad der Kabelnetze von HFC Full Service-Netzen über Deep Fibre Netzen hin zu RFoG-FTTB-Netzen nochmals schematisch dargestellt.

Abbildung 4-1: Migrationspfad der Kabelnetze hin zu FTTB



Quelle: WIK

Die Kabelnetzbetreiber besitzen noch weitere Möglichkeiten, ihre Kapazitäten in den Netzen zu erweitern, auch ohne teure Grabungsarbeiten für neue Glasfaserstrecken. Im Wesentlichen geht es hierbei um eine effizientere Übertragung der Rundfunkdienste, um mehr Kabelspektrum für die IP-Übertragung umwidmen zu können.

Zum einen können durch die Abschaltung von analogen Fernsehkanälen Kapazitäten in substantiellen Größenordnungen bereitgestellt werden. Jedes abgeschaltete analoge Fernsehprogramm schafft Platz für IP-Verkehr mit einer Datenrate von ca. 50 Mbit/s. Vor dem Hintergrund der Analogabschaltung bei der Satellitenübertragung im Mai 2012 möchten die Kabelnetzbetreiber analoges Fernsehen bis auf Weiteres noch als Differenzierungskriterium beibehalten. Im Falle einer künftig anziehenden Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen dürfte sich die strategische Prioritätensetzung jedoch zulasten der Analogübertragung verschieben.

Auch bei der Übertragung der digitalen Fernseh- und Hörfunkprogramme bestehen aus technischer Sicht noch weitere Effizienzpotenziale. Ein Ersatz des heute genutzten

DVB-C-Standards durch dessen Weiterentwicklung DVB-C2 wäre mit einem Kapazitätsgewinn von bis zu 60 Prozent verbunden. DVB-C2 setzt eine effizientere Modulation (COFDM) sowie eine leistungsfähigere Signalfehlerkorrektur ein.³⁶ Voraussetzung für eine Migration auf DVB-C2 ist ein Austausch der Set-Top-Boxen bzw. der in die Fernsehgeräte integrierten Empfänger. Da dies mit Kosten und Unannehmlichkeiten für die Kabelkunden verbunden ist, rechnen Experten eher damit, dass lediglich zusätzliche interaktive Videodienste, wie VoD-Dienste, die ohnehin neue Set-Top-Boxen erfordern, in der effizienteren DVB-Standardvariante übertragen werden. Möglicherweise wird Kabel Deutschland im Jahr 2012 neue VoD-Angebote unter Zugrundelegung von DVB-C2 einführen, um die knappen Frequenzressourcen effizient zu nutzen.³⁷

Schließlich könnten Fernsehprogramme und weitere Videodienste im Kabel im IPTV-Modus nach dem Standard Video over DOCSIS (VDOC) übertragen werden. Ähnlich dem IPTV der Telco-Netze, würden dann nicht mehr die Signale des gesamten Bouquets an Fernsehprogrammen simultan an alle angeschlossenen Nutzer übertragen werden, sondern nur die aktuell eingeschalteten. Ein Umstieg zu diesem IP-basierten Übertragungsverfahren für Fernsehen erforderte jedoch Investitionen in die Router- und Switch-Architektur der IP-Kernetze, da hierdurch eine Vervielfachung des IP-Verkehrs induziert würde. Gleichzeitig eröffnet VDOC den Kabelnetzbetreibern künftig die Möglichkeit, eine praktisch unbegrenzte Anzahl von Fernsehprogrammen und Videodiensten in ihren Netzen anzubieten.

³⁶ Vgl. hierzu Stamm (2010), S. 12.

³⁷ Vgl. „Kabel Deutschland: Neuer Standard DVB-C2 soll 2012 kommen“, Meldung auf www.digitalfernsehen.de vom 28.10.2011.

5 Europäische Vergleichsmärkte

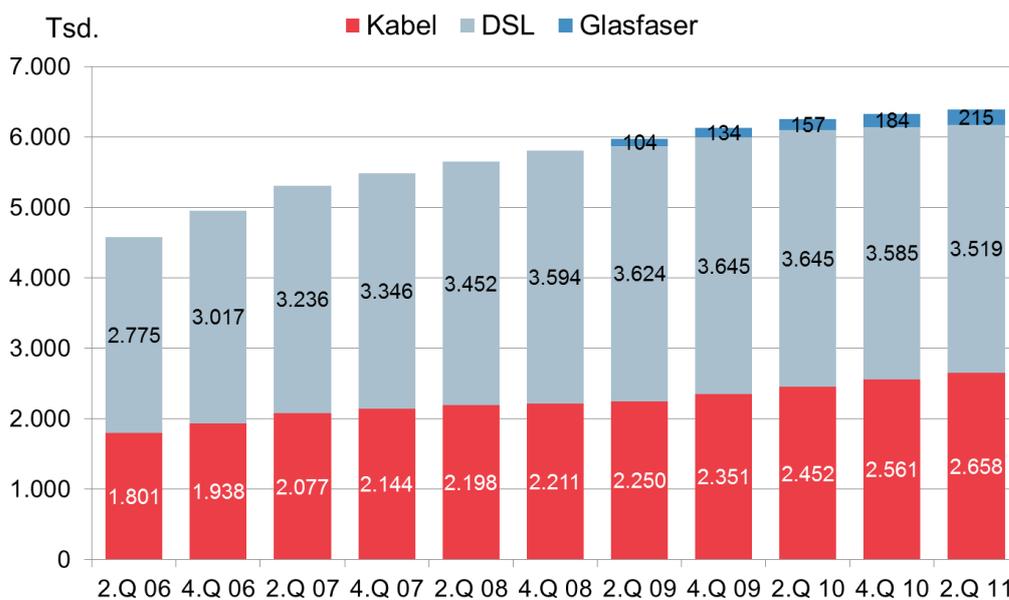
Im nachstehenden Kapitel werden die Ausbau- und Angebotsstrategien der Kabel- und Telekommunikationsnetzbetreiber in den Niederlanden und in der Schweiz beleuchtet. Beide Länder verfügen über eine sehr hohe Festnetz-Breitbandpenetration. In beiden Ländern sind Kabelnetze weit verbreitet und Kabelinternet wird schon seit den 1990er Jahren angeboten. Sowohl in den Niederlanden als auch in der Schweiz ist der NGA-Netzaufbau bereits deutlich vorangeschritten. Die Betrachtung dieser beiden Vergleichsmärkte bestätigt die These, dass der Ausbau der NGA-Netze besonders gut in denjenigen Ländern funktioniert, in denen ein sehr starker Infrastrukturwettbewerb (intermodaler Wettbewerb) gegeben ist.

5.1 Vergleichsmarkt Niederlande

5.1.1 Marktstruktur

In den Niederlanden besteht bei Festnetz-Breitbandanschlüssen bereits eine sehr hohe Sättigung des Marktes. Mit knapp 40 Nutzern je 100 Einwohnern bzw. gut 80 Prozent der Haushalte sind die Niederlande im OECD-Ranking führend und liegen auch im internationalen Vergleich bei der Festnetz-Breitbandpenetration an der Weltspitze.³⁸

Abbildung 5-1: Festnetz-Breitbandanschlüsse in den Niederlanden nach Zugangsart, 2006-2011



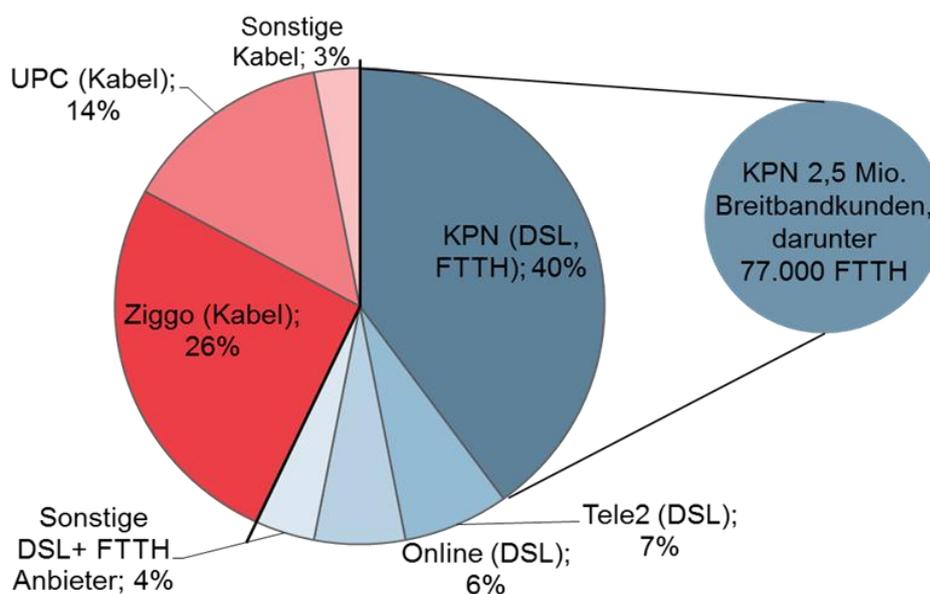
Quelle: OPTA

³⁸ Vgl. OECD (2011).

Kabelnetze haben in den Niederlanden seit langem eine wesentlich größere Bedeutung als in Deutschland, wo der Marktanteil der Kabelnetze beim Festnetz-Breitbandzugang bei rund 13 Prozent liegt. In den Niederlanden basieren 41,6 Prozent der Festnetz-Internetanschlüsse auf Kabelnetzen (vgl. Abbildung 5-1). Die am stärksten verbreitete Breitband-Zugangstechnik ist mit 55 Prozent DSL, wobei 99 Prozent der Bevölkerung mit DSL erreicht werden können.³⁹ Weitere 3,4 Prozent der niederländischen Breitbandzugänge sind Glaserfaseranschlüsse. Das Verhältnis der Marktanteile von Telcos und Kabelnetzbetreibern ist seit Jahren recht stabil.

In den Niederlanden herrscht ein sehr hoher intermodaler Wettbewerb. Die wesentlichen Akteure im niederländischen Festnetz-Breitbandmarkt sind die Kabelnetzbetreiber UPC und Ziggo, der Incumbent KPN sowie die mittelgroßen Telekommunikationsunternehmen Tele 2 und Online (vgl. Abbildung 5-2).

Abbildung 5-2: Marktanteile im niederländischen Festnetz-Breitbandmarkt, 2011



Quelle: NLkabel

Ziggo, der größte niederländische Kabelnetzbetreiber, ist hervorgegangen aus dem Zusammenschluss der Unternehmen @Home, Casema/Multikabel (ehemals drittgrößter Kabelnetzbetreiber) und Essent Kabelcom (ehemals zweitgrößter Kabelnetzbetreiber).⁴⁰ UPC Niederlande, der zweitgrößte niederländische Kabelnetzbetreiber, gehört zu UPC Broadband, einem pan-europäischen Tochterunternehmen der Kabelholding

³⁹ Vgl. IDATE (2011), S. 189.

⁴⁰ Vgl. Wernick/Markus/Stamm (2009), S. 61.

Liberty Global.⁴¹ Liberty ist seit dem Jahr 2010 mit Unitymedia auch in Deutschland aktiv und hat zudem kürzlich Kabel BW übernommen.

Ziggo und UPC Niederlande sind jeweils in mehreren Regionen aktiv, ihre Netzgebiete weisen jedoch keine Überschneidung auf. Gemeinsam bedienen sie 92 Prozent der niederländischen Kabelhaushalte und vereinen auf sich einen Marktanteil von knapp 40 Prozent des Breitbandmarktes. Daneben sind mehr als 20 weitere Kabelunternehmen in den Niederlanden aktiv.⁴² Beim überwiegenden Teil dieser Anbieter handelt es sich um lokale Kabelanbieter, die ihre Breitbanddienste nur innerhalb ihrer Gemeinde oder Stadt anbieten.⁴³ Da im Kerngeschäft der Kabelnetzbetreiber – der Bereitstellung von Fernsehdiensten – in den Niederlanden nahezu keine Kundenzuwächse mehr realisierbar sind, liegt der Schwerpunkt ihrer Wachstumsstrategie bei den Breitbanddiensten.⁴⁴

Auf Seiten der Telcos ist der Incumbent KPN der wesentliche Akteur. KPN, die über eine fast flächendeckende Festnetzinfrastruktur und eine Monopolposition im Bereich des Kupfernetzes verfügt, vereint 70 Prozent des Breitbandgeschäfts der Telekommunikationsunternehmen auf sich und kommt damit auf einen Marktanteil von 40 Prozent im niederländischen Festnetz-Breitbandmarkt. Die überwiegende Mehrheit der Breitbandanschlüsse realisiert KPN mittels DSL.

Angesichts eines hohen Wettbewerbsdrucks der von den Kabelunternehmen ausgeht, sah sich KPN zum Einstieg in den NGA-Markt und zum Angebot von hochbitratigen Breitbandzugängen gezwungen.⁴⁵ Beim Ausbau ihrer Netze setzt KPN bisher auf eine zweigeteilte Strategie. Zum einen wird die Übertragungstechnologie VDSL vom Hauptverteiler oder auch vom Kabelverzweiger (FTTC) eingesetzt. Zum anderen beteiligt sich KPN im Rahmen des Joint Ventures Reggefiber am Aufbau von NGA-Netzen.

Reggefiber ist in den Niederlanden der wesentliche Marktakteur beim Aufbau von FTTH-Netzen. Reggefiber wurde zunächst im Jahr 2005 von der Investmentgesellschaft Reggeborgh gegründet.⁴⁶ Seit 2008 ist es ein Joint Venture, an dem sich KPN mit einem Anteil von 41 Prozent beteiligte. Strategisch bedeutet die Ausgliederung des FTTH-Ausbaus in eine separate Unternehmung eine geringere Belastung der KPN-Bilanz bei gleichzeitiger Sicherung der Nachhaltigkeit des Geschäftsmodells durch den Aufbau von langfristig leistungsfähiger Infrastruktur. Der Fokus von Reggefiber liegt auf

⁴¹ UPC steht für United Pan-Europe Communications und ist der größte Kabelnetzbetreiber außerhalb der USA. Die Gesellschaft hat ihren Sitz in den Niederlanden und ist zudem das dominierende Kabelunternehmen in Irland, Polen, Österreich, der Slowakei, Ungarn und Tschechien.

⁴² Vgl. Cable Europe (2009).

⁴³ Mindestens fünf Regionalanbieter bieten in ihrer Region einen Breitbandanschluss mit mehr als 50 Mbit/s. Hierzu zählen: CAIW - Westland, Zeeland Net, Kabel Noord, KabelMedia Brabant Gelderland, OnsBrabantNet Eindhoven (Unternehmensangaben, Stand Juli, 2011).

⁴⁴ Kabelnetze werden in den Niederlanden von gut 90 Prozent der Haushalte für den TV-Empfang genutzt.

⁴⁵ Vgl. RTR (2009) S. 78f.

⁴⁶ Vgl. Meijer, M. (2011).

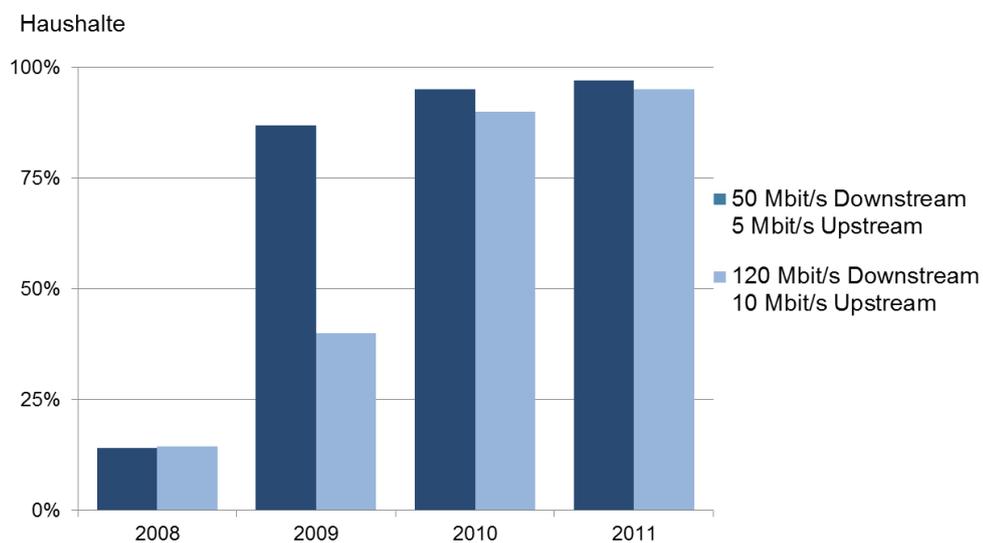
dem Aufbau der passiven Netzinfrastruktur. Reggefiber ist üblicherweise nicht als Serviceprovider im Festnetz-Breitbandmarkt aktiv.⁴⁷

Tele 2 und Online, die beiden mittelgroßen niederländischen Telcos, nutzen für ihr DSL-Angebote jeweils ein Bitstromprodukt der KPN. Sie verfügen beide über keine eigenen Netze.⁴⁸ Mit Blick auf den Aufbau der NGA-Netze ist ihre Relevanz daher gering. Gleichwohl sind sie gewichtige Akteure mit Blick auf den von der niederländischen Regulierungsbehörde angestrebten Dienstwettbewerb.

5.1.2 Ausbaustand und -strategie bei den Kabelnetzen

Die Niederlande verfügten im Jahr 2011 über das bestausgebaute Kabelnetz in Europa. Über 90 Prozent der niederländischen Haushalte können über Kabelnetze mit 120 Mbit/s erreicht werden (vgl. Abbildung 5-3). Das EU-Ausbauziel für das Jahr 2020, 50 Prozent der Bevölkerung mit 100 Mbit/s und mehr zu versorgen, wird in den Niederlanden damit bereits heute übertroffen.⁴⁹

Abbildung 5-3: Verfügbarkeit High-Speed-Kabelinternet in den Niederlanden, 2008-2011



Quelle: NLKabel

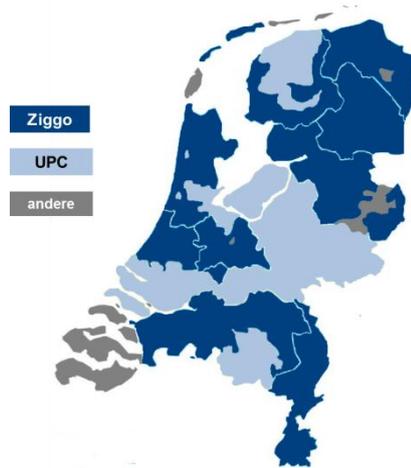
⁴⁷ Nach Auskunft von Reggefiber sind die meisten Serviceprovider nur daran interessiert, Netzwerke zu betreiben, die mehr als 200.000 Endkunden erreichen, so dass beim Aufbau neuer Netze Reggefiber sich zum Teil gezwungen sah, selbst als Anbieter aufzutreten.

⁴⁸ Tele2 ist ein schwedisches Telekommunikationsunternehmen, das in den Niederlanden Festnetz- und Mobiltelefonie, Data-Network und DSL-Breitbanddienste anbietet. Online gehört zu T-Mobile Niederlande und ist Teil der Deutsche-Telekom-Gruppe.

⁴⁹ Vgl. Europäische Kommission (2010c), S. 3.

Dieser hohe Ausbaustand ist maßgeblich den beiden Unternehmen UPC und Ziggo zu verdanken. Ihre Versorgungsgebiete erstrecken sich auf 92 Prozent der niederländischen Haushalte (vgl. Abbildung 5-4).

Abbildung 5-4: Versorgungsgebiete Kabelnetzbetreiber in den Niederlanden



Quelle: PricewaterhouseCoopers

Die Internetpenetrationsrate der Kabelnetzbetreiber (Internetkunden/Homes Passed) liegt im Falle von UPC bei 31 und bei Ziggo bei 37 Prozent.⁵⁰ Wobei die hochbitratige Anschlussvariante mit einem Downstream von 120 Mbit/s aktuell nur von einer kleinen Minderheit der Kunden genutzt wird.⁵¹

Beim weiteren Netzausbau konzentrieren sich die Kabelnetzbetreiber derzeit im Wesentlichen auf die nachfragegetriebene Clusterung ihrer HFC-Netze hin zu Deep Fibre. Bereits in den vergangenen Jahren investierten sie beträchtliche Summen in die Aufrüstung ihrer Netze und deren Ertüchtigung mit DOCSIS 3.0.⁵² Hierdurch konnten sie den Incumbent KPN in puncto Bandbreite deutlich hinter sich lassen. Die führenden niederländischen Kabelnetzbetreiber haben seit Jahren schon einen Bandbreitenvorsprung gegenüber den Telcos.⁵³ Ziggo kündigte jüngst an, in Zukunft über sein HFC-Netz Downstream-Raten von bis zu 400 Mbit/s anzubieten.⁵⁴

Ausbaupläne der Kabelnetzbetreiber UPC Niederlande und Ziggo, die auf den Einsatz von Glasfaser bis zum Gebäude (FTTB) abzielen, wurden bislang noch nicht kommuni-

⁵⁰ Unternehmensangaben, Stand Q4/2010.

⁵¹ UPC (2011); <http://www.computeridee.nl/artikel/internet/glasvezel-t%C3%A9-snel-internet?page=0,1>.

⁵² Vgl. Poulus (2009).

⁵³ Vgl. <http://www.nlkabel.nl/nl/Home/Cijfers-en-feiten/Internet.aspx>.

⁵⁴ <https://www.ziggo.com/en/about-ziggo/network>.

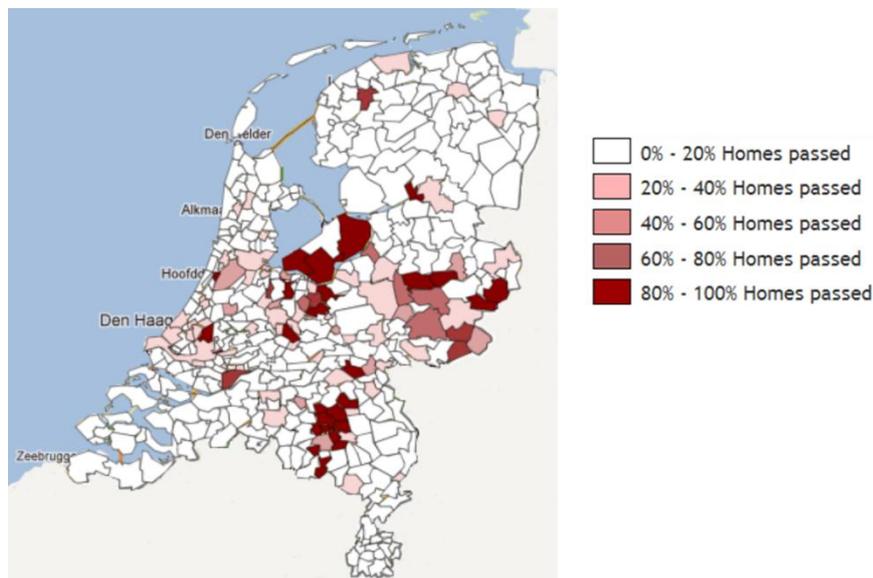
ziert.⁵⁵ Sollte allerdings absehbar werden, dass die Bandbreitennachfrage massiv wächst, wird ein weiterer Netzausbau hin zu RFoG sicherlich neu diskutiert werden.

5.1.3 Ausbaustand und Ausbaustrategien bei den Telco-Netzen

Im Vergleich zu den Kabelnetzen ist der aktuelle Ausbaustand der NGA-Glasfasernetze der Telcos in den Niederlanden bisher eher punktuell. Über die verfügbaren FTTH-Netze konnten Ende 2011 eine Million Nutzer (HP) und damit rund 13,5 Prozent der niederländischen Haushalte erreicht werden.⁵⁶

Die FTTH-Netze konzentrieren sich regional in der Mitte des Landes, wo vor allem in den küstennahen Provinzen Flevoland und Utrecht (Almere, Zeewolde und Dronten) sowie in der Provinz Overijssel (Enschede, Raalte) lokal bereits sehr gut ausgebaute FTTH-Netze zur Verfügung stehen (80 bis 100 Prozent HP). Ein weiteres, größeres Ausbauggebiet liegt im Süden des Landes in der Provinz Nord-Brabant rund um die Stadt Eindhoven (vgl. Abbildung 5-5).

Abbildung 5-5: Verfügbarkeit von Glasfasernetzen in den Niederlanden, 2011



Quelle. Stratix

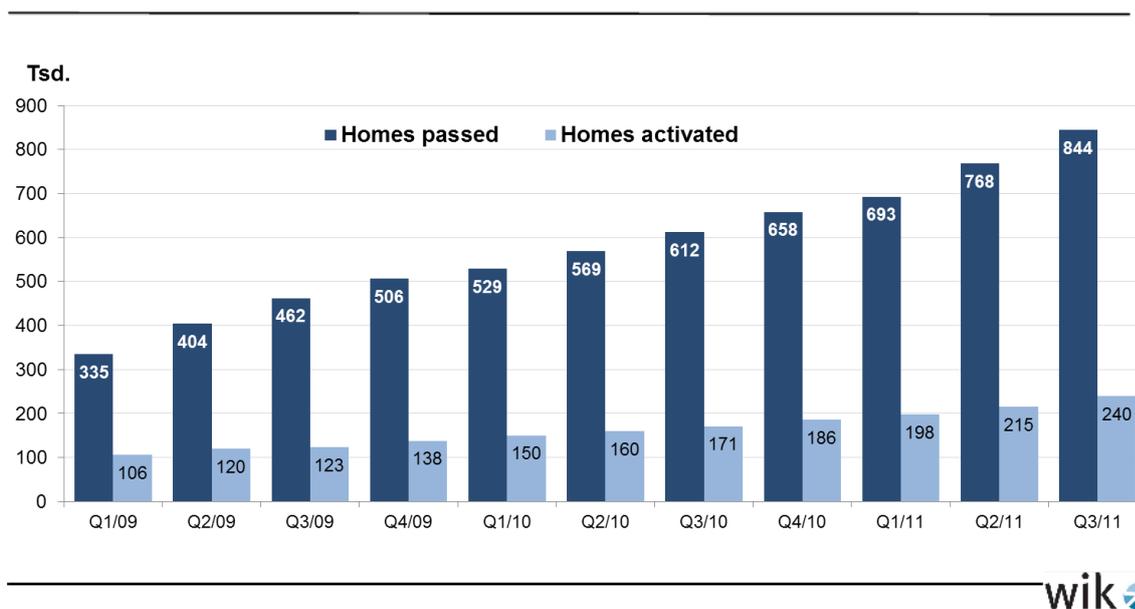
⁵⁵ Vgl. Poulus (2011).

⁵⁶ Glasmonitor (2012). <http://www.ftthplatform.nl/wp-content/uploads/2009/11/Persbericht-glasmonitor-def.pdf>.

Die Verfügbarkeit von FTTH in den Niederlanden korreliert stark mit dem Ausbaustand der Reggefiber-Netze. Rund 85 Prozent des Netzaufbaus entfallen auf dieses Joint-Venture von KPN und Reggeborgh. Die Zustimmung der niederländischen Regulierungsbehörde OPTA zum Einstieg des Incumbents bei Reggefiber war mit einigen Auflagen verbunden. Hierzu zählen insbesondere ein Zugang zur entbündelten Glasfaser für Wettbewerber sowie ein Price Cap. Trotz dieser Regulierungsaufgaben schreitet der Aufbau der FTTH-Netze durch Reggefiber in modernster Point-to-Point-Architektur recht schnell voran.⁵⁷

Reggefiber war im Jahr 2011 in die Glasfaserprojekte von 110 Gemeinden involviert. Gegen Ende des Jahres erreichte das Unternehmen mit seinen FTTH-Netzen rund 844.000 Haushalte (HP), 240.000 hiervon sind bereits Kunden (Homes Activated). Dies entspricht etwa 3 Prozent der niederländischen Haushalte (vgl. Abbildung 5-6).

Abbildung 5-6: Reggefiber FTTH-Homes Passed/Activated, 2009-2011



Quelle: Reggefiber

Das Geschäftsmodell von Reggefiber zielt insbesondere auf den Anschluss von kleineren Städten. Für den Aufbau eines Netzes kooperiert Reggefiber üblicherweise mit einem bereits vor Ort aktiven Anbieter. Diese Kooperationen bergen wettbewerbliche Risiken. Daher unterliegen sie regulatorischen Auflagen in Form von Architekturvorgaben (Ausbau in P2P-Architektur) sowie der Vorgabe eines Entbündelungsmodells (Glasfaserentbündelung am ODF).⁵⁸ Mit den Netzinvestitionen wird jeweils begonnen, sobald 40 Prozent der Bevölkerung sich für das Breitbandangebot angemeldet haben.

⁵⁷ Vgl. van Gorp/Middleton (2010).

⁵⁸ Vgl. Neumann (2009).

Die Finanzierung des bisherigen Ausbaus erfolgte mit Unterstützung durch die Europäische Investitionsbank (EIB) sowie durch Privatbanken.⁵⁹ Das Reggefiber-Netz wird allen Anbietern diskriminierungsfrei zu Verfügung gestellt. Es bildet bereits die Grundlage für FTTH-Dienste einer Vielzahl von Service-Providern.⁶⁰

Ergänzend zu den FTTH-Projekten von Reggefiber gibt es in den Niederlanden rund weitere 100 lokale FTTH-Projekte von Versorgungsunternehmen, Kommunen und Genossenschaften. Viele dieser Projekte befinden sich noch in der Planungsphase. Die typische Netzgröße liegt bei 20.000 bis 60.000 HP.⁶¹ Derzeit werden mit lokalen FTTH-Projekten 15 Prozent der Homes Passed erreicht.

Ein Beispiel für einen derartigen FTTH-Ausbau durch Kommunen, Genossenschaften und Versorgungsunternehmen ist das FTTH-Netzwerk OnsNet in der Gemeinde Nuenen nahe Eindhoven.⁶² Für den Netzaufbau in Nuenen sind die lokalen Haushalte der Genossenschaft OnsNet Nuenen UA beigetreten, um gemeinsam mit Unternehmen und kommunalen Einrichtungen den Glasfaserausbau zu finanzieren. Vom Staat wurde eine Anschubfinanzierung bereitgestellt, die 16.000 Haushalten (86 Prozent) einen kostenlosen Anschluss im ersten Jahr ermöglichte. Die Genossenschaft ist Eigentümerin des Netzes, kommt für die Instandhaltung auf und stellt es in einem Open Access-Modell den Diensteanbietern als Vorleistung zur Verfügung.

International hat dieses FTTH-Projekt die Diskussion über innovative Finanzierungsmodelle für Glasfasernetze angeregt.⁶³ Auf nationaler Ebene üben derartige Projekte insbesondere Wettbewerbswirkung aus. Erfolgreiche kommunale Breitbandprojekte wie Nuenen, die z. T. einen relativ hohen Marktanteil erzielen, haben den Incumbent zu einem verstärkten Einsatz beim FTTH-Ausbau animiert.

Die Strategien hinsichtlich des weiteren Ausbaus von Glasfasernetzen sind bei den lokal aktiven FTTH-Akteuren überwiegend räumlich fokussiert. Hier wird der Netzausbau insbesondere für angrenzende Gebiete und direkte Nachbargemeinden projiziert. Demgegenüber stehen die ambitionierten Ausbauziele des Incumbents: Reggefiber hat angekündigt, bis zum Jahr 2012 16 Prozent und bis 2020 sogar 80 Prozent der Haushalte mit seinen FTTH-Netzen erreichen zu wollen (Homes Passed).

Der Tätigkeitsschwerpunkt des Joint-Venture-Partners Reggeborgh liegt auf Immobilienprojekten und ähnlich langfristigen Investitionen mit Amortisationszyklen von 10 bis 30 Jahren. Dies prägt auch den Planungshorizont von Reggefiber und steht in Kontrast zu den deutlich kürzeren Planungszyklen, wie sie heute bei Telekommunikationsunternehmen üblich sind. Dieser Planungshorizont ermöglicht dem Joint-Venture hohe Investitionen in Infrastruktur, die sich erst in der mittel- bis langfristigen Zukunft refinanzieren.

⁵⁹ Vgl. Tauber (2011).

⁶⁰ Hierzu zählen u. a. Alice, Konzepte ICT, Edutel, Heroes. Jetzt, Kick-XL, Kliksafe, KPN Fiber, Lijbrandt, Online, OnsBrabantNet, PLINQ, Solcon, TriNED, Tweak-Faser und XMS.

⁶¹ Vgl. Poulus (2011).

⁶² Vgl. <http://www.onsnethuenen.nl>.

⁶³ Vgl. BMWi (2010), S. 49.

Für eine Breitbandabdeckung von ca. 16 Prozent bis Ende des Jahres 2012 müssen in diesem Jahr noch 250.000 bis 300.000 Haushalte angeschlossen werden. Die durchschnittliche Zuwachsrate der Reggefiber lag im Zeitraum von Anfang 2009 bis Anfang 2011 bei ca. 172.500 FTTH-Homes Passed pro Jahr.⁶⁴ Sollte Reggefiber diese Geschwindigkeit beim Netzausbau auch nach 2012 beibehalten, würden bis Ende 2020 ca. 3,4 Mio. Haushalte angeschlossen werden, was einer FTTH Abdeckung von 45 Prozent entspräche.⁶⁵ Um jedoch die von Reggefiber angekündigte 80-Prozent-Abdeckung (HP) bis Ende des Jahres 2020 zu realisieren, müsste das Ausbautempo deutlich erhöht werden.

Der Incumbent KPN hält aktuell eine Beteiligung von 41 Prozent an Reggefiber. Er verfügt jedoch über die Option, die Anteile an Reggefiber bis auf 60 Prozent zu erhöhen. Die Zukauf-Option basiert auf einer vordefinierten Zeitliste mit operationellen Meilensteinen, Optionspreisen mit einer fixen Preisstruktur und einer klaren Finanzierungsregelung zwischen den Stakeholdern bezüglich des zukünftigen Aufbaus von FTTH-Netzen. Eine erste Anteilserhöhung auf 51 Prozent kann frühestens Ende 2012 bzw. bei 1 Million Homes Connected (aktuell 687.000) erfolgen. Weitere 9 Prozent können gegebenenfalls im Januar 2014 bzw. ab 1,5 Mio. Homes Connected erworben werden.⁶⁶

5.1.4 Fazit Niederlande: Kabel als Katalysator für FTTH-Ausbau

In den Niederlanden lässt sich ein effektiver Infrastrukturwettbewerb beobachten, der in den vergangenen Jahren zu einem massiven Ausbau der NGA-Netze geführt hat. Über Kabelinternet können bereits heute über 90 Prozent der niederländischen Haushalte mit 100 Mbit/s und mehr erreicht werden. Auch was die Angebotsvielfalt an Breitbandvarianten angeht, zeigen sowohl der Wettbewerb auf Infrastrukturebene zwischen Kabel- und FTTH-Netzen als auch bei den FTTH-Netzen auf Diensteebene erhebliche Wirkung. Zum Jahresbeginn 2012 kündigte KPN an, ein FTTH-Angebot mit 500 Mbit/s im Markt zu lancieren und damit die angekündigten 400 Mbit/s-Anschlüsse von Ziggo zu überbieten.⁶⁷

Auch weiterhin bestehen ambitionierte Ausbauziele des Incumbents KPN, der einen nahezu flächendeckenden FTTH-Ausbau bis 2020 angekündigt hat. Der Ausbau durch KPN/Reggefiber erfolgt – trotz Regulierungsaufgaben der OPTA – in modernster FTTH-Technologie (Point-to-Point)⁶⁸. Ergänzend gibt es zahlreiche lokale FTTH-Projekte, die durch die Kofinanzierungs- und Kooperationsmodelle der niederländischen Regierung unterstützt werden. Im Jahr 2011 wurden rund 200 FTTH-Projekte in ca. 400 niederlän-

⁶⁴ Berechnung auf Basis der Unternehmensangaben von Reggefiber, vgl. <http://www.eindelijk-glasvezel.nl/resultaten.html>.

⁶⁵ Vgl. Poulus (2011).

⁶⁶ Homes Connected (HC) – die Anzahl bezieht sich auf Ende Q3/ 2011; vgl. hierzu KPN (2011b).

⁶⁷ <http://www.telegeography.com/products/commsupdate/articles/2012/01/10/royal-kpn-switches-on-500mbps-fibre-service>.

⁶⁸ Vgl. de Bijl (2011).

dischen Gemeinden registriert. Nach Erwartungen der Regulierungsbehörde OPTA sind bis 2014 ein Viertel der niederländischen Haushalte über FTTH erreichbar.

Das Beispiel Niederlande zeigt, dass sich ein etablierter Telco-Incumbent durch Infrastruktur- und Dienstewettbewerb zu Investitionen in NGA-Infrastrukturen gezwungen sieht. Wenn KPN sich an seine Ankündigungen hält, sollte es für die Niederlande möglich sein innerhalb von zwei Jahrzehnten eine FTTH-Abdeckung von 95% zu erreichen.⁶⁹ Unterstützt werden flächendeckende Ausbauziele in den Niederlanden durch eine hohe Einwohnerdichte von aktuell 402 Einwohner pro km². Diese im Vergleich zu Deutschland (229 Einwohner pro km²) dichte Besiedelung unterstützt die Wirtschaftlichkeit eines flächendeckenden Netzaufbaus.

5.2 Vergleichsmarkt Schweiz

5.2.1 Marktstruktur

Wie in den Niederlanden ist auch in der Schweiz bereits ein sehr hoher Versorgungsstand bei Breitbandzugängen über Festnetze erreicht. Im Juni 2011 nutzten nach OECD-Angaben 38,3 Prozent der Einwohner in der Schweiz das Internet über leitungsgebundene Breitbandanschlüsse, d. h. über 80 Prozent der Haushalte verfügten zu diesem Zeitpunkt über einen Breitbandanschluss.⁷⁰ Die Schweiz zählt damit neben den Niederlanden zu den führenden Breitbandnationen in Europa.

Die Breitbandanschlüsse in der Schweiz basieren mit 71 Prozent überwiegend auf DSL. 28 Prozent der Haushalte nutzen 2010 einen Internetzugang über das Kabelnetz (vgl. Abbildung 5-7). Der Anteil an FTTH-Anschlüssen lag nach Angaben der BAKOM im Jahr 2010 noch bei unter einem Prozent.

Kabelnetzbetreiber waren bereits 1998 und damit noch vor den Telcos im Schweizer Breitbandmarkt aktiv.⁷¹ Die Telcos, allen voran der Schweizer Incumbent Swisscom, holten jedoch schnell mit ihren DSL-Zugängen auf. Der relative Marktanteilsrückgang von Kabelinternet wird von einigen Experten auch auf das zwischenzeitlich schlechte Image der Schweizer Kabelnetzbetreiber zurückgeführt.⁷² Der marktbeherrschende Kabelnetzbetreiber Cablecom, der heute ca. 64 Prozent des Schweizer Kabelmarktes auf sich vereint, wurde im Jahr 2003 an eine Investmentgesellschaft verkauft und verlor durch die Umstellung von Fernsehprogrammen und durch schlechte Serviceleistungen das Vertrauen vieler Kunden. Erst nach der erneuten Übernahme im Jahr 2005 durch das pan-europäische Kommunikationsunternehmen Liberty Global und der Umfirmie-

⁶⁹ Vgl. de Bijl (2011), S. 20.

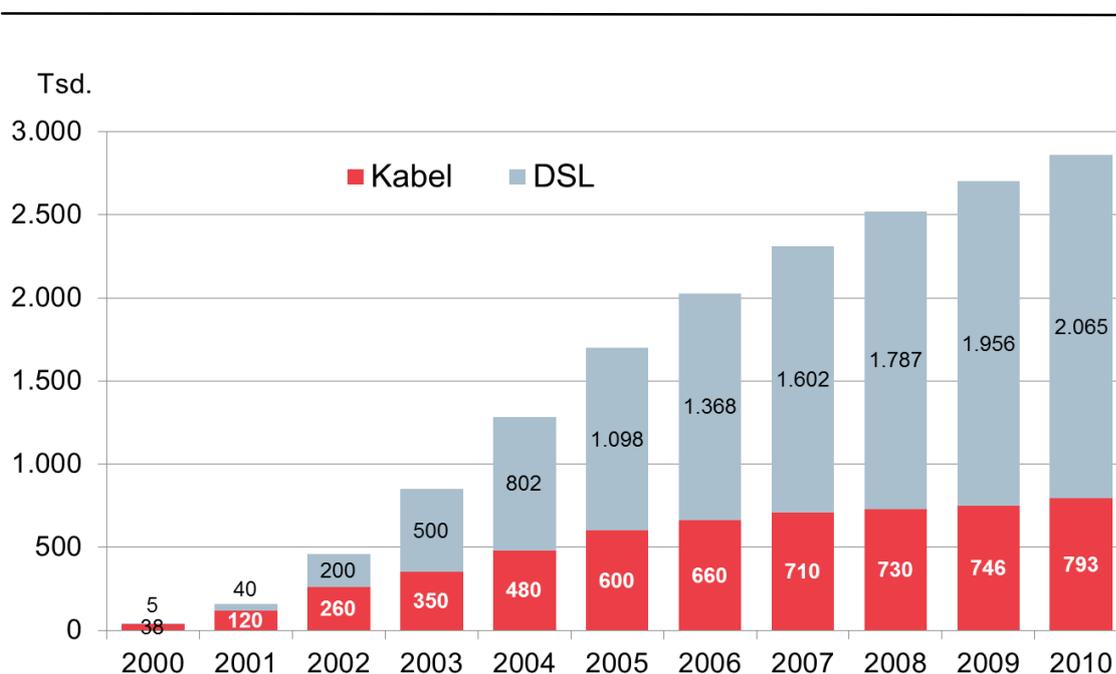
⁷⁰ Vgl. OECD (2011).

⁷¹ Die Liberalisierung im Januar 1998 eröffnete den Kabelnetzbetreibern die Möglichkeit, auch Telekomdienste wie Internet, Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, Telefon- und Multimedia-Dienste anzubieten. Die Telekommunikationsunternehmen bieten einen Breitbandzugang erst seit dem Jahr 2000 an.

⁷² Vgl. Kowalksi (2011).

Die neben UPC Cablecom bestehende Schweizer Kabelbranche ist mit über 240 Unternehmen relativ kleinteilig organisiert, jedoch vielfach kooperativ miteinander verbunden. Ein Teil der überwiegend lokal agierenden Kabelunternehmen ist über Beteiligungen mit UPC Cablecom verbunden. Ferner bestehen strategische Kooperationen zwischen den kleinen Kabelnetzbetreibern untereinander, um im Wettbewerb mit den Telcos zu bestehen bzw. Synergien beim Ausbau der Netze zu nutzen. Der größte Kabelverbund besteht beispielsweise aus 14 unabhängigen lokalen Kabelnetzbetreibern, dem Full Service-Provider Finecom Telecommunications sowie dem Wasserwerk Zug AAG. Die beteiligten Unternehmen vertreiben ihre Dienste gemeinsam unter der Marke

Abbildung 5-7: Festnetz-Breitbandzugänge in der Schweiz nach Zugangsart, 2000-2010



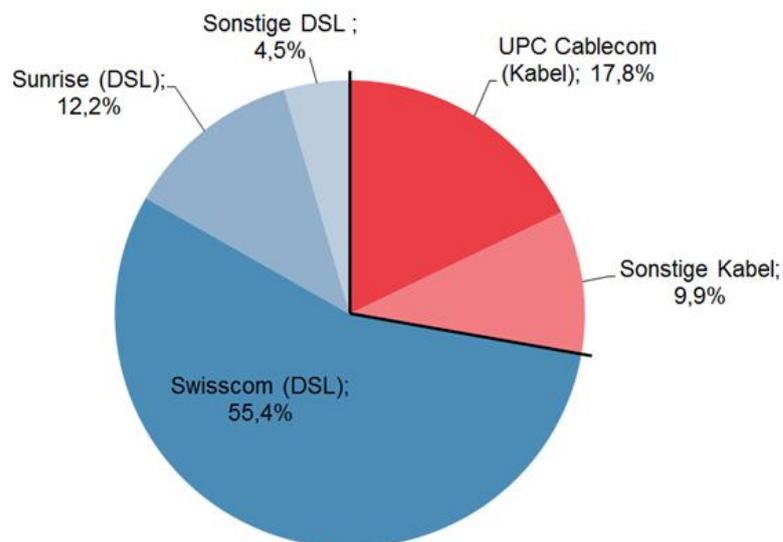
Quelle: ComCom Tätigkeitsbericht 2010

Die neben UPC Cablecom bestehende Schweizer Kabelbranche ist mit über 240 Unternehmen relativ kleinteilig organisiert, jedoch vielfach kooperativ miteinander verbunden. Ein Teil der überwiegend lokal agierenden Kabelunternehmen ist über Beteiligungen mit UPC Cablecom verbunden. Ferner bestehen strategische Kooperationen zwischen den kleinen Kabelnetzbetreibern untereinander, um im Wettbewerb mit den Telcos zu bestehen bzw. Synergien beim Ausbau der Netze zu nutzen. Der größte Kabelverbund besteht beispielsweise aus 14 unabhängigen lokalen Kabelnetzbetreibern, dem Full Service-Provider Finecom Telecommunications sowie dem Wasserwerk Zug AAG. Die beteiligten Unternehmen vertreiben ihre Dienste gemeinsam unter der Marke

QuickLine.⁷³ Quickline ist nach eigenen Angaben die Nummer zwei im Schweizer Kabelnetzmarkt. Dieser Verbund bietet seine Internetprodukte insgesamt rund 270.000 Haushalten (Homes Passed) in 240 Gemeinden an.⁷⁴ Quickline verfügt über rund 70.000 Kunden und erzielt damit einen Marktanteil von 2 bis 3 Prozent am Schweizer Festnetz-Breitbandmarkt.⁷⁵

Auf Seiten der Telcos dominiert mit dem Incumbent Swisscom ebenfalls ein überlegener Anbieter. Mit 1,6 Mio. Breitband-Anschlüssen und einem Marktanteil von 55 Prozent ist Swisscom führender Breitbandanbieter in der Schweiz (vgl. Abbildung 5-8).⁷⁶

Abbildung 5-8: Marktanteile der Breitbandanbieter in der Schweiz, 2010



Quelle: ComCom Tätigkeitsbericht 2010

Entgegen den jüngeren Entwicklungen in anderen Ländern, wo die Incumbents z. T. deutliche Marktanteilsverluste hinnehmen mussten, konnte Swisscom in den letzten Jahren Marktanteilsgewinne für sich verbuchen. Anders als die Incumbents in Nachbarmärkten war Swisscom aufgrund eines Beschlusses im Bundesrat dazu gezwungen, sich auf den Heimatmarkt zu konzentrieren. Die Investitionen flossen somit nicht in Auslandsbeteiligungen sondern in die Inlandsnetze. Diese politisch veranlasste Konzentration von Swisscom auf die Schweiz hat mit dazu beigetragen, dass die Schweizer TK-Netze heute sehr gut ausgebaut sind und eine hohe Abdeckung mit hochbitratigen An-

⁷³ <http://www.quickline.com/Pages/default.aspx?flash=on&flashbw=0>.

⁷⁴ Verbandsangaben, Stand Juni 2011.

⁷⁵ <http://www.digi-tv.ch/digital-tv-news/7768-quickline-erhoeht-internetbandbreite-massiv-und-lanciert-neue-kombi-produkte.html>.

⁷⁶ Eigentümer des Incumbents Swisscom ist zu einem relevanten Anteil der Bund.

schlüssen aufweisen. 2011 konnten 80 Prozent der Haushalte über VDSL mit 20 Mbit/s und mehr versorgt werden.⁷⁷

Sunrise, als zweitgrößter Telekommunikationsanbieter in der Schweiz, nutzt für seine DSL-Dienste im Rahmen eines Bitstrom-Vorleistungsangebotes ebenfalls Swisscom-Netze. Die ehemalige Tochter der dänischen Tele Danmark (TDC), die heute einer luxemburgischen Beteiligungsgesellschaft gehört, bietet aktuell keine Breitbandprodukte mit mehr als 50 Mbit/s an. Sunrise ist jedoch an einem Zugang zu den FTTH-Netzen von Swisscom für künftige Angebote interessiert.⁷⁸

5.2.2 Ausbaustand und -strategien Telco-Netze

Das deutsche Infrastrukturziel, bis zum Jahr 2014 75 Prozent der Haushalte mit mindestens 50 Mbit/s zu versorgen, wird in der Schweiz bereits heute über das VDSL-Netz von Swisscom erreicht. Dennoch findet ein weiterer dynamischer Aufbau von FTTH-Netzen statt. Wesentlicher Treiber des FTTH-Ausbaus sind die Städte und Gemeinden.

In der Schweiz genießt die Versorgung mit Breitband eine sehr hohe politische Priorität und gilt als die Elektrizität des 21. Jahrhunderts. Bereits seit 2008 zählt Breitband in der Schweiz zur Grundversorgung⁷⁹, ab März 2012 soll die minimale Downloadrate von derzeit 600 Kbit/s auf mindestens 1.000 Kbit/s gesteigert werden.⁸⁰

Der Ausbau der Netze soll nicht dem Zufall der Marktkräfte überlassen werden. Die gewichtige Grundlage für die Entwicklung von Standort und Wirtschaft wird daher politisch aktiv vorangetrieben, insbesondere auf der Gemeindeebene. Bereits in den Jahren 2007 und 2008 haben sich die ersten Schweizer Kommunen – darunter Zürich, St. Gallen, Basel und Genf – innerhalb ihrer Gemeinderäte auf einen eigenständigen FTTH-Netzaufbau verständigt und ihre Energieversorgungsunternehmen mit der Planung beauftragt.

Um den Netzaufbau möglichst effizient zu gestalten, baten das Schweizer Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) und die Regulierungsbehörde ComCom Netzbetreiber und Energieversorgungsunternehmen (EVU) im Jahr 2008 zu einem runden Tisch mit dem Ziel, volkswirtschaftlich unsinnige Doppelinvestitionen zu verhindern. Am sog. FTTH-Round-Table verständigten sich die Marktakteure in den Jahren 2008 bis 2011 auf folgende Vorgehensweisen:

- kein paralleler Netzausbau, Koordination zwischen EVUs und Swisscom, Erschließung mit Mehrfaser-Kabel (4 Faser-Modell),

⁷⁷ Vgl. Furrer/Metzger (2012).

⁷⁸ Das günstigste Breitbandprodukt liegt bei 10 Mbit/s für CHF 40,-. Vgl. http://www1.sunrise.ch/Internet-ohne-Telefonie-cbLy7AqFI.XzcAAAEqC6t.L411-Sunrise-Residential-Site-WFS-de_CH-CHF.html (Stand Sept. 2011).

⁷⁹ Vgl. Fernmeldegesetz (FMG), Artikel 16 Absatz 1.

⁸⁰ <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Schweizer-Regierung-macht-das-Internet-schneller-1394806.html>

- diskriminierungsfreier Zugang für alle Anbieter (Open-Access), Wettbewerb auf Wholesale- und auf Retail-Ebene; Konsumenten können verschiedene Anbieter wählen (Dienstewettbewerb),
- technische Standards: einheitliche Verkabelung in den Gebäuden (4-Faserkabel im Haus, einheitliche optische Steckdose, Kompatibilität am Gebäudeeinführungspunkt),
- einheitlicher Zugang zu Angeboten für Dienstanbieter, Entwicklung einer gemeinsamen Betriebsplattform (derzeit in der Pilotphase, ab 2012 operationell),
- Entwicklung eines Mustervertrages von Swisscom-HEV zur finanziellen Lastverteilung der Inhaus-Verkabelung auf Hauseigentümer und Netzbetreiber. Dieser sieht vor, dass der Netzbetreiber die Inhaus-Verkabelung bezahlt. Die Inhaus-Verkabelung wird zum Eigentum des Hauseigentümer und der Netzbetreiber erhält ein Nutzungsrecht.

Swisscom und EVUs schlossen auf Grundlage der Vereinbarungen am FTTH-Round-Table freiwillige Kooperationsabkommen zum Ausbau erster Städte ab. In den Kooperationsabkommen wurde eine geografische Gebietsaufteilung vorgenommen und festgelegt, wer in welchen Gebieten die Glasfasernetze aufbaut. Darüber hinaus wurde die weitere Form der Zusammenarbeit zwischen EVUs und Swisscom für den Betrieb der Netze vereinbart. Diese Vereinbarung sieht vor, dass Swisscom die Glasfaseranschlüsse an Endkunden vertreibt, während die EVUs sich insbesondere auf das Angebot von Wholesale-Leistungen fokussieren.⁸¹

Die Kooperationsabkommen legten Swisscom und die beteiligten EVUs im Mai 2010 der Schweizer Wettbewerbskommission (WEKO) zur kartellrechtlichen Prüfung vor. Im September 2011 hat die WEKO die Prüfung der ersten Kooperationsabkommen abgeschlossen und im Hinblick auf die Vertragsausgestaltung kartellrechtliche Bedenken geäußert.⁸² Sie verlangte insbesondere Änderungen bei folgenden wiederkehrenden kritischen Vertragsklauseln: Layer-1-Exklusivität⁸³, Investitionsschutz⁸⁴ sowie Ausgleichsmechanismus.⁸⁵ Bis Anfang 2012 konnten die Kooperationsabkommen für Zürich, Luzern, Bern und Basel durch entsprechende Korrekturen gesichert werden.⁸⁶ Der Verzicht auf die Layer-1 Exklusivität ermöglicht den Städten weiterhin mit Swisscom

⁸¹ Die Kooperationsabkommen sind mit lokal unterschiedlichen Ausgestaltungen, in Anlehnung an die jeweiligen Bedürfnisse der Kommunen. Ein Endkundenvertrieb durch die EVUs ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen.

⁸² Vgl. WEKO (2011).

⁸³ Layer-1-Exklusivität: nur die EVU dürfen Großhandelsprodukte auf Layer-1-Ebene unterbreiten; lediglich im Fall eines Verzichts der EVU kann Swisscom als Layer-1-Anbieter zum Zuge kommen.

⁸⁴ Investitionsschutzvereinbarung: Die Kooperationsabkommen enthalten Vereinbarungen, die zumindest für den Zeitraum der Aufbauphase unterbinden sollen, dass die EVU ihre Großhandelspreise so niedrig setzen, dass Swisscom unter Berücksichtigung ihrer Investitionskosten diskriminiert wird.

⁸⁵ Ausgleichsmechanismus: Die Investitionskosten werden gemäß des erwarteten Nutzungsverhältnisses auf der Glasfaserinfrastruktur im Verhältnis 60/40 geteilt; sollten die späteren Marktanteile von den Investitionsanteilen abweichen, sind Transferzahlungen vorgesehen. Im Fall eines Verkaufs des Netzes hätte der Partner als erster die Möglichkeit, das Netz zu übernehmen (Vorkaufsrecht).

⁸⁶ Vgl. entsprechende PM Swisscom, Nov. 2011 bis Jan. 2012.

zusammenzuarbeiten und den Aufbau der Glasfaserinfrastruktur nahtlos fortzusetzen, ein gewichtiger Vorteil im Standortwettbewerb. Der Incumbent hingegen profitiert von der Fortsetzung der Zusammenarbeit durch geringere Investitionsausgaben.

Der FTTH-Ausbau in der Schweiz konzentriert sich bisher vor allem auf städtische bzw. stadtnahe Gebiete (vgl. Abbildung 5-9). Swisscom unterhält Kooperationsvereinbarungen für die meisten größeren Schweizer Städte. Darüber hinaus verfolgt sie weitere Glasfaserprojekte in kleinen und mittelgroßen Städten, die sie im Alleinbau realisiert. Bis Ende des Jahres 2011 wurden von Swisscom rund 275.000 Wohnungen und Geschäfte erschlossen sowie FTTH-Vereinbarungen zum Ausbau von 32 Städten abgeschlossen.⁸⁷

Abbildung 5-9: Karte der FTTH-Aktivitäten von Swisscom, 2011



Quelle: Swisscom

Der FTTH-Netzaufbau erfolgte damit bislang überwiegend durch Swisscom oder durch Swisscom-Kooperationen. Insgesamt können aktuell ca. 300.000 Haushalte mit FTTB/FTTH versorgt werden (Homes Passed). Dies entspricht etwa 10 Prozent aller Schweizer Haushalte.⁸⁸

Bis jetzt steht bei den FTTH-Projekten in der Schweiz primär der Netzaufbau im Vordergrund und weniger die Kundengewinnung.⁸⁹ Mit ihren aktuellen Kooperationen und

⁸⁷ Vgl. IDATE (2011).

⁸⁸ Vgl. Furrer/Metzger (2012).

⁸⁹ Die Kundenanzahl wird auf rund 1 Prozent der Festnetz-Breitbandanschlüsse geschätzt. Vgl. BAKOM, (2011).

Kooperationsvereinbarungen sichert Swisscom die Glasfasererschließung von über 23 Prozent aller Wohnungen und Geschäfte für die nächste Zukunft. Erwartetes Ziel ist es, bis Ende 2015 rund eine Million Haushalte mit Glasfaser zu erschließen. Dies entspricht einem Drittel der Schweizer Bevölkerung. Hierbei stehen vor allem städtische Ausbaugebiete im Fokus.

Über den Verbund openaxs versuchen die Energieversorger auch den FTTH-Ausbau in den ländlichen Regionen zu beschleunigen. Dort liegen nicht nur die Erschließungskosten pro Wohneinheit um ein Vielfaches höher als in der Stadt, oft fehlt es auch an spezifischem Know-how für den Bau und Betrieb eines FTTH-Netzes. openaxs ist ein Zusammenschluss von EVUs, der gezielt dieses Defizit beseitigen möchte und regionale Energiedienstleister durch z. B. Informationen, Know-how-Transfer, Beschaffung von Kooperationspartnern beim Aufbau von FTTH-Netzen zu unterstützt.⁹⁰ openaxs hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 rund 80 Prozent der Schweizer Bevölkerung mit einem FTTH-Anschluss zu versorgen.⁹¹

Nach WIK-Berechnungen liegt die profitable Ausbaugrenze für die Schweiz bei 60 Prozent der Bevölkerung.⁹² Betreibt der Netzbetreiber Wohlfahrtsmaximierung bei Kostendeckung statt Gewinnmaximierung, kann der wirtschaftlich darstellbare Versorgungsgrad mit FTTH-Netzen von 60 auf 80 Prozent ausgedehnt werden.⁹³

Der relativ hohe potenzielle Versorgungsgrad mit Glasfaser in der Schweiz ist zunächst darauf zurückzuführen, dass dort ein wesentlich höheres Preisniveau für TK-Dienste und ein höherer Anteil an Triple Play-Kunden existiert als in den meisten anderen europäischen Ländern.⁹⁴ Weiterhin ist das Engagement der städtischen EVUs, die nicht ausschließlich der Gewinnmaximierung verpflichtet sind und über interne Quersubventionen auch unprofitable Flächen versorgen können, einer hohen FTTH-Flächendeckung sehr zuträglich.⁹⁵ Viele Städte und Kommunen sind bereit, den Aufbau des FTTH-Netzes über ihre EVUs mitzufinanzieren, um hierdurch Standortvorteile zu generieren. Sie erwarten, dass die heute entstehenden Kosten in den kommenden Jahren durch höhere Steuererträge wieder zurückgewonnen werden können.

5.2.3 Ausbaustand und -strategie Kabelnetze

Was den aktuellen Ausbaustand der NGA-Netze in der Schweiz betrifft, sind die Kabelnetzbetreiber am besten aufgestellt. Bereits heute können 58 Prozent der Schweizer Haushalte über Kabelnetze mit 100 Mbit/s und mehr versorgt werden (DOCSIS 3.0

⁹⁰ Vgl. <http://www.openaxs.ch/de/index.php>.

⁹¹ Vgl. <http://www.swissfibrenet.ch>.

⁹² Vgl. WIK (2010).

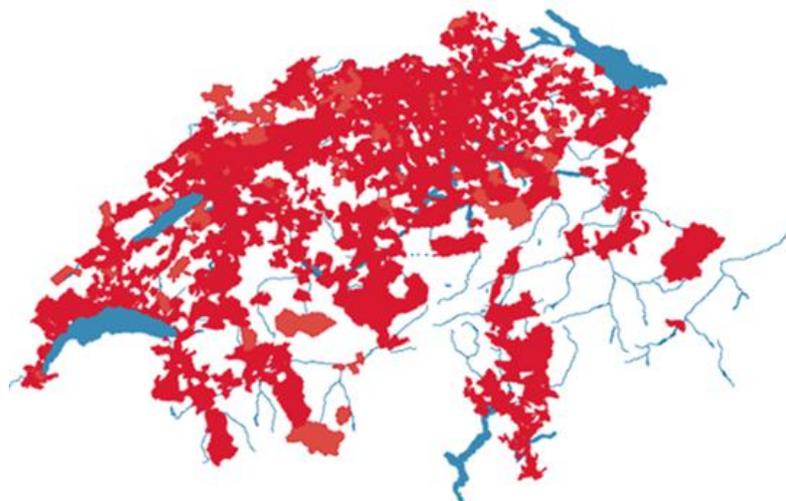
⁹³ Vgl. Neumann (2011), S. 12.

⁹⁴ Vgl. Ilic/Neumann/Plückebaum (2009), S. 6.

⁹⁵ Vgl. WIK-PM vom 22.09.2010.

HP).⁹⁶ Insgesamt können 87 Prozent der Schweizer Haushalte über Kabelnetze angeschlossen werden,⁹⁷ 95 Prozent der HP sind internetfähig (vgl. Abbildung 5-10).⁹⁸

Abbildung 5-10: Regionale Verteilung der Kabelnetze in der Schweiz



Quelle: Polynomics

UPC Cablecom, das größte Schweizer Kabelnetzunternehmen, hat nach eigenen Angaben in den letzten Jahren 1,5 Mrd. Franken (rd. 1,2 Mrd. Euro) in seine Infrastruktur investiert.⁹⁹ Seit dem Jahr 2009 wurden die Cablecom HFC-Netze mit DOCSIS 3.0 ertüchtigt. Zunächst waren hierdurch ab September 2009 Downstream-Geschwindigkeiten von bis zu 100 Mbit/s in den Ballungsräumen Zürich, Bern und Winterthur verfügbar. Bis zum April 2011 wurde der Ausbau mit DOCSIS 3.0 in allen UPC Cablecom Netzen abgeschlossen.¹⁰⁰ UPC Cablecom erreicht 2,1 Mio. Haushalte (HP), was einem Anteil von 60 Prozent aller Schweizer Haushalte entspricht.¹⁰¹

Das Gros der Schweizer Kabelnetzunternehmen ist mit Netzen im überwiegend ländlichem Umfeld präsent. In diesen Regionen ist bisher kein nennenswerter FTTH-Ausbau erfolgt. Hier konkurrieren die Kabelbreitbanddienste mit den VDSL-Angeboten der Telekommunikationsanbieter. Im Direktvergleich sind die Angebote der Kabelnetzbetreiber in Bezug auf Preis und Bandbreite deutlich attraktiver als die Angebote der Telcos Swisscom und Sunrise. Die Mehrzahl der Kabelnetzbetreiber hat mit der DOCSIS 3.0-Ertüchtigung ihrer Netze begonnen, um auch hochbitratige Breitbandzugänge anbieten

⁹⁶ Vgl. Furrer/ Metzger (2012).

⁹⁷ Vgl. Berek (2011), S. 315.

⁹⁸ Vgl. BAKOM (2011).

⁹⁹ Vgl. Sarpong (2011).

¹⁰⁰ Vgl. Hediger (2011).

¹⁰¹ Vgl. <http://www.lgi.com/europe-switzerland.html>.

zu können.¹⁰² Sie profitieren dabei von der Möglichkeit die Kabelnetze schrittweise und nachfrageorientiert für größere Kapazitäten aufzurüsten, ohne die enorm hohen Anfangsinvestitionen wie sie bei FTTH-Netzen anfallen.

In Einzelfällen ist beobachtbar, dass kleinere Kabelnetzbetreiber beim Ausbau ihrer Netze mit Swisscom kooperieren (Pilotprojekt in den Quartieren Chailly und Praz-Sèchaud).¹⁰³ Derartige Ausbaukooperationen werden jedoch nicht als landesweites Modell angesehen, sondern werden die Ausnahme bleiben, da mit weiteren Kooperationen eine Überbauung der eigenen Kabelinfrastruktur einherginge.

In den städtischen Regionen besteht ein unmittelbarer Infrastrukturwettbewerb zwischen Swisscom, Energieversorgern und Kabelunternehmen. UPC sieht die Leistungsgrenze der bestehenden HFC-Netze in den Städten noch lange nicht erreicht. Darüber hinaus sind – wie oben in Abschnitt 4 dargestellt – auch noch weitere Leistungssteigerungen bei den Kabelnetzen möglich, sobald hierfür eine Nachfrage besteht. Nach Einschätzung des Schweizer Kabelnetzverbandes Swisscable, können die HFC-Netze der Kabelnetzbetreiber den FTTH-Netzen auch in Zukunft Paroli bieten.¹⁰⁴

Mit Blick auf zukünftig möglicherweise benötigte höhere Upstream-Geschwindigkeiten (z. B. aufgrund von zunehmender Nutzung von Cloud Computing) besteht für Kabelnetzbetreiber in der Schweiz künftig die Möglichkeit, bereits verlegte Glasfaser von Swisscom oder von einem Energieversorger zu kaufen bzw. zu mieten, um RFoG-Netzarchitekturen zu realisieren. Angesichts des gegenwärtigen Ausbausvorsprungs und der Leistungsfähigkeitsreserven von Kabel, gilt aber eine Beteiligung der Kabelunternehmen am flächendeckenden FTTH-Ausbau in der Schweiz als nicht sehr wahrscheinlich.¹⁰⁵

5.2.4 Fazit Schweiz: Städte und EVUs treiben FTTH-Ausbau voran

In der Schweiz besteht schon seit Jahren ein scharfer Wettbewerb zwischen den Infrastrukturen der Telcos und der Kabelunternehmen, der einen wesentlichen Beitrag zum leistungsfähigen Ausbau der Netze geleistet hat. Bereits heute können über 80 Prozent der Haushalte mit 50 Mbit/s-Zugängen per VDSL erreicht werden. 58 Prozent der Haushalte sind über DOCSIS 3.0-ertüchtigte Kabelnetze und 8 Prozent über FTTH-Netze mit hochbitratigem Breitband von 100 Mbit/s und mehr anschließbar. Deutsche wie europäische Infrastrukturziele werden damit in der Schweiz schon heute deutlich übertroffen.

Der Infrastrukturausbau zeigt in der Schweiz auch weiterhin eine hohe Dynamik. Die NGA-Akteure haben sich früh auf gemeinsame Standards für den FTTH-Ausbau geei-

¹⁰² z.B. Anbieter des Quickline-Verbund - Start DOCSIS 3.0 Umstellung bereits in 2009.

¹⁰³ Die Kooperationslösung sieht vor, dass Citycable in Chailly und Swisscom in Praz-Sechaud ausbaut, wobei jeder 2 Glasfaser pro Wohnung erhält.

¹⁰⁴ Vgl. Swisscable (2011).

¹⁰⁵ Vgl. Eberhart/ Lindner (2010).

nigt und insbesondere die Kommunen und ihre Versorgungsunternehmen spielen eine zunehmend gewichtige Rolle im Netzausbau. Es ist durchaus nicht unrealistisch, dass bereits bis 2015 Glasfaseranschlüsse für etwa 30 Prozent aller Häuser in der Schweiz verfügbar gemacht werden.¹⁰⁶ Das Engagement der Gemeinden forciert den NGA-Ausbau auch in weniger dicht besiedelten Gebieten. Die Kommunen treten hierbei in Vorleistung für die Kosten des FTTH-Ausbaus, um sich eine verbesserte Position im Standortwettbewerb zu sichern. Ein derartiges Engagement von Gemeinden kann in Deutschland bisher nur vereinzelt beobachtet werden.

106 Vgl. Bakom (2011).

6 Fazit

Die Kabelunternehmen sind derzeit in vielen europäischen Ländern in einer relativ komfortablen Situation. Während die wettbewerblichen Telcos mit enormem Investitionsaufwand erst gänzlich neue NGA-Glasfasernetze errichten müssen, um Breitbanddienste mit Datenraten jenseits der 100 Mbit/s bereitzustellen, können die Kabelunternehmen nach weitgehend abgeschlossenen Aufrüstungen mit DOCSIS 3.0 über ihre vorhandenen Netze die Breitbanddienste der nächsten Generation bereits heute anbieten. Hinzu kommt, dass die Nachfrage nach hochbitratigen Anschlüssen noch sehr zurückhaltend ist, so dass die Kabelanbieter bei den wenigen Kunden mit 100 Mbit/s-Anschlüssen trotz Shared Medium die Breitband-Dienstequalität in den HFC-Netzen größtenteils einhalten können.

Damit üben die Kabelunternehmen einen hohen wettbewerblichen Druck auf die Telcos aus, ihren Kunden ebenfalls hochbitratige Anschlüsse anzubieten. Zumal die flächendeckende Errichtung von FTTB/FTTH-Netzen einige Jahre, wenn nicht gar Jahrzehnte, erfordern wird. Den Telcos droht, dass die Kabelunternehmen einen beträchtlichen Teil der Kundenpenetration auf dem NGA-Markt für sich gewinnen können, der dann zum Erreichen der wirtschaftlich notwendigen Skaleneffekte für NGA-Glasfaserinvestitionen fehlen wird.

Die Kabelunternehmen wiederum haben die Option, wenn die Nachfrage nach ihren Premium-Breitbandprodukten in Zukunft anzieht, schnell und kontinuierlich zu reagieren und in ihren Netzen die Kapazitäten weiter ausbauen. Die technischen Möglichkeiten hierfür sind vorhanden. Durch eine Neuclustering der HFC-Netze im Rahmen des „Deep Fibre“-Konzepts oder direkt durch eine Verlegung der Glasfaser bis zum Gebäude mit RFoG. Gewichtige Vorteile dieses Migrationspfades der Kabelnetze in die NGA-Welt sind zum einen, dass die Investitionen nachfragegetrieben erfolgen können. Die Investitionsausgaben sind damit überwiegend inkrementeller Natur und das Risiko wird durch eine Cash Flow-Finanzierung reduziert. Zum anderen kommt den Kabelnetzbetreibern entgegen, dass sie trotz regional unterschiedlich gut ausgebauter Netze und stetiger Netzoptimierungen mit DOCSIS 3.0 eine einheitliche Breitbandplattform betreiben können. Die Kabelkunden merken selbst bei größeren Netzbauten im Idealfall nur eine kurze Dienstunterbrechung für wenige Stunden und danach eine verbesserte Dienstqualität. Darüber hinaus bleibt beim Fernseh- und Hörfunkempfang, beim DOCSIS-Modem und bei der Anschlusskonfiguration alles beim Alten.

Die mitunter artikulierten Befürchtungen hinsichtlich der IT-Sicherheit von Breitbandanschlüssen über das Shared Medium Kabelnetz halten einer näheren Analyse nicht stand. Hinsichtlich der Schutzziele Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit und Authentizität bieten Kabelnetze einen vergleichbar hohen Standard wie andere NGA-Netze. Nach Einschätzungen von Experten liegen die sicherheitstechnischen Herausforderungen nicht auf Infrastrukturebene sondern auf Ebene des IP-Protokolls. Daraus resultieren die in allen IP-Netzen gleichermaßen und seit langem bekannten Risiken, denen die

Nutzer mit entsprechenden Add-on-Sicherheitstools wie VPN oder Signatur- und Verschlüsselungsfunktionen begegnen können.

Unsere Analyse der beiden Vergleichsmärkte Niederlande und Schweiz hat gezeigt, dass dort, wo Kabel schon früh einen hohen Marktanteil am Breitbandmarkt inne hatte, die Telcos in deutlich höherer Dynamik ihre Kupfernetze durch NGA-Glasfasernetze ersetzen. Während in Deutschland erst rund 2,5 Prozent der Haushalte an FTTB/FTTH-Netze anschließbar sind, sind dies in der Schweiz schon 8 Prozent und in den Niederlanden sogar 13,5 Prozent. Nahezu parallel hierzu liegen in den Ländern die Quoten der Haushalte, die per Kabel Breitbandanschlüsse mit 100 Mbit/s und mehr buchen können. Dies sind in Deutschland rund 48 Prozent, in der Schweiz etwa 58 Prozent und in den Niederlanden über 90 Prozent.

Angesichts der Verlautbarungen der deutschen Kabelnetzbetreiber, im Laufe des Jahres 2012 alle internetfähigen Kabelnetze auch auf DOCSIS 3.0 aufzurüsten, können in Kürze über 60 Prozent der Haushalte hierzulande auf hochbitratige Breitbanddienste zurückgreifen. Damit wird ein wesentlicher Anteil des Breitbandziels der Bundesregierung, nämlich bis Ende 2014 75 Prozent der Haushalte mit Anschlüssen mit mindestens 50 Mbit/s zu versorgen, durch das Kabel erfüllt. Gleichzeitig werden die Kabelnetze ihre Wirkung als Katalysator für den NGA-Glasfaserausbau der Telcos weiter verstärken.

Literaturverzeichnis

- ANGA (2011): Das deutsche Breitbandkabel – Fakten und Perspektive 2011, Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e. V., Köln
- ANGA (2011a): Sechster Nationaler IT-Gipfel. Breitbandausbau: Kabel treibt Innovationen, Pressemitteilung vom 5.12.2011, Köln/Berlin
- Arthur D Little (2009): The moment of truth. Cable infrastructure as a competitive Next Generation Access (NGA) platform in a financial crunch?, http://www.adl.com/uploads/tx_extthoughtleadership/ADL_The_Moment_of_Truth_02.pdf
- Bakom (2009): Ansätze zur Regulierung von modernen Telekommunikationsnetzen
- Berec (Body of European Regulators for Electronic Communications) (2010): Next Generation Access - Collection of factual information and new issues of NGA roll-out, Country Case Studies, Februar 2010
- de Bijl, P. W.J. (2011): Broadband Policy in the Light of the Dutch Experience with Telecommunications Liberalization, CPB Discussion Paper Nr. 169
- BMWi (2010): 1. Monitoringbericht zur Breitbandstrategie des Bundes; <http://www.zukunft-breitband.de/Dateien/BMWi/PDF/monitoringbericht-dokumentation-590,property=pdf,bereich=bba,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BNetzA (2010): Eckpunkte über die regulatorischen Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung moderner Telekommunikationsnetze und die Schaffung einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur. http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Telekommunikation/Regulierung/NextGenerationAccess/NGA_Eckpunkte_Id16268pdf.pdf?__blob=publicationFile
- Büllingen, F., Gries, C. und P. Stamm (2007): Stand und Perspektiven der Telekommunikationsnutzung in den Breitbandkabelnetzen, WIK-Diskussionsbeiträge Nr. 286, Bad Honnef
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik - BSI (2011) (Hg.): Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2011, Bonn
- Bundesamt für Statistik (BfS) (2011): Internet in den Schweizer Haushalten, Information: Kommunikation, Konsum, Reisen und Freizeit: Das Internet ist allgegenwärtig, <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/news/publikationen.html?publicationID=4258>
- Bundesnetzagentur (2011): Jahresbericht 2010, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Bonn
- Bundesnetzagentur (2011a): Bericht des NGA-Forums, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 8.11.2011, Bonn
- Bundesnetzagentur (2011b): Tätigkeitsbericht 2010/2011 Telekommunikation, Bericht gemäß § 121 Abs. 1 Telekommunikationsgesetz, Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Dezember, Bonn
- Cable Europe (2009): Cable Facts and Figures, <http://www.cableeurope.eu/uploads/images/FF-YE2009/Facts%20&%20Figures%20-%202009.pdf>
- Cable Television Laboratories, Inc. (Hg.) (2010): Data-Over-Cable Service Interface Specifications, DOCSIS 3.0, Security Specification, CM-SP-SECv3.0-113-100611

- Cablecom (2011): cablecom weitet Fiber Power auf Regionen im Mittelland aus, Pressemitteilung vom 27.1.2011, <http://www.upc-cablecom.ch/b2c/about/media.htm?newsitem=217>
- ComCom (Eidgenössische Kommunikationskommission) (2010): Tätigkeitsbericht 2010, http://www.opta.nl/download/rapport_telecompaper_fibretothehome.pdf
- Compter, E. und Schepers, J. (2008): Fibre-to-the-Home (FttH) in the Netherlands, Report commissionde by OPTA, Telecompaper, www.opta.nl/download/rapport_telecompaper_fibretothehome.pdf
- DB Research (2009): Ausbau der Breitbandinfrastruktur, Regulierung und Investition, http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD0000000000248320.pdf
- Eberhart, J. und A. Lindner (2010): Glasfasernetze - das Ende des Hypes?! in Focus (Ausgabe Nr. 19, Juni 2010), http://www.tcbe.ch/images/content/focus_19_2010-1.pdf
- Europäische Kommission (2010a): Progress Report on the single European Eelektronic Communications Market (15th REPORT), Part I, http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecom/doc/implementation_enforcement/annualreports/15threport/15report_part1.pdf
- Europäische Kommission (2010b): Progress Report on the single European Eelektronic Communications Market (15th REPORT), Part II, http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecom/doc/implementation_enforcement/annualreports/15threport/15report_part2.pdf
- Europäische Kommission (2010c): Europäische Breitbandnetze: Investition in ein internetgestütztes Wachstum, KOM(2010) 472 endgültig, [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com\(2010\)0472_/com_com\(2010\)0472_de.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2010)0472_/com_com(2010)0472_de.pdf)
- Furrer, M. (2011): Glasfaser-Erschließung in der Schweiz und Europa – bisherige Entwicklung und Lehren für die Zukunft, asut-Kolloquium 2011 Bern, 4. November 2011, <http://asut.ch/files/pdf1078.pdf?1841>
- Furrer, M. und P. Metzger (2012): Runder Tisch „Glasfasernetze bis in die Haushalte (FTTH) eine Bilanz, Medienorientierung vom 16.1.2012, <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/25403.pdf>
- FTTH Council Europe (2011): Nur FTTH überwindet Kluft zwischen Stadt und Land. Meldung vom 11. Oktober 2011; http://www.ftthcouncil.eu/documents/Opinions/2011/Rural_FTTH_FINAL_G.pdf
- Götz, G. und P. Zenhäuser (2011): Investitionen und Regulierung bei schnellen Internetzugängen. Ein Vergleich von Deutschland und der Schweiz. http://www.glasfasernetzschweiz.ch/GLAS/media/GLASMediaLibrary/Glasfasernetz_Schweiz_Vergleichsanalyse_DE-CH.pdf
- Hediger, P. (2011): Neue KMU-Lösungen von upc cablecom business, Meldung in OnlinePC vom 1.5.2011, http://www.onlinepc.ch/index.cfm?CFID=76267048&CFTOKEN=47518194&page=104029&artikel_id=28277
- Herren, H. und S. Kilchenmann (2009): Swisscom, FMG & Glasfaser (11.5.2009), http://www.viamalablog.ch/wp-content/uploads/2010/01/20090814_7-EA_PP_Swisscom_FMG_Glasfaser-09.06.09.pdf

- IDATE (2010): FTTH/B Panorama, FTTH Council Europe Conference, 9./10.2.2011
- IDATE (2011): Broadband Coverage in Europe. Final Report 2011 Survey.
- IDATE (2011): FTTx Markets: Global perspective. Drivers & Challenges for FTTH. Digi World Summit 2011. http://www.digiworldsummit.com/2011/UserFiles/File/MONTAGNE_Roland_DWS2011.pdf
- Ilic, D.; Neumann, K.H. und T. Plückebaum (2009): Szenarien einer nationalen Glasfaserausbaustrategie in der Schweiz, WIK-Studie für BAKOM
- Inderst, R., Kühling, J., Neumann, K.-H. und M. Peitz (2010): Investitionen, Wettbewerb und Netzzugang bei NGA, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 344, Bad Honnef
- Jaag, C. und U. Trinkner (2009): Kabelstaat statt Kabelsalat? Umsetzungsvarianten einer öffentlichen Glasfaserpolitik, in: Die Volkswirtschaft - Das Magazin für Wirtschaftspolitik 11-2009, S. 46 - 50
- Jay, S., K.-H. Neumann und T. Plückebaum (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbau und sein Subventionsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 359, Bad Honnef
- Kamiel, A. (2010): Dutch Broadband Q1 2010, Telecompaper Research Report, <http://www.telecompaper.com/research/dutch-broadband-q1-2010>
- Kamiel, A. (2011): Ziggo and UPC make smart move with different mobile partners, <http://www.telecompaper.com/commentary/ziggo-and-upc-make-smart-move-with-different-mobile-partners>
- Kessler, M. (2011): TK-Recht: EU ermahnt 20 Staaten wegen verspäteter Umsetzung. Auch Deutschland erhält einen Rüffel aus Brüssel, Meldung auf [teltarif.de](http://www.teltarif.de/eu-kommission-ermahnung-telekommunikation-vorschriften-20-mitgliedsstaaten/news/43384.html) vom 19.7.2011, <http://www.teltarif.de/eu-kommission-ermahnung-telekommunikation-vorschriften-20-mitgliedsstaaten/news/43384.html>
- Kiesewetter, W. (2011): Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 363, Bad Honnef
- Kowalkski, M. (2011): UPC Cablecom: Vom Knochen zur Artischocke in Bilanz 09/11; <http://www.bilanz.ch/unternehmen/vom-knochen-zur-artischocke>
- KPN (2011a): Reggefiber joint-venture paper, 9.11.2011, http://www.kpn.com/corporate/about_kpn/investor-relations/publications/Other-publications.htm - 34k
- KPN (2011b): KPN announces next steps in its commitment to Fiber-To-The-Home, <http://www.kpn.com/corporate/aboutkpn/Press/pressrel/KPN-announces-next-steps-in-its-commitment-to-FibertotheHome.htm>
- Liberty Global (2011): Q2 2011 Investor Call vom 3.8.2011, http://www.lgi.com/PDF/Q2-2011-Presentation_Final.pdf
- Marcus, J. S. und P. Stamm (2006): Kabelinternet in Deutschland, WIK Policy Paper für den Deutschen Kabelverband
- McKelvey, J.T. (o. J.): Combating Security Risks on the Cable IP Network, Cisco Systems, Inc., USA

- Medienanstalten (2011): Digitalisierungsbericht 2011 - Offen, neutral, hybrid – die neue (Un)Ordnung der Medien, Die Medienanstalten – ALM GbR (Hg.), August 2011, Berlin
- Meijer, M. (2011): Financing FttH-Networks in the Netherlands, Pre Conference Workshop, 08.2.2011, Milan, www.slideshare.net/ceobroadband/ftth-conference-2011-workshop-mark-meijer
- N.N. (2010): FTTH, cable drive Dutch broadband market to 6.13 million, Telecom Paper News 16.6.2010, <http://www.telecompaper.com/news/ftth-cable-drive-dutch-broadband-market-to-613-million>
- N.N. (2011): Kabelnetzbetreiber erreicht 1,37 Gbit/s, Meldung auf [golem.de](http://www.golem.de) vom 17.2.2011, <http://www.golem.de/1102/81507.html>
- Neumann, K.H. (2009): Wettbewerb und Kooperation auf dem Wege zum schnellen Internetzugang, WIK-Newsletter Nr. 74; März 2009.
- Neumann, K.H. (2010): Wirtschaftlichkeit von FTTH-Netzen und Wettbewerbsmöglichkeiten in der Schweiz, Vortrag auf dem 11. asut-Kolloquium, am 17.9.2010 in Bern, <http://asut.ch/files/pdf901.pdf?5509>
- Neumann, K.H. (2011): Szenarien einer nationalen Glasfaserausbaustrategie in der Schweiz, Präsentation auf der zehnten Sitzung des NGA-Forums, Bonn 17.2.2011; http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Teltekommunikation/Regulierung/NGAForum/10teSitzung/NGAForum170211GlasfaserausbauSchweiz.pdf;jsessionid=82E8D7F516C3660652E238E814472A7B?__blob=publicationFile
- OECD (2009): Indicators of Broadband Coverage, <http://www.oecd.org/dataoecd/41/39/44381795.pdf>
- OECD (2011): OECD Communications Outlook 2011
- OPTA (2010a): Structural Monitoring Markets 2010 Q3 and Q4; <http://www.opta.nl/en/news/all-publications/publication/?id=3405>
- OPTA (2010b): Annual Report 2010, <http://www.opta.nl/en/news/all-publications/publication/?id=3389> (abgerufen am 26.7.2011)
- OPTA (2011): Digitisation stimulates competition, close supervision of business markets remains necessary, <http://www.opta.nl/en/news/all-publications/publication/?id=3436>
- Poulus, T. (2009): The future of cable broadband in the Netherlands, Telecompaper Research Brief www.telecompaper.com/research/the-future-of-cable-broadband-in-the-netherlands
- Poulus, T. (2011): If KPN wants to match the French FTTH plans, it should buy out Reggefiber, 8.2.2011; Telecompaper Market Commentary, <http://www.telecompaper.com/commentary/if-kpn-wants-to-match-the-french-ftth-plans-it-should-buy-out-reggefiber>
- PricewaterhouseCoopers (2010): Quick scan spectrum awards in the Netherlands. Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation, <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/02/11/quick-scan-spectrum-awards-in-the-netherlands.html>

- RTR (2009): Breitbandanschlussnetze in Österreich. Kooperationsmodelle und Finanzierung für Infrastruktur für Next Generation Access, Schriftenreihe der Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH, Bd. 2/2009, <http://www.rtr.at/de/komp/Publikationen/Band2-2009.pdf>
- RTR (2010), RTR Aktuell, Fachbereich Telekommunikation, TK08 /2010 vom 24.11.2010, S. 4
- Sarpong, G. (2011): 2011 hohe Investitionen geplant . Cablecom mit 25 Prozent mehr Neukunden, Meldung vom 25.2.2011 in IT-Markt, <http://www.it-markt.ch/News/2011/02/25/Cablecom-mit-25-Prozent-mehr-Neukunden.aspx>
- Sawall, A. (2011): Kabelnetzbetreiber erreicht 1,37 GBit/s, Cablecom Meldung vom 17.2.2011, <http://www.golem.de/1102/81507.html>
- sieber & partners, 2010: Breitbandstudie Schweiz, Präsentation vom 17.9.2010 im Rahmen des asut-Kolloquiums
- Solon (2009): Cable in Europe: Delivering the Future Today; http://www.cableeurope.eu/uploads/MediaRoom/documents/091008_Solon_Cable%20in%20Europe%20FINAL.pdf
- Solon (2010): Wirtschaftsfaktor Kabel, Studie im Auftrag des ANGA Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V., Juni/ Juli 2010, http://www.anga.de/uploads/media/Solon-Studie_Wirtschaftsfaktor_Kabel_final.pdf
- Soria, B. und F. Hernández-Gil (2010): Do NGAN Economics Allow for Network Competition? *Telefónica Communications and Strategies*, No. 78, pp. 23-78, June 2010, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1810477
- Stamm, P. (2010): Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 347, Bad Honnef
- Swisscable (2010): Jahresbericht 2010, <http://www.swisscable.ch/custom/upload/docs/v7qr0c625vjt4bj66ym6s5ohro9h6h51777g.pdf>
- Swisscable (2011): Digitales Kabel TV: Millionengrenze überschritten, Pressemeldung vom 20.9.2011, <http://www.presseportal.ch/de/pm/100010502/100704150/digitales-kabel-tv-millionengrenze-ueberschritten>
- Swisscom (2011): Swisscom muss neue Glasfaserkooperationen vorläufig sistieren, Medienmitteilung, 16. September 2011, Bern
- Tauber, H. (2011): Quo vadis Deutschland?; funkschau , spezial Breitband Ausbau - FTTX und LTE (21.7.2011), http://www.funkschau.de/telekommunikation/know-how/article/80751/0/Quo_vadis_Deutschland/
- Tselekounis, M., Varoutas, D. und D. Martakos (2011): Flexibility or certainty? A regulatory dilemma, <http://www.crninet.com/2011/c9c.pdf>
- van Gorp, A. und C. Middleton (2010): Fiber to the Home Unbundling and Retail Competition: Developments in the Netherlands, *Communications & Strategies*, no. 78, 2nd quarter 2010, p. 1; http://www.broadbandresearch.ca/ourresearch/vanGorp_Middleton_NL_FTTH.pdf
- Vogt (2011): WEKO kritisiert Glasfaser-Kooperationen scharf, <http://www.computerworld.ch/news/kommunikation/artikel/weko-kritisiert-glasfaser-kooperationen-scharf-57601/>

- Vogt, R. (2010): Netz mit Hindernissen, Artikel in computerworld.ch vom 9.7.2010, <http://www.computerworld.ch/management/artikel/netz-mit-hindernissen-51633/>
- Weckenbrock, P. (2004): Studie zu Kabel- und Leitungsschäden 2011 (BALSiBau), Vortrag GAT – Gasfachliche Aussprachetagung 2004, http://www.gat-dvgw.de/fileadmin/gat/PDF_Vortragsarchiv_04/weckenbrock_01.pdf
- Wernick, C., Markus, J.S. und P. Stamm (2009): Der Wettbewerb auf dem deutschen Einspeisemarkt, WIK-Studie für Kabel BW GmbH
- WEKO (2011): Schlussbericht vom 5. September 2011 in Sachen Vorabklärung gemäss Art. 26 KG betreffend Glasfaser St.Gallen, Zürich, Bern, Luzern, Basel wegen allenfalls unzulässiger Wettbewerbsabrede gemäss Art. 5 KG. <http://www.weko.admin.ch/index.html?lang=fr&download>
- WIK (2010): Schneller, profitabler, flächendeckender: WIK-Consult untersucht Glasfaserausbau-Szenarien für die Schweiz, WIK-Pressemitteilung vom 22.09.2010. http://www.wik.org/fileadmin/Presse/Pressemitteilungen/PM_Glasfaserausbau_Schweiz_f.pdf
- Zenhäusern, P. (2011): Schweiz im internationalen Breitbandvergleich; http://www.swisscom.ch/dam/swisscom/nl/ghq/media/MM/2011/20110621_MM_FTTx_Oberwallis_Praesentation_Brig_de.pdf
- Zenhäusern, P., Suter, S. und S. Vaterlaus (2010): Plattformwettbewerb und regulatorische Empfehlungen, Studie im Auftrag von Swisscable, http://www.polynomics.ch/dokumente/Swisscable_Plattformwettbewerb_Schlussbericht_20100201.pdf
- Ziggo (2011): ZiggoQ4 and FY 2010 Results, https://www.ziggo.com/resources/documents/20110128%20Ziggo%20Q4%20and%20FY%202010%20results%20presentation_tcm32-13975.pdf
- Zilz, L. (2010): Glasfaserkabel abhören für Hacker ein leichtes Spiel, Artikel in searchsecurity.de vom 03.09.2010, <http://www.searchsecurity.de/themenbereiche/netzwerksicherheit/penetrationstest-hacking/articles/279370/>

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

- Nr. 290: Ulrich Stumpf:
Regulatory Approach to Fixed-Mobile Substitution, Bundling and Integration, März 2007
- Nr. 291: Mark Oelmann:
Regulatorische Marktzutrittsbedingungen und ihre Auswirkungen auf den Wettbewerb: Erfahrungen aus ausgewählten Briefmärkten Europas, März 2007
- Nr. 292: Patrick Anell, Dieter Elixmann:
"Triple Play"-Angebote von Festnetzbetreibern: Implikationen für Unternehmensstrategien, Wettbewerb(s)politik und Regulierung, März 2007
- Nr. 293: Daniel Schäffner:
Bestimmung des Ausgangsniveaus der Kosten und des kalkulatorischen Eigenkapitalzinssatzes für eine Anreizregulierung des Energiesektors, April 2007
- Nr. 294: Alex Kalevi Dieke, Sonja Schölermann:
Ex-ante-Preisregulierung nach vollständiger Marktöffnung der Briefmärkte, April 2007
- Nr. 295: Alex Kalevi Dieke, Martin Zauner:
Arbeitsbedingungen im Briefmarkt, Mai 2007
- Nr. 296: Antonia Niederprüm:
Geschäftsstrategien von Postunternehmen in Europa, Juli 2007
- Nr. 297: Nicole Angenendt, Gernot Müller, Marcus Stronzik, Matthias Wissner:
Stromerzeugung und Stromvertrieb – eine wettbewerbsökonomische Analyse, August 2007
- Nr. 298: Christian Growitsch, Matthias Wissner:
Die Liberalisierung des Zähl- und Messwesens, September 2007
- Nr. 299: Stephan Jay:
Bedeutung von Bitstrom in europäischen Breitbandvorleistungsmärkten, September 2007
- Nr. 300: Christian Growitsch, Gernot Müller, Margarethe Rammerstorfer, Prof. Dr. Christoph Weber (Lehrstuhl für Energiewirtschaft, Universität Duisburg-Essen):
Determinanten der Preisentwicklung auf dem deutschen Minutenreservemarkt, Oktober 2007
- Nr. 301: Gernot Müller:
Zur kostenbasierten Regulierung von Eisenbahninfrastrukturentgelten – Eine ökonomische Analyse von Kostenkonzepten und Kostentreibern, Dezember 2007
- Nr. 302: Patrick Anell, Stephan Jay, Thomas Plückerbaum:
Nachfrage nach Internetdiensten – Diensteararten, Verkehrseigenschaften und Quality of Service, Dezember 2007
- Nr. 303: Christian Growitsch, Margarethe Rammerstorfer:
Zur wettbewerblichen Wirkung des Zweivertragsmodells im deutschen Gasmarkt, Februar 2008
- Nr. 304: Patrick Anell, Konrad Zoz:
Die Auswirkungen der Festnetzmobilfunksubstitution auf die Kosten des leitungsvermittelten Festnetzes, Februar 2008
- Nr. 305: Marcus Stronzik, Margarethe Rammerstorfer, Anne Neumann:
Wettbewerb im Markt für Erdgasspeicher, März 2008
- Nr. 306: Martin Zauner:
Wettbewerbspolitische Beurteilung von Rabattsystemen im Postmarkt, März 2008
- 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-Universal-diensten. 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 Bösch, 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 Betreiber Auflagen 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 Regenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von Volker Köllmann:
Regulierung von Auskunfts- 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

ISSN 1865-8997