

Jay, Stephan; Plückebaum, Thomas

**Working Paper**

## Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen

WIK Diskussionsbeitrag, No. 390

**Provided in Cooperation with:**

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH, Bad Honnef

*Suggested Citation:* Jay, Stephan; Plückebaum, Thomas (2014) : Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, WIK Diskussionsbeitrag, No. 390, WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Bad Honnef

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/227003>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschluss- netze durch Mitverlegung mit Stromnetzen

Autoren:  
Stephan Jay  
Thomas Plückebaum

Bad Honnef, September 2014

## Impressum

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

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

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

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

ISSN 1865-8997

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>V</b>
<b>Summary</b>	<b>VII</b>
<b>1 Problemstellung und Untersuchungsansatz</b>	<b>1</b>
<b>2 Kostenteilungsprinzipien bei gemeinsamer Verlegung</b>	<b>3</b>
2.1 Der Mitverlegungsleitfaden der Bundesnetzagentur	3
2.2 Andere Kostenteilungsprinzipien aus der Praxis	5
2.3 In dieser Studie angewandte Tiefbauannahmen und Kostenaufteilung	7
<b>3 Anwendung des WIK NGA-Modells</b>	<b>12</b>
3.1 Modellbeschreibung	12
3.2 Investitionsbedarf	15
3.3 Profitable Abdeckung	17
3.4 Subventionsbedarf	19
3.5 Sensitivität mit niedrigerem ARPU	20
3.6 Grenzen dieser Analyse	24
<b>4 Fazit</b>	<b>26</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>28</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Beispiel für Anordnung von Wasser, Gas und Elektrizitätssparten in einem gemeinsam genutzten Graben	5
Abbildung 2-2:	Verlegeprofile dieser Untersuchung	8
Abbildung 2-3:	Anteil TK-Netz an Grabenkosten je nach Kostenteilungsregel	9
Abbildung 3-1:	Zuordnung der Anschlussbereiche zu einer Dichteklasse	14
Abbildung 3-2:	Investitionen pro Kunde (70% Penetration)	16
Abbildung 3-3:	Investitionen für ein flächendeckendes FTTH/ P2P Netz (Gesamtinvestition inkl. durch aktive Kunden getriebene Investitionen bei 70% Penetration)	17
Abbildung 3-4:	Monatliche Gesamtkosten pro Kunde in Abhängigkeit von der Penetration (einzeln dargestellt für jeden Cluster)	18
Abbildung 3-5:	Monatliche Kosten pro Kunde bei 70% Penetration	18
Abbildung 3-6:	Kritische Penetrationsraten bei 38€ ARPU	19
Abbildung 3-7:	Erforderlicher Investitionszuschuss pro Kunde bei 38€ ARPU und 70% Penetration	20
Abbildung 3-8:	Kritische Penetrationsraten je Cluster bei unterschiedlichem netto ARPU-Niveau	24

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Illustrative Beispiele der Kostenteilungsregel des Leitfadens (Investition pro m in €)	5
Tabelle 2-2	Vergleich der Kostenaufteilung nach Spartenquerschnitt und -Durchmesser für das Beispiel mit 4 Sparten (illustrativ)	6
Tabelle 2-3:	Beispiele für Kostenaufteilung nach Spartendurchmesser in einem Graben mit zwei Sparten	6
Tabelle 2-4:	Beispiele für Kostenaufteilung nach Spartenquerschnitt in einem Graben mit zwei Sparten	7
Tabelle 2-5:	Annahmen zu Grabenprofilen und Einfluss der Wahl der Kostenteilungsregel auf die allozierten Kostenanteile	10
Tabelle 2-6:	Bestimmung der Investitionen pro Meter des TK-Netzes bei gemeinsamer Verlegung	11
Tabelle 3-1:	Definition der Cluster	13
Tabelle 3-2:	Annahmen zum ARPU (exkl. MwSt.)	15
Tabelle 3-3:	Monatliche Endkundenpreise (brutto, Stand 1.7.2014)	21
Tabelle 3-4:	Einmalige Endkundenpreise (brutto, Stand 1.7.2014)	21
Tabelle 3-5:	Umgerechneter Gesamtwert der Promotions (brutto, Stand 1.7.2014)	21
Tabelle 3-6:	Durchschnittlicher monatlicher Endkundenpreis (netto, Stand 1.7.2014)	22
Tabelle 3-7:	Basis der monatlichen ARPU-Festlegung (netto, Stand 1.7.2014)	22
Tabelle 3-8:	Kritische Penetrationsraten je Cluster bei unterschiedlichem netto ARPU-Niveau	23



## Zusammenfassung

Der Tiefbau ist der größte Kostentreiber bei der Verlegung von Festnetzinfrastrukturen für Telekommunikationsnetze. Um die Kosten für neue, glasfaserbasierte Breitbandnetze zu senken und den Breitbandausbauzielen der Bundesregierung näher zu kommen, bietet sich die Mitverlegung neuer Glasfasernetze mit anderen Infrastrukturen an. Die Bundesnetzagentur hat am 27.8.2012 einen Leitfaden zur Mitverlegung von Glasfaserleitungen entlang neu errichteter oder erneuerter Stromleitungen veröffentlicht. Dieser klärt die Randbedingungen, unter denen ein solches Mitverlegen möglich ist und gibt den Rahmen zur Zuordnung der Kosten auf das eine oder das andere Netz (Strom- oder Telekommunikationsnetz) vor. Ziel einer solchen Mitverlegung ist, sowohl die Kosten für das Stromnetz als auch die Kosten für das Telekommunikationsnetz (Next Generation Access, NGA) durch die gemeinsame Verlegung und Nutzung des anteilmäßig höchsten Kostenblocks der Tiefbauarbeiten zu senken. Für das Telekommunikationsnetz bedeutet diese Senkung der Kosten effektiv eine Vergrößerung des Bereiches, in dem ein Fibre-To-The-Home (FTTH) Netz profitabel ausgebaut werden kann. Für das Stromnetz bedeutet der Leitfaden Klarheit dahingehend, was bei einer derartigen gemeinsamen Verlegung angemessener Weise in die (regulierten) Netzentgelte eingerechnet werden darf. So wird eine Quersubventionierung des einen wettbewerblich betriebenen Telekommunikationsnetzes oder des anderen regulierten Stromverteilnetzes vermieden.

Unsere Untersuchung geht hypothetisch davon aus, dass der gesamte Ausbau von Glasfasernetzen in Form der Mitverlegung mit den Stromverteilnetzen entsprechend deren Erneuerungsbedarf erfolgt. Dies wird nicht der Realität entsprechen, beschreibt aber das Potential, das in einem derartigen Vorgehen enthalten ist und ermöglicht so Vergleiche mit unserer Vorgängerstudie aus dem Jahr 2011.

Um den ökonomischen Einfluss der Mitverlegung von Glasfaser- mit Stromnetzen quantitativ zu bestimmen, werden in dieser Studie zunächst unterschiedliche Kostenallokationsverfahren für die Aufteilung der Tiefbaukosten bei gemeinsamer Grabennutzung analysiert und eines für die Berechnungen ausgewählt. Unter Berücksichtigung der Zusatzkosten durch den größeren Graben bei gemeinsamer Verlegung ergibt sich eine effektive Investitionersparnis von rund 30% beim Tiefbau, was insgesamt zu einer Einsparung von mehr als 20% pro Anschluss für das TK-Netz führt. Auch für das Stromverteilnetz ergeben sich Einsparungen, die jedoch in dieser Studie nicht Gegenstand der Betrachtung sind.

Mit dem WIK NGA-Modell wurden dann Vergleichsrechnungen durchgeführt, welche weitgehend den Parametersatz der vorherigen Untersuchung des WIK zum Investitions- und Subventionsbedarf eines flächendeckenden Glasfaserausbaus in Deutschland wiederverwenden. Mit diesem Parameterset und den mit Hinblick auf die Mitverlegung modifizierten Tiefbauinvestitionswerten ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Das Investitionsvolumen für das flächendeckende rein passive FTTH-Punkt zu Punkt Anschlussnetz sinkt von 53 Mrd. € auf 41 Mrd. €, was im Landesdurchschnitt etwas weniger als 1000€ pro „Home Passed“ entspricht.

- Die Gesamtinvestitionen bei 70% Penetration sinken von 73 Mrd. € auf 56 Mrd. €, was im Landesdurchschnitt einem Investitionswert von rund 1900€ pro aktivem Kunden („Home Connected“) entspricht.
- Ein FTTH-Ausbau ist bis Cluster 15 profitabel ~ 75% der dt. Teilnehmer (ursprünglich nur bis Cluster 7, ~35%).
- Es sind rund 4 Mrd. € Investitionszuschüsse nötig, um einen flächendeckenden Ausbau zu realisieren, davon über 3 Mrd. € in den letzten beiden Clustern (ursprünglich insgesamt 14 Mrd. €). Umgerechnet pro aktiven Anschluss entspricht das im letzten Cluster ca. 1.400€ (ursprünglich 2.300€).
- In Sensitivitätsrechnungen wurde der Effekt eines niedrigeren ARPUs (Average Revenue Per User) auf Profitabilität und Subventionsbedarf quantifiziert. Bei einem ARPU von 36€ statt 38€ sinkt die Zahl der profitablen Cluster von 15 auf 11 und es ergibt sich ein Zuschussbedarf von insgesamt 5,5 Mrd. € statt 4 Mrd. €.

## Summary

Civil works or trenching investment is the most important cost driver for deployment of fixed telecommunication access networks. In order to reduce the cost of new fibre based broadband networks and to come closer to realizing the broadband targets of the German government, trench sharing of new fibre access networks with other infrastructures is a relevant option. In 2012 Bundesnetzagentur published guidelines for joint deployment of fibre networks with new or renewed electricity networks. This guideline sets the framework for joint deployment and cost allocation between the two networks. The goal of such joint deployment is to reduce the civil works cost for both networks through cost sharing. This also promises to broaden the scope of profitable Fibre-to-the-Home (FTTH) deployment. The guideline also clarifies how the cost of such joint deployment may be considered when determining the regulated transmission fees of the energy network. This prevents cross subsidisation between telecommunication and electricity networks.

This study hypothetically assumes that the full roll-out of fibre access is conducted as joint deployment with the renovation of electricity networks. While this in its whole extent is not the reality it describes the potential of the joint deployment approach and thereby also enables direct comparisons with our previous fibre analysis from 2011.

In order to quantify the economic impact of joint deployment this study first analyses different cost sharing rules and selects one rule for the modelling analysis. Considering the additional cost of bigger trenching the effective investment into civil works cost for the fibre network should decrease by about 30% with an overall reduction of 20% per access line. Savings are also relevant for electricity networks but these have not been considered in this study.

The WIK NGA-model is applied for comparative cost calculations using most of the parameter set of WIK's previous analysis of investment and subsidy requirements for a nationwide fibre roll-out in Germany. With modified investment values taking account of the cost reduction through joint deployment the following results were obtained:

- The investment for the pure passive infrastructure of a nationwide FTTH Point-to-Point access network is lowered from 53 bn € to 41 bn €. On average this is slightly below 1000€ per “home passed”.
- The total investment at 70% penetration decreased from 73 bn € to 56 bn €, an average investment of about 1900€ per active subscriber (“home connected”).
- The FTTH deployment can be profitably realized for the first 15 clusters which resembles 75% of German lines (previously profitability ended in cluster 7, ~35%).
- 4 bn € are required as one-time investment subsidy to support a nationwide roll-out; 3 bn € of these are required for the last two clusters (originally the one-time

investment subsidy amounted to 14 bn €). In the least dense cluster 20 this means about 1.400€ per home connected in subsidy payments (originally 2.300€)

- Sensitivities quantified the effect of a lower ARPU (Average Revenue Per User) on investment and subsidies. At an ARPU of 36€ instead of 38€ the number of profitable clusters decreases from 15 to 11 and the subsidy requirement increases from 4bn € to 5,5bn €.

## 1 Problemstellung und Untersuchungsansatz

Der Tiefbau ist der größte Kostentreiber bei der Verlegung von Festnetzinfrastrukturen. Die Bundesnetzagentur hat am 27.8.2012 einen Leitfaden zur Mitverlegung von Glasfaserleitungen entlang neu errichteter oder erneuerter Stromleitungen veröffentlicht. Dieser klärt die Randbedingungen, unter denen ein solches Mitverlegen möglich ist und gibt den Rahmen zur Zuordnung der Kosten auf das eine oder das andere Netz (Strom- oder Telekommunikationsnetz) vor.

Ziel einer solchen Mitverlegung ist, sowohl die Kosten für das Stromnetz als auch die Kosten für das Telekommunikationsnetz (Next Generation Access, NGA) durch die gemeinsame Verlegung und Nutzung des anteilmäßig höchsten Kostenblocks der Tiefbauarbeiten zu senken. Für das Telekommunikationsnetz bedeutet diese Senkung der Kosten effektiv eine Vergrößerung des Bereiches, in dem ein Fibre-To-The-Home (FTTH) Netz profitabel ausgebaut werden kann.

Für das Stromnetz bedeutet der Leitfaden Klarheit dahingehend, was bei einer derartigen gemeinsamen Verlegung angemessener Weise in die (regulierten) Netzentgelte eingerechnet werden darf. So wird eine Quersubventionierung des einen wettbewerblich betriebenen Telekommunikationsnetzes oder des anderen regulierten Stromverteilnetzes vermieden. Auch für das Stromverteilnetz ergeben sich Einsparungen, die jedoch in dieser Studie nicht Gegenstand der Betrachtung sind.

Das Ziel dieser Studie ist die Bestimmung des Kostensenkungspotenzials für Glasfaseranschlussnetze durch die Mitverlegung mit Stromnetzen und die Auswirkungen auf Investitionen, Profitabilität und Subventionsbedarf für ein deutschlandweites FTTH/Punkt-zu-Punkt Netz bei Berücksichtigung derart reduzierter Investitionskosten. Dieser Ansatz ist sicher hypothetisch in Bezug auf die Annahme, dass das gesamte Land im Rahmen einer Mitverlegung mit dem Stromverteilnetz mit FTTH ausgebaut wird, erlaubt aber den Vergleich zu unserer Vorgängerstudie und ermöglicht, das Potential einer Mitverlegung insgesamt zu beschreiben.

Von Bedeutung ist die Mitverlegung sicher nicht kurzfristig, weil sie nur dann greifen kann, wenn Stromnetze neu ausgebaut oder erneuert werden müssen. Dies erfolgt eher in langen Zyklen, wobei die Erneuerung der in der Nachkriegszeit errichteten Stromverteilnetze bereits begonnen hat. Der Ansatz dient eher der langfristigen Versorgung der Regionen mit Glasfaseranschlüssen, die eine Versorgung der Teilnehmer mit Bandbreiten oberhalb von 100 Mbit/s, bis 1 Gbit/s und darüber hinaus ermöglichen. Die Mitverlegung mit Stromnetzen eröffnet also insbesondere dort ein Potenzial zur Versorgung mit Glasfaseranschlüssen, wo dies bisher nicht profitabel möglich war.

Im Folgenden werden zunächst in Kapitel 2 die im Mitverlegungsleitfaden beschriebenen Prinzipien zur Kostenteilung bei gemeinsamer Verlegung beschrieben und mit Beispielen aus der Praxis verglichen. Anschließend werden in Kapitel 3 die diskutierten

Kostenteilungsansätze für einen ausgewählten Ansatz im WIK-NGA Modell umgesetzt, um die reduzierten Investitions- und Kostenwerte eines FTTH Ausbaus bottom-up zu bestimmen. Die so gewonnenen Kostengrößen werden mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes „Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf“ aus dem Jahr 2011 abgeglichen.

Das Ergebnis ist eine Analyse des langfristigen Kostensenkungspotenzials der Mitverlegung von Glasfaser- mit Energienetzen.

## 2 Kostenteilungsprinzipien bei gemeinsamer Verlegung

### 2.1 Der Mitverlegungsleitfaden der Bundesnetzagentur

Der Leitfaden der Bundesnetzagentur<sup>1</sup> (im Folgenden als "der Leitfaden" bezeichnet) unterscheidet mehrere Modelle der Mitverlegung entlang neu errichteter oder erneuerter Stromleitungen:

1. Mitverlegung im Auftrag eines separaten Telekommunikationsunternehmens (TK-Unternehmen)
2. Mitverlegung auf eigene Rechnung des Stromnetzbetreibers und
  - a. Vermietung an TK-Unternehmen (oder Angebot eigener TK-Dienste)
  - b. Verkauf an TK-Unternehmen

Im ersten Szenario übernimmt der Stromnetzbetreiber die Rolle des Bauleiters, der im Auftrag eines TK-Unternehmens die Verlegung vornimmt und für diese Aufwendungen entschädigt wird. Die Wirtschaftsgüter gehen damit in den Besitz des TK-Unternehmers über. In den beiden Varianten des zweiten Szenarios führt der Stromnetzbetreiber die Mitverlegung von Glasfaser zunächst auf eigene Rechnung durch und wird (zunächst) Eigentümer des Glasfasernetzes.

Aus der Perspektive der Bestimmung der Netzentgelte der Stromnetzbetreiber ist zu klären, inwieweit Glasfasernetze generell als Bestandteil der Netzanlagen des Stromnetzes zählen. Der Leitfaden stellt dar, dass dafür die Betriebsnotwendigkeit der Glasfaseranlagen die Grundvoraussetzung ist. Die Glasfaserkabel, die für Steuerungszwecke des Stromnetzbetriebs verwendet werden, also betriebsnotwendig für das Stromnetz sind, können in der Netzentgeltkalkulation angesetzt werden. Nicht betriebsnotwendige Glasfaserausbaukosten sind hingegen "ggf. in der Kalkulation nicht berücksichtigungsfähig".<sup>2</sup> Der Leitfaden bezeichnet die Frage der Betriebsnotwendigkeit als Frage des Einzelfalls und stellt dar, dass Erlöse aus Zweitvermarktung eine Berücksichtigung möglich machen könnten.

In dieser Studie steht jedoch das Kostensenkungspotenzial aus der Perspektive des TK-Unternehmers im Vordergrund. Dies wird anhand des ersten Szenarios (Mitverlegung im Auftrag für separate TK-Unternehmen) untersucht.<sup>3</sup> Diesen Fall definiert der Leitfaden wie folgt:<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bundesnetzagentur (2012): "Leitfaden für Unternehmen in eigener Zuständigkeit zur Berücksichtigung der Mitverlegung von Glasfaserkabeln oder Leerrohren für den Telekommunikationsbreitbandbetrieb im Rahmen notwendiger Verlegungen von Stromleitungen."

<sup>2</sup> Bundesnetzagentur (2012): S. 3.

<sup>3</sup> Aus Sicht des TK-Unternehmens unterscheiden sich die Fälle praktisch nicht.

<sup>4</sup> Bundesnetzagentur (2012): S. 4.

1. Das TK-Unternehmen beauftragt den Stromnetzbetreiber mit der Mitverlegung.
2. Die verlegten Glasfaserkabel/Leerrohre werden Eigentum des TK-Unternehmens.
3. Die Tiefbaukosten sind geeignet aufzuteilen und zwar
  - a. Alle Kosten, die dem TK-Unternehmen direkt zugeordnet werden können, werden von diesem getragen. Dies umfasst auch direkte Zusatzkosten, die durch die Mitverlegung entstehen (als Beispiel wird eine Umwegverlegung angeführt).
  - b. Nicht direkt zuordenbare Kosten wie Grabungskosten sind mit sachgerechten Kostenschlüsselungsmaßstäben abzuleiten. Diese Schlüssel sind aus den Kostenverhältnissen zu bilden, die sich jeweils bei separater Errichtung einstellen würden.

Der Leitfaden stellt dies anhand des folgenden Beispiels dar:

„Die Grabungskosten eines Stromnetzes sollen 80€/m betragen. Ein TK-Unternehmen ist an der Nutzung dieses Grabens interessiert und möchte Glasfaser mitverlegen, was allein betrachtet zu Grabungskosten von 40€/m führen würde. Die tatsächlichen Baukosten bei gemeinsamer Verlegung sollen 95€/m betragen, wovon 5€/m auf die vom ursprünglichem Stromnetzgrabenweg abweichende Beilaufführung und die Materialkosten zurück zu führen sind. Wie sind die Kosten zwischen TK-Unternehmen und Stromnetzbetreiber aufzuteilen?

Die Kosten der Umwegführung bzw. der Materialkosten von 5€/m trägt das TK-Unternehmen direkt. Das übrige Kostenverhältnis von 2:1 teilt die tatsächlichen Baukosten im Übrigen zu 60€/m für das Stromnetz und 30€/m für das TK-Netz.“

Der Anteil des TK-Netzes an den Gesamtkosten der gemeinsamen Verlegung beider Netze bestimmt sich also als Summe der direkt dem TK-Netz zurechenbaren Kosten (zum Beispiel Leerrohre / Glasfaserkabel) und einem Anteil der verbleibenden nicht direkt zurechenbaren (Tief-)Baukosten. Dieser Anteil bestimmt sich aus dem Verhältnis der "stand-alone" Baukosten beider Infrastrukturen, also der Kosten, die jedes Netz bei alleinigem Bau erfordert. Tabelle 2-1 illustriert die Umsetzung der Kostenteilungsregel des Leitfadens anhand von verschiedenen Konstellationen der „stand-alone“ Tiefbauinvestitionen. Dabei wird nur auf die Kostenteilung der nicht direkt zurechenbaren Kosten abgestellt. Die verwendeten Beispiele sind frei gegriffen und dienen ausschließlich der Illustration der Anwendung der Kostenteilungsregel.

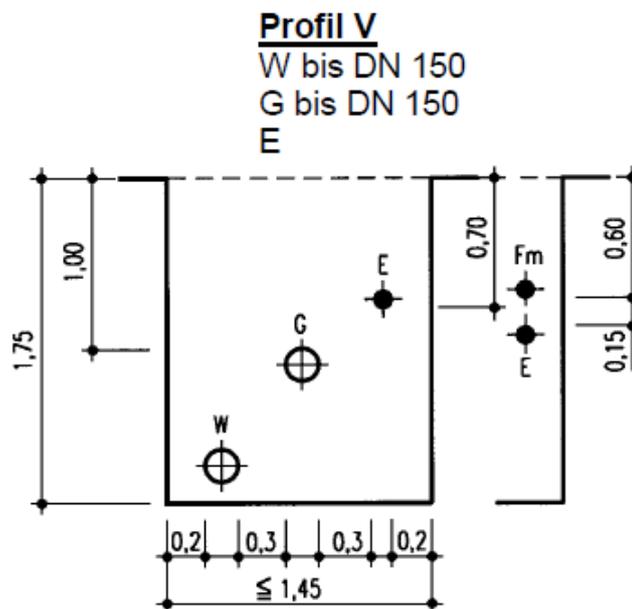
Tabelle 2-1: Illustrative Beispiele der Kostenteilungsregel des Leitfadens (Investition pro m in €)

	Stand-Alone Invest pro Meter TK	Stand-Alone Invest pro Meter Strom	Kostenteilung der gemeinsamen Baukosten TK : Strom
Beispiel 1	60€	60€	50% : 50%
Beispiel 2	60€	30€	66% : 33%
Beispiel 3	20€	60€	25% : 75%

## 2.2 Andere Kostenteilungsprinzipien aus der Praxis

In der Praxis wird die Aufteilung der Tiefbaukosten für gemeinsame Bauvorhaben oft nach der Platzinanspruchnahme im gemeinsamen Graben vorgenommen, d.h. sie orientiert sich an der Kostenverursachung im gemeinsamen Graben. Dabei wird entweder auf die Querschnitts- oder auf die Flächenprofile der einzelnen Sparten abgestellt. Die Kosten der alleinigen Verlegung spielen bei diesen Allokationsschlüsseln somit keine Rolle. Abbildung 2-1 zeigt ein Beispiel für die Anordnung vier verschiedener Sparten in einem gemeinsam genutzten Graben (W: Wasser, G: Gas, E: Elektrizität, Fm: Fernmeldewesen/ Telekommunikation).

Abbildung 2-1: Beispiel für Anordnung von Wasser, Gas und Elektrizitätssparten in einem gemeinsam genutzten Graben



Unterstellt man für alle Sparten identische Rohrgrößen (der Einfachheit halber wird im Folgenden einheitlich, d.h. auch bei der Verlegung von Stromnetzen, von Rohren gesprochen) so ergibt sich bei Kostenaufteilung nach (Rohr-)Durchmesser folglich eine gleichmäßige Verteilung der gesamten Tiefbaukosten zu je 25% auf die vier Sparten. Berücksichtigt man jedoch zusätzlich die individuelle Spartentiefe bei der Bestimmung des Querschnittsprofils (Rohrdurchmesser x Verlegetiefe), so ergibt sich eine andere Aufteilung, bei der tieferliegende Sparten deutlich stärker an den nicht direkt zurechenbaren Tiefbaukosten beteiligt werden. Für den in Abbildung 2-1 dargestellten Graben zeigt Tabelle 2-2 die Bestimmung der Kostenaufteilung nach Durchmesser und Querschnittsprofil. Direkt zurechenbare Zusatzkosten tragen die einzelnen Sparten selbst.

Tabelle 2-2 Vergleich der Kostenaufteilung nach Spartenquerschnitt und - Durchmesser für das Beispiel mit 4 Sparten (illustrativ)

	Wasser	Gas	Elektrizität	TK	Summe
Rohrdurchmesser	0.11	0.11	0.11	0.11	0.44
Tiefe	1.75	1	0.75	0.6	
Querschnittsfläche (m <sup>2</sup> )	0.19	0.11	0.08	0.07	0.45
Kostenanteil nach Querschnitt	43%	24%	18%	15%	100%
Kostenanteil nach Durchmesser	25%	25%	25%	25%	100%

In dieser Studie wird allerdings nur die Mitverlegung von Telekommunikation mit Stromnetzen betrachtet. Die folgenden Tabellen stellen für diesen Fall einer gemeinsamen Grabennutzung durch zwei Sparten die Kostenteilung nach Spartendurchmesser und – querschnitt beispielhaft dar. Auch hier ist wieder nur die Aufteilung der nicht direkt zurechenbaren Grabungskosten dargestellt. Es wird unterstellt, dass beide Sparten nebeneinander im selben Graben mitverlegt werden, wobei es sich im Beispiel 1 um 1 Rohr für Telekommunikation und eines für Strom handelt, im Beispiel 2 um 2 Rohre für Telekommunikation neben einem für Strom. Das Stromkabel wird etwas tiefer als die TK-Rohre verlegt. Eine graphische Darstellung zeigt Abbildung 2-2 unten.

Tabelle 2-3: Beispiele für Kostenaufteilung nach Spartendurchmesser in einem Graben mit zwei Sparten

	Durchmesser TK (m)	Durchmesser Strom (m)	Kostenteilung der gemeinsamen Baukosten TK : Strom
Beispiel 1	0.11	0.11	50% : 50%
Beispiel 2	2x 0.11	0.11	66% : 33%

Tabelle 2-4: Beispiele für Kostenaufteilung nach Spartenquerschnitt in einem Graben mit zwei Sparten

	Spartenquerschnitt TK (m <sup>2</sup> )	Spartenquerschnitt Strom (m <sup>2</sup> )	Kostenteilung der gemeinsamen Baukosten TK : Strom
Beispiel 1	0.11m x 0.6m	0.11m x 0.6m	50% : 50%
Beispiel 2	2x 0.11m x 0.6m	0.11m x 0.75m	62% : 38%

In der Praxis werden für die Aufteilung der Kosten gemeinsamer Bauvorhaben für die Verlegung von TK-Netzen oft auch pauschale Vereinbarungen getroffen. Unternehmen A (Stromnetzbetreiber), dem die Bauleitung obliegt, führt die Verlegung für eigene Zwecke und für den Partner Unternehmen B durch, wobei der Platzbedarf im Graben für beide näherungsweise identisch ist. Die Tiefbaukosten werden dann nicht hälftig zwischen den Partnern geteilt, sondern Unternehmen A trägt nur bspw. 45%, weil es die bauunternehmerische Leistung einschließlich der Bauleitung erbringt, die Unternehmen B beauftragt. Das Verhältnis der stand-alone Kosten spielt für die Aufteilung der Kosten keine Rolle, stattdessen bestimmt das Maß an Wertschöpfung des Bauleiters die Kostenteilung.

### 2.3 In dieser Studie angewandte Tiefbauannahmen und Kostenaufteilung

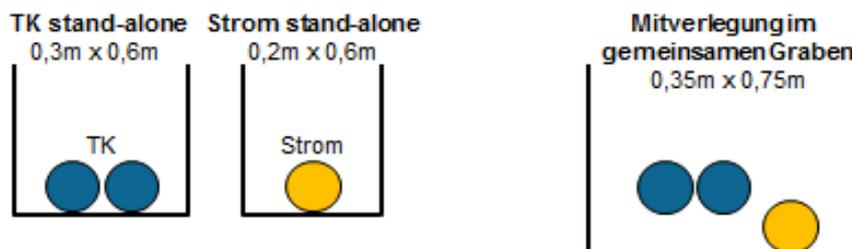
Die Anzahl der Sparten bestimmt die Breite und Tiefe des Grabens. Potenziell kämen eine Vielzahl von Sparten in Betracht, die sich einen gemeinsamen Graben teilen. Neben den hier betrachteten Telekommunikations- und Stromnetzen sind dies beispielsweise Abwasser, Trinkwasser, Gas, Fernwärme sowie dritte Telekommunikationsnetze (z.B. Breitbandkabelnetze, andere Glasfasernetzbetreiber). In dieser Studie wird ausschließlich auf die Einspareffekte der Mitverlegung mit Stromnetzen abgestellt, da der Leitfaden der Bundesnetzagentur sich nur auf Stromnetze bezieht. Für diejenigen Energieversorger, die zusätzliche Sparten verantworten, ergeben sich weitere Synergieeffekte bei der Verlegung. Dabei wird die kalkulatorische Kostenallokation der Grabungskosten auf verschiedene Sparten auch durch die unterschiedlichen Regulierungsumfelder der Sparten beeinflusst. Dies ist jedoch nicht Thema dieser Untersuchung. Die Mitverlegung mit mehr als einer Sparte gleichzeitig wäre zwar wünschenswert, ist jedoch mit Ausnahme von Neubaugebieten eher unwahrscheinlich. Grundsätzlich kann man sagen, dass mit der hier dargestellten Mitverlegung mit dem Stromnetz das Synergiepotenzial der Mitverlegung noch nicht ausgeschöpft ist. Andererseits wird bereits die Mitverlegung mit dem Stromnetz nicht überall vorkommen.

Die grundlegende Hypothese lautet, dass Strom- und Telekommunikationsnetze im Anschlussnetzbereich als hinreichend deckungsgleich angesehen werden können, so-

dass auf lange Sicht 100% der Anschlussnetze von Mitverlegung profitieren könnten. Diese Annahme gilt sicher stets für die Verzweigerbereiche (Distribution Segment) und Hausanschlüsse (Drop Segment). In dieser Untersuchung wird zusätzlich unterstellt, dass auch der gesamte Hauptkabelbereich (Feeder Segment zwischen den Straßenverteilern/ Kabelverzweigern (KVz) und dem Hauptverteiler (HVt) des TK-Netzes prinzipiell deckungsgleich entlang Stromnetztrassen verlegt werden kann. Diese Annahme dürfte weitgehend, aber u.U. nicht immer zutreffen. Sie wird als vereinfachende Annahme mit akzeptablem Fehlerpotenzial betrachtet. Das bedeutet auch, dass keine Zusatzkosten für Umwegführung des TK-Netzes berücksichtigt werden müssen.

Hinsichtlich der gemeinsamen Verlegung von Strom- mit Telekommunikationsnetzen ist ein (durchschnittlicher) Platzbedarf der beiden Sparten zu definieren. Die Deutsche Telekom verwendet eine Regelverlegetiefe von 0,6m für einlagige Erdkabel, verrohrte Verlegung oder einzügige Kabelkanalanlagen. Bei Durchmessern von in Summe bis zu 20cm ist eine Grabenbreite von 0,30m vorgesehen, ab 25cm Summendurchmesser eine Breite von 0,35m.<sup>5</sup> Stromkabel für Nieder- und Mittelspannung werden typischerweise in vergleichbarer Tiefe verlegt. Für die gemeinsame Verlegung wird ein leicht erweitertes Grabenprofil von 0,35m Breite und 0,75m Tiefe unterstellt.

Abbildung 2-2: Verlegeprofile dieser Untersuchung



Quelle: WIK

In der WIK-Studie zum Glasfaserausbau in Deutschland liegt der TK stand-alone Graben zugrunde, für den je nach Cluster unterschiedliche Tiefbaukosten veranschlagt wurden (Abbildung 2-2 linke Seite). Diese Kosten sind nun geeignet zu modifizieren. Da die Investitionen pro Meter in der Glasfaserstudie nicht nur die Grabungskosten, sondern auch Röhren und 1 Kabel beinhalten, sind im ersten Schritt die Kosten für Kabel und Rohre herauszurechnen. Im zweiten Schritt werden die clusterspezifischen Tiefbaukosten erhöht, um den vergrößerten Graben zu reflektieren. Aus Erfahrungswerten

<sup>5</sup> Deutsche Telekom (2013) S.16f.

wurde für die Vergrößerung von 0,3m x 0,7m auf 0,35m x 0,75m Grabenprofil ein um 18% erhöhter Investitionswert für den Tiefbau abgeleitet<sup>6</sup>.

Die so ermittelten Gesamtinvestitionen pro Grabenmeter sind nun zwischen den beiden Sparten aufzuteilen, wobei für diese Untersuchung nur der Kostenanteil des TK-Netzes maßgeblich ist. Vier ähnliche Kostenteilungsregeln wurden bislang beschrieben: Kostenteilung nach dem stand-alone Grabenprofil (BNetzA Leitfaden), nach dem Spartenquerschnitt, nach dem Spartenrohrdurchmesser und die pauschale Aufteilung zwischen Bauleiter und Beteiligtem. Unter der Annahme, dass das TK Netz 2 Rohre und das Stromnetz nur 1 Rohr im gemeinsamen Graben erfordern ergeben sich je nach Kostenteilungsregel ein Anteil zwischen 55% und 67% der Gesamtkosten für das TK-Netz (siehe Abbildung 2-3). In dieser Untersuchung wird im Folgenden dem TK-Netz ein Kostenanteil von 60% der gemeinsamen Tiefbaukosten zugewiesen, was der Anwendung des Leitfadens der BNetzA (Untersuchungsgegenstand) entspricht, aber auch im Mittelfeld der beobachteten und hier beschriebenen Kostenteilungsregeln der Marktpraxis entspricht.

Abbildung 2-3: Anteil TK-Netz an Grabenkosten je nach Kostenteilungsregel

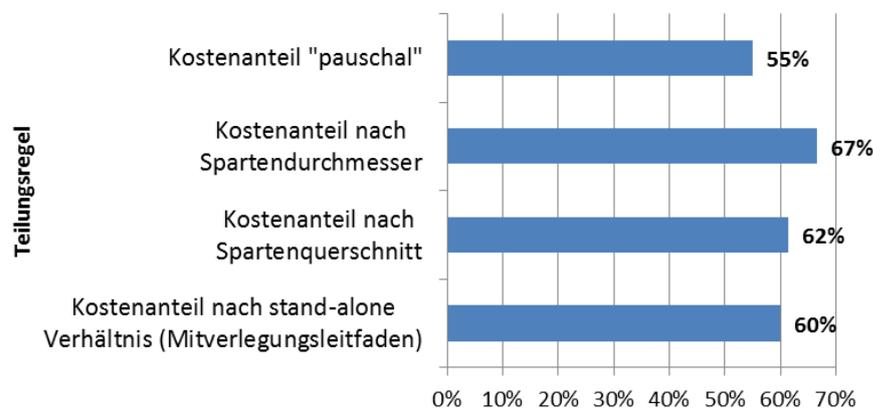


Tabelle 2-5 fasst noch einmal die Grundannahmen für die Anwendung der unterschiedlichen Kostenteilungsoptionen zusammen, die in die Ergebnisse der Abbildung 2-3 eingeflossen sind.

<sup>6</sup> WIK Datenbank für Tiefbaukosten verschiedener Grabenprofile

Tabelle 2-5: Annahmen zu Grabenprofilen und Einfluss der Wahl der Kostenteilungsregel auf die allozierten Kostenanteile

Annahmen	TK	Strom	Summe
Grabenbreite stand-alone (m)	0.3	0.2	
Grabentiefe stand-alone (m)	0.6	0.6	
Grabenbreite gemeinsame Verlegung (m)	0.35	0.35	
Grabentiefe gemeinsame Verlegung (m)	0.75	0.75	
Rohrdurchmesser (m)	2x 0.11	0.11	0.33
Spartentiefe im gemeinsamen Graben (m)	0.6	0.75	
Querschnittsfläche (m <sup>2</sup> )	0.13	0.08	0.21

Tabelle 2-6 konkretisiert diese Schritte der Kostenteilung für alle 20 Cluster des WIK-NGA Modells. Ausgehend von den Investitionen in Tiefbau, Rohr und Kabel bei alleiniger Verlegung eines Glasfasernetzes werden die Investitionen für Rohr und Kabel zunächst abgezogen, um reine Tiefbaukosten je Cluster zu erhalten. Die Grabenerweiterung erhöht diese Investitionen pro Meter um 18% (abgeleitet aus Erfahrungswerten). Der Anteil des TK-Netzes an den Tiefbaukosten wird auf 60% gesetzt, was zum einen in etwa dem Mittel der beobachteten Teilungsregeln und zum anderen dem Vorschlag nach Mitverlegungsleitfaden der BNetzA entspricht.

Tabelle 2-6: Bestimmung der Investitionen pro Meter des TK-Netzes bei gemeinsamer Verlegung

Cluster	Stand-Alone Invest pro Meter NGA Modell*	Tiefbaukosten NGA Modell pro m (für TK)**	Faktor zur Verbreiterung und Vertiefung des Grabens	Tiefbaukosten Mitverlegung (TK + Strom)	Anteil TK an Tiefbaukosten	Tiefbaukosten TK pro Meter bei Mitverlegung**	Anteilige Tiefbaukosten TK inkl. Leerrohre und Kabel
1	120 €	110 €	1.18	130 €	60%	78 €	88 €
2	115 €	105 €	1.18	124 €	60%	74 €	84 €
3	110 €	100 €	1.18	118 €	60%	71 €	81 €
4	105 €	95 €	1.18	112 €	60%	67 €	77 €
5	100 €	90 €	1.18	106 €	60%	64 €	74 €
6	95 €	85 €	1.18	100 €	60%	60 €	70 €
7	90 €	80 €	1.18	94 €	60%	56 €	66 €
8	85 €	75 €	1.18	89 €	60%	53 €	63 €
9	80 €	70 €	1.18	83 €	60%	50 €	60 €
10	75 €	65 €	1.18	77 €	60%	46 €	56 €
11	70 €	60 €	1.18	71 €	60%	43 €	53 €
12	65 €	55 €	1.18	65 €	60%	39 €	49 €
13	60 €	50 €	1.18	59 €	60%	35 €	45 €
14	55 €	45 €	1.18	53 €	60%	32 €	42 €
15	50 €	40 €	1.18	47 €	60%	28 €	38 €
16	45 €	35 €	1.18	41 €	60%	25 €	35 €
17	40 €	30 €	1.18	35 €	60%	21 €	31 €
18	40 €	30 €	1.18	35 €	60%	21 €	31 €
19	40 €	30 €	1.18	35 €	60%	21 €	31 €
20	40 €	30 €	1.18	35 €	60%	21 €	31 €

\* inkl. Rohre und Kabel, \*\* exkl. Rohre und Kabel.

### 3 Anwendung des WIK NGA-Modells

#### 3.1 Modellbeschreibung

Für die Berechnung der Investitionen und Kosten eines FTTH-Ausbaus wurde ein Bottom-up Kostenmodell (das WIK NGA-Modell) verwendet, das bereits bei den Untersuchungen zu den Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und seines Subventionsbedarfs<sup>7</sup> und anderen Rechnungen zum Einsatz kam.

Mit dem WIK NGA-Modell werden die Investitionen, die zum Aufbau, Betrieb und zur Vermarktung eines FTTx-Netzes notwendig sind, bottom-up bestimmt. Insgesamt werden die Kosten für

- das Anschlussnetz vom MPoP<sup>8</sup> bis zum Kunden,
- die aktive Technik (im MPoP und beim Kunden),
- das Konzentrations- und Kernnetz<sup>9</sup>, sowie für
- Vertrieb, Rechnungslegung, Customer Care, etc. berücksichtigt.

Die Kosten von Konzentrations- und Kernnetz werden durch Kostenfunktionen mit Fix- und variablen Kosten aus vorhergehenden Modellen in vergleichbarem Kontext angenähert.

In der damaligen Studie wurde umfassende Strukturinformationen für Deutschland ausgewertet, darunter geokodierte Gebäude- und Straßendaten, sowie 7731 Hauptverteilerstandorte der Deutschen Telekom laut Breitbandatlas. Auf dieser Grundlage wurde eine Trassenplanung zur Anbindung jedes Gebäudes zum designierten Hauptverteiler durchgeführt. Die Ergebnisse stützten sich also auf eine recht genaue Verteilung der Kunden auf die Gebäude in der Fläche. Die individuellen Ergebniswerte der einzelnen Anschlussbereiche (HVt)<sup>10</sup> wurden dann in Abhängigkeit der Teilnehmerdichte je km<sup>2</sup> in Durchschnittswerte für 20 "Cluster" zusammengefasst.

Für diese Clusterbildung wurden die HVt zunächst absteigend nach Teilnehmerdichte sortiert. Danach wurden "Cluster" (Gruppen) ähnlicher Geotypen gebildet, indem aus dieser sortierten HVt-Liste sukzessive 20 annähernd gleich große (bezogen auf die An-

---

<sup>7</sup> Jay / Plückerbaum / Neumann (2011).

<sup>8</sup> MPoP: Metropolitan Point of Presence, für Kupfernetze der Hauptverteilerstandort (HVt), für Glasfasernetze der Standort für Glasfaserverteiler (ODF). I.d.R. und für diese Studie werden hier dieselben Standorte angenommen.

<sup>9</sup> Für IPTV haben wir Kosten der Server und des Transports im Kern- und Konzentrationsnetz, aber keine Programmkosten berücksichtigt. Kosten für Terminierung oder Mehrwertdienste haben wir explizit nicht berücksichtigt. Diese sind, saldiert mit den Erträgen, implizit als Netto-Erlöse im ARPU enthalten.

<sup>10</sup> Im Folgenden werden der Begriff „HVt“ und „Anschlussbereich“ synonym verwendet. Gemeint ist immer der dem HVt zugeordnete Anschlussbereich.

zahl der potentiellen Teilnehmer) Tranchen von HVt gebildet wurden. Cluster 1 weist dabei die höchste Teilnehmerdichte je Quadratkilometer auf ( $\geq 2.750$ ) und Cluster 20 die niedrigste ( $< 32$ ); die Teilnehmerdichte sinkt von Cluster 1 zu dem jeweils nachfolgenden stetig. Jedes Cluster umfasst rund 5 %, d.h. etwas mehr als 2 Millionen der gesamten Teilnehmer (Privat- und Geschäftskunden) in Deutschland.

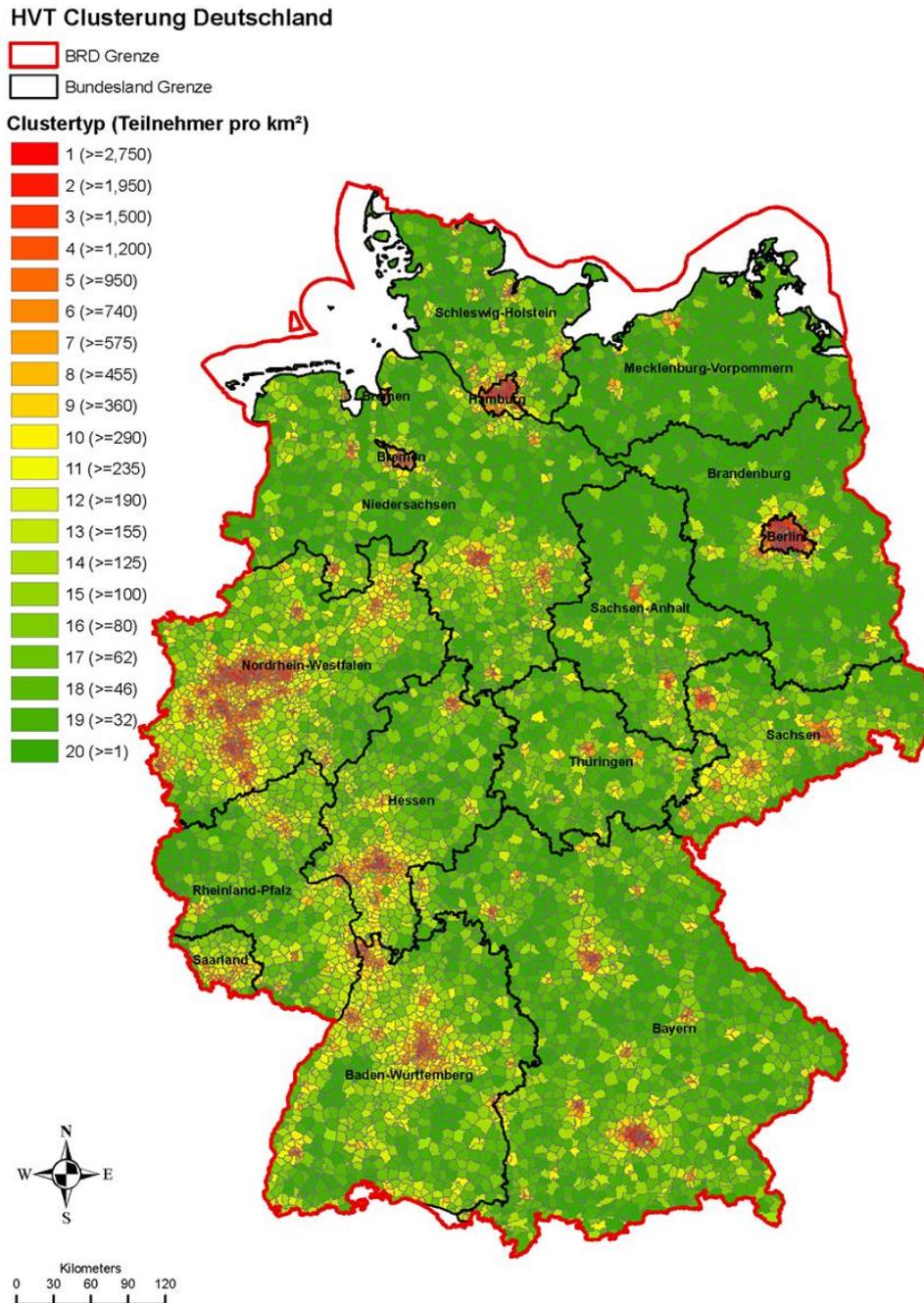
Innerhalb eines Clusters wurden aus den Detaildaten Durchschnittswerte für Größen des Mengengerüsts bestimmt, das Eingang in das WIK-NGA Modell findet, d.h. z.B. für die Anzahl der Kunden je Kabelverzweiger, die Länge des Feeder Segments zwischen Kabelverzweiger und Hauptverteiler sowie die Anzahl der Teilnehmer pro Hauptverteiler. Tabelle 3-1 zeigt die Ergebnisse dieser Clusterbildung.

Tabelle 3-1: Definition der Cluster

Cluster ID	Anzahl Teilnehmer	Teilnehmeranteil	Teilnehmeranteil kumuliert (gerundet)	Teilnehmerdichte minimal (Anschlüsse pro km <sup>2</sup> )	Fläche in km <sup>2</sup>
1	2,209,338	5.1 %	5 %	2,750	620
2	2,167,961	5.0 %	10 %	1,950	950
3	2,131,407	4.9 %	15 %	1,500	1,248
4	2,142,703	5.0 %	20 %	1,200	1,603
5	2,158,128	5.0 %	25 %	952	2,045
6	2,165,555	5.0 %	30 %	740	2,636
7	2,168,541	5.0 %	35 %	575	3,323
8	2,211,345	5.1 %	40 %	455	4,400
9	2,112,800	4.9 %	45 %	360	5,209
10	2,074,980	4.8 %	50 %	290	6,487
11	2,124,501	4.9 %	55 %	235	8,189
12	2,114,832	4.9 %	60 %	190	10,016
13	2,252,308	5.2 %	65 %	155	13,133
14	2,051,986	4.7 %	70 %	125	14,824
15	2,317,848	5.4 %	75 %	100	20,874
16	2,086,509	4.8 %	80 %	80	23,569
17	2,185,291	5.0 %	85 %	62	31,214
18	2,305,738	5.3 %	90 %	46	43,780
19	2,144,569	5.0 %	95 %	32	55,792
20	2,153,552	5.0 %	100 %	1	110,641
<b>Summe</b>					

Abbildung 3-1 veranschaulicht die Zuordnung der einzelnen Anschlussbereiche zu einem der 20 Cluster.

Abbildung 3-1: Zuordnung der Anschlussbereiche zu einer Dichteklasse



In dieser Analyse wird aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Glasfaserstudie wiederum eine maximale Penetrationsrate von 70% festgelegt, d.h. es wird unterstellt, dass nicht mehr als 70% der Kunden eines mit FTTH breitbandig ausgebauten Gebietes den Anschluss nutzen, weil sie andere Anschlüsse (Kabel-TV, Mobilfunk)

oder auch keinen Anschluss nutzen. Weiterhin wird der gleiche Durchschnittserlös pro Kunde (ARPU – Average Revenue Per User) in Höhe von 38€ netto angesetzt, wenn Aussagen zur Profitabilität getätigt werden müssen. So können die Ergebnisse direkt miteinander verglichen werden. Diese Umsätze setzen sich aus den Umsätzen von Privatkunden aus einem Mix von Single-, Double- und Tripple-Play Paketen sowie aus den Durchschnittsumsätzen von Geschäftskunden zusammen.

Tabelle 3-2: Annahmen zum ARPU (exkl. MwSt.)

Kumentyp	Einnahme pro Kunde pro Monat (ARPU) in €	Anteil
Reiner Telefonanschluss	17	10 %
Telefonanschluss mit Festnetzflatrate und Internet	30	45 %
Telefonanschluss mit Festnetzflatrate, Internet und IPTV	40	35 %
Geschäftskundenanschluss	88	10 %
Durchschnittskunde	38	100 %

Quelle: Jay / Plückebaum / Neumann (2011)

Es kommt der gleiche Parametersatz wie in der vorherigen Untersuchung zum Einsatz. Der einzige Unterschied ist die in Tabelle 2-6 dargestellte Anpassung der Investitionswerte für den Tiefbau.

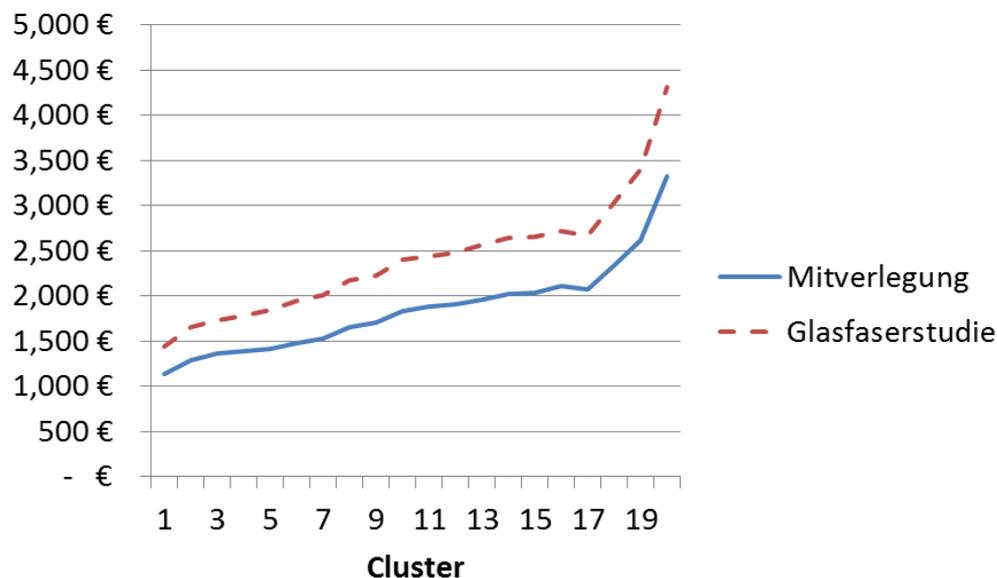
### 3.2 Investitionsbedarf

Durch die Berücksichtigung der Mitverlegung ergeben sich um ca. 30% niedrigere Investitionen in den Tiefbau, welche in Summe zu einer Senkung der Gesamtinvestitionen pro Anschluss um etwas über 20% führen. Die Investitionen belaufen sich bei 70% Penetration auf etwas über 1.000€ pro Anschluss in dicht besiedelten Regionen bis hin zu 3.300€ pro Anschluss im letzten Cluster. Diese Investitionswerte beinhalten sämtliche relevanten Anlagegüter, d.h.

- Endgeräte
- Hauseinführung und Stichleitung
- Passives Anschlussnetz (Gräben, Röhren, Kabel, Muffen, Schächte)
- Zentrale aktive Technik am Hauptverteiler bzw. am „Metropolitan Point of Presence“ – MpoP und die dazugehörigen Investitionen in Technikräume und optische Verteiler (ODF).

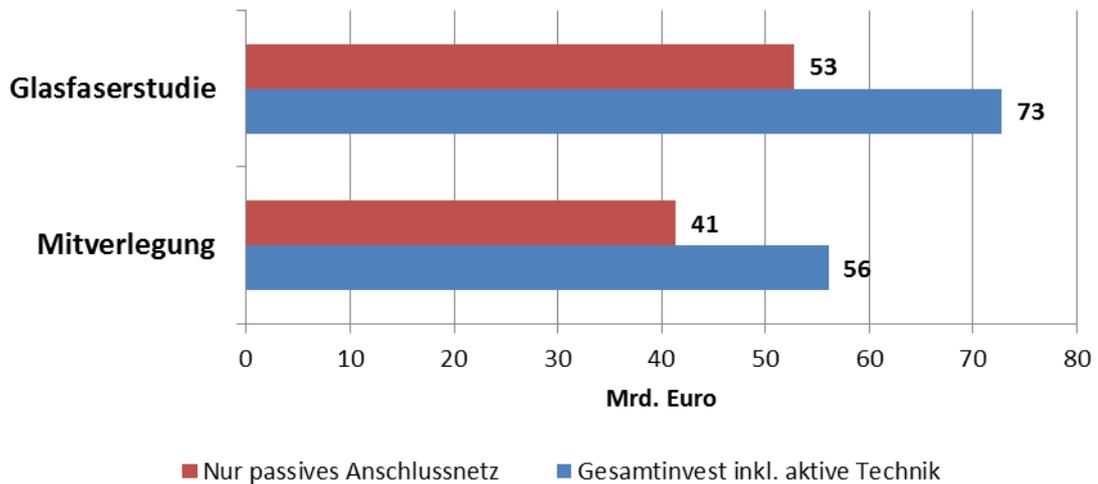
Nicht enthalten ist die Inhausverkabelung selber, deren Kosten in Deutschland bislang typischerweise vom Hauseigentümer getragen wurden.

Abbildung 3-2: Investitionen pro Kunde (70% Penetration)



Der Investitionsbedarf für einen flächendeckenden FTTH/ P2P Ausbau in Deutschland beträgt unter den Annahmen zur Mitverlegung nur noch rund 56 Mrd. € statt 73 Mrd. € (Investitionswerte inklusive Endgeräte, Hauseinführung/ Stichleitung und aktive zentrale Technik und Raum/ ODF Investitionen). Das reine passive Fiber-To-The-Road Netz (ohne Endgeräte, Hauseinführung/ Stichleitung, netzseitige ODF Ports im MPoP und zentrale Ethernet Switches) erfordert unter Mitverlegung nur rund 41 Mrd. € (zuvor 53 Mrd. €). Der Gebäudeanschluss erfordert unter Mitverlegungsannahmen etwas weniger als 6 Mrd. € (zuvor ca. 11 Mrd. €).

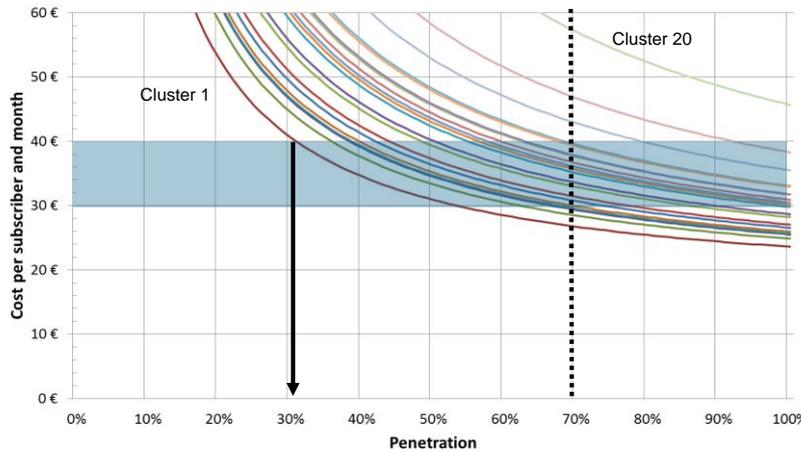
Abbildung 3-3: Investitionen für ein flächendeckendes FTTH/ P2P Netz (Gesamtinvestition inkl. durch aktive Kunden getriebene Investitionen bei 70% Penetration)



### 3.3 Profitable Abdeckung

Nach Umwandlung aller Investitionen und direkten Kosten in monatliche Kosten ergeben sich Kosten pro Kunde, die von der Penetration abhängen. Aufgrund des hohen Anteils an Fixkosten weisen diese monatlichen Kosten den in Abbildung 3-4 dargestellten Verlauf auf. Auf der vertikalen Achse sind sowohl die Kosten je Kunde und Monat als auch der mögliche/ erforderliche Umsatz je Kunde und Monat. Wo sich Kosten und Umsatz gleichen, wird der Betrieb des modellierten Telekommunikationsnetzes profitabel. In der Abbildung ist im Bereich zwischen 30€ und 40€ ein blaues Band eingezeichnet, welches den potenziellen Bereich der Netto-Endkundenpreise darstellen soll. Daraus folgt, dass unter günstigsten Bedingungen (die niedrigen Kosten von Cluster 1 und ein ARPU von 40€) die Penetrationsrate mindestens bei etwas über 30% liegen muss, um Profitabilität sicherzustellen. Die meisten anderen Cluster erfordern jedoch deutlich höhere Penetrationsraten, was umso mehr gilt, wenn man ein ARPU von nur 30€ zugrunde legt.

Abbildung 3-4: Monatliche Gesamtkosten pro Kunde in Abhängigkeit von der Penetration (einzeln dargestellt für jeden Cluster)



Schneidet man die Kostenkurven aller Cluster an der 70% Marke (dem festgelegten Maximum an Markt-Penetration), so ergeben sich monatliche Kosten pro Kunde zwischen 27€ und 57€. In der ursprünglichen Untersuchung ohne nationale Mitverlegung lagen diese Kosten bei 30€ bis knapp 70€ (siehe Abbildung 3-5).

Abbildung 3-5: Monatliche Kosten pro Kunde bei 70% Penetration

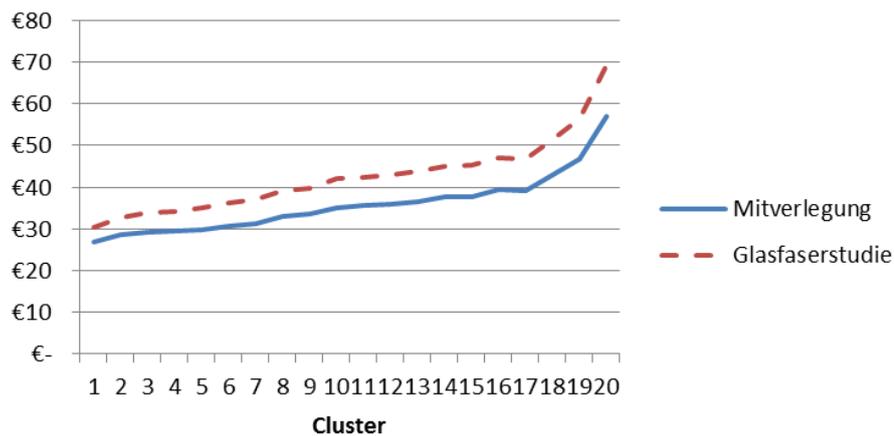
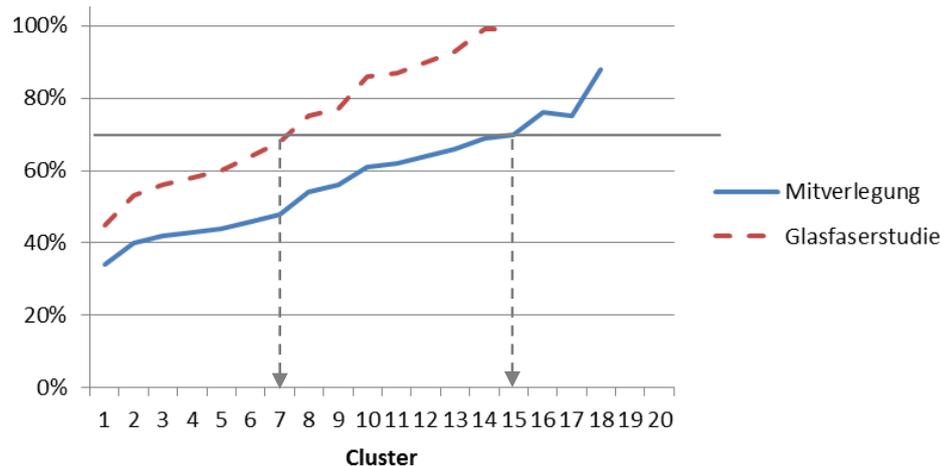


Abbildung 3-6 identifiziert diejenige Penetrationsrate, die in jedem Cluster nötig ist, um zu niedrigeren Kosten als 38€ zu produzieren. Gegeben die maximale Penetrationsrate von 70% zeigt sich, dass sich durch Mitverlegung die Zahl der profitablen Cluster ge-

genüber der Glasfaserstudie von 7 auf 15 mehr als verdoppelt. Es zeigt sich also, dass unter der Annahme der Mitverlegung das Gebiet des profitablen Glasfaserausbaus (ohne Subventionen) mehr als verdoppelt bzw. statt ca. 14 Mio. Haushalte nun ca. 30 Mio. Haushalte und die in den Gebieten angesiedelten Geschäftskunden profitabel abgedeckt werden können<sup>11</sup>.

Abbildung 3-6: Kritische Penetrationsraten bei 38€ ARPU



### 3.4 Subventionsbedarf

Die den Clustern 16 – 20 zugeordneten Gebiete (Anschlussbereiche) mit ca. 10 Mio. Haushalten sind auch unter voller Ausnutzung der hier beschriebenen Mitverlegung mit den Stromnetz nicht profitabel auszubauen und zu betreiben. Zusätzliche Finanzierungsquellen müssen hinzukommen.

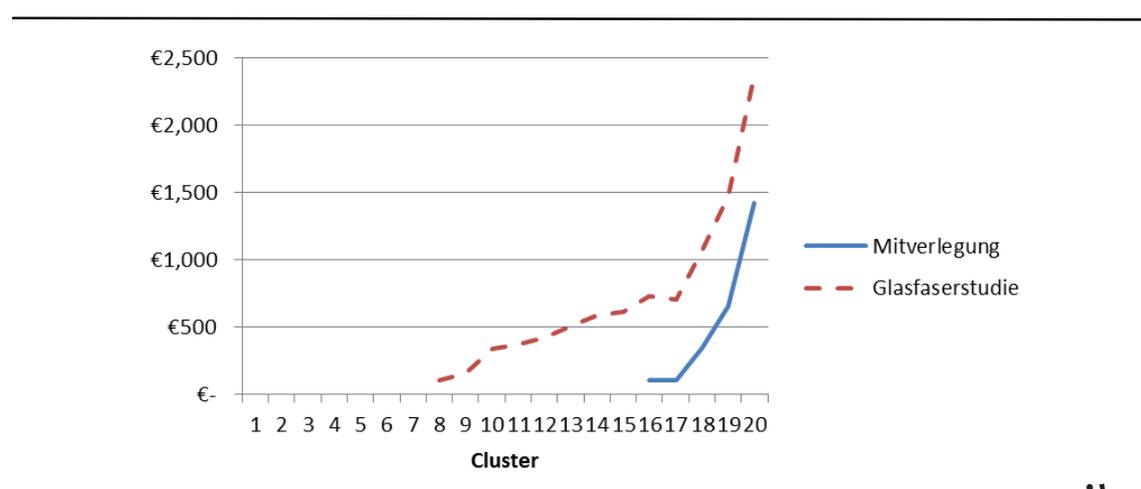
Um den langfristigen Betrieb der Infrastruktur auch bei 38€ ARPU und 70% Penetration in defizitären Clustern sicherzustellen könnten die Kunden kostendeckende monatliche Entgelte zahlen, die über dem nationalen Durchschnitt von 38 € pro Monat liegen. Diese müssten, wie in Abbildung 3-5 und Abbildung 3-6 dargestellt, für die defizitären Cluster 16-20 zwischen 40€ und knapp unter 60€ betragen. In der Glasfaserstudie des WIK ergaben sich für die gleichen Cluster monatliche Kosten zwischen 47€ und 70€, also deutlich mehr. Es spiegelt sich immer noch ein Einspareffekt durch die Mitverlegung wider.

Alternativ dazu könnten einmalige Investitionszuschüsse geleistet werden. Quelle dafür könnten die Gebäudeeigentümer sein, wie dies ja bei anderen Sparten auch üblich ist, und die von der Wertsteigerung des Gebäude und deren besseren Vermarktbarkeit

<sup>11</sup> Für die letzten beiden Gebiete ist dazu eine Penetration von 70% erforderlich, die u.E. nur durch Open Access Vorleistungen für Mitbewerber erreicht werden kann.

profitieren, oder die Gemeinden, die diese Kosten bei der Grundstückserschließung mit umlegen oder die die erforderlichen Mittel aus öffentlichen Fördermitteln beziehen. Die erforderlichen Investitionszuschüsse liegen wie in Abbildung 3-7 gezeigt zwischen 100€ - 1.400€ für den Mitverlegungsfall gegenüber 100€ bis rund 2.400€ in der Glasfaserstudie.

Abbildung 3-7: Erforderlicher Investitionszuschuss pro Kunde bei 38€ ARPU und 70% Penetration



Das Gesamtvolumen dieser einmaligen Investitionszuschüsse sinkt im Mitverlegungsfall auf rund 4 Mrd. € gegenüber 14 Mrd. € in der Glasfaserstudie des WIK, weil nun nur noch 5 statt 13 Cluster subventionsbedürftig sind.

### 3.5 Sensitivität mit niedrigerem ARPU

Nur die Modellierung mit weitgehend unveränderter Ausgangsparametrisierung ermöglicht den direkten Vergleich mit den vorherigen Ergebnissen. Zusätzlich wurde am aktuellen Rand (Stand Juli 2014) eine Erhebung der Endkundenpreise von vier verschiedenen Anbietertypen durchgeführt, darunter die Deutsche Telekom, 1&1 als Wiederverkäufer, Kabel Deutschland als Kabelnetzbetreiber und NetCologne als regionaler Akteur mit eigener Infrastruktur.

Tabelle 3-3: Monatliche Endkundenpreise (brutto, Stand 1.7.2014)

	Telefonanschluss mit Festnetzflatrate	Internet (16Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate) & TV
<b>Telekom</b>	*** 23.95 €	34.95 €	39.95 €	49.95 €
<b>1&amp;1</b>	29.99 €	34.99 €	39.99 €	
<b>Kabel Deutschland</b>	22.80 €	*29.90 €	32.90 €	42.90 €
<b>NetCologne</b>	24.90 €	**29.90 €	**34.90 €	
<b>MITTELWERT</b>	<b>25.41 €</b>	<b>32.44 €</b>	<b>36.94 €</b>	<b>46.43 €</b>

\* Für 25 Mbps, \*\* für 25Mbps bzw. 100Mbps, \*\*\* Annahme nur 50% der Telekom-Kunden buchen die Festnetzflatrate für insgesamt 29.95€ brutto, die andere Hälfte zahlt nur 17.95€ brutto.

Quelle: Websites der Betreiber

Tabelle 3-4: Einmalige Endkundenpreise (brutto, Stand 1.7.2014)

	Telefonanschluss mit Festnetzflatrate	Internet (16Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate) & TV
<b>Telekom</b>	69.95 €	69.95 €	69.95 €	69.95 €
<b>1&amp;1</b>	59.95 €	59.95 €	59.95 €	
<b>Kabel Deutschland</b>	39.90 €	*39.90 €	39.90 €	59.90 €
<b>NetCologne</b>	49.90 €	**49.90 €	**49.90 €	
<b>MITTELWERT</b>	<b>54.93 €</b>	<b>54.93 €</b>	<b>54.93 €</b>	<b>64.93 €</b>

\* Für 25 Mbps, \*\* für 25Mbps bzw. 100Mbps

Quelle: Websites der Betreiber

Bei der Identifikation des ARPU spielt auch die Höhe von Promotions eine Rolle. In Tabelle 3-5 wurde der Gesamtwert der Promotions berechnet (z.B. gewährt die Deutsche Telekom sechs Monate lang einen Rabatt von 5€ auf die Grundgebühr im 16Mbps Double Play Tarif, was einen Bruttowert von 30€ ergibt).

Tabelle 3-5: Umgerechneter Gesamtwert der Promotions (brutto, Stand 1.7.2014)

	Telefonanschluss mit Festnetzflatrate	Internet (16Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate) & TV
<b>Telekom</b>		30.00 €	60.00 €	210.00 €
<b>1&amp;1</b>	120.00 €	120.00 €	240.00 €	
<b>Kabel Deutschland</b>	29.70 €	*240.00 €	156.00 €	156.00 €
<b>NetCologne</b>	30.00 €	** 30.00 €	**120.00 €	
<b>MITTELWERT</b>	<b>59.90 €</b>	<b>105.00 €</b>	<b>144.00 €</b>	<b>183.00 €</b>

\* Für 25 Mbps, \*\* für 25Mbps bzw. 100Mbps

Quelle: Websites der Betreiber

In Tabelle 3-6 wurden alle drei Elemente zusammengefasst. Dabei wurden Einmalentgelte und Promotions auf eine Kundenverweildauer von 42 Monaten umgerechnet. Die dort ausgewiesenen Preise sind nun Nettopreise für die weitere Verarbeitung im Modell und enthalten keine Mehrwertsteuer mehr.

Tabelle 3-6: Durchschnittlicher monatlicher Endkundenpreis (netto, Stand 1.7.2014)

	Telefonanschluss mit Festnetzflatrate	Internet (16Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate)	Internet (50Mbps) & Telefon (Festnetzflatrate) & TV
Telekom	21.53 €	30.06 €	33.54 €	38.37 €
1&1	23.54 €	27.75 €	29.09 €	
Kabel Deutschland	19.25 €	20.21 €	24.73 €	33.53 €
NetCologne	21.21 €	25.41 €	27.47 €	
<b>MITTELWERT</b>	<b>21.38 €</b>	<b>25.86 €</b>	<b>28.71 €</b>	<b>35.95 €</b>

Quelle: Websites der Betreiber / WIK

Die beiden Preispunkte für Double-Play Produkte wurden als Mittelwert zusammengezogen. Der Geschäftskundenumsatz lässt sich aufgrund der Heterogenität der Kunden deutlich schwerer empirisch erheben. Dieser wurde auf dem Niveau der vorherigen Untersuchung belassen. Bei gegenüber der Glasfaserstudie gleichbleibender Verteilung der Kunden auf die 4 Segmente ergibt sich aus der in Tabelle 3-7 dargestellten aktualisierten Datenbasis ein monatlicher ARPU von rund 36€ netto und damit eine Absenkung um 2€ gegenüber dem zuvor verwendeten Wert.

Tabelle 3-7: Basis der monatlichen ARPU-Festlegung (netto, Stand 1.7.2014)

	1play	2play	3play	GK
Anteil an Gesamt	10%	45%	35%	10%
ARPU	21.38 €	27.61 €	35.95 €	88.00 €

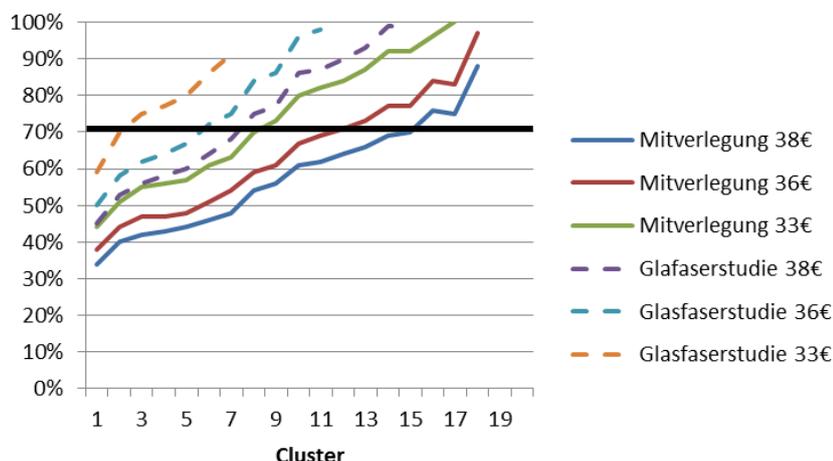
Mit diesem ARPU von 36€ monatlich endet die Profitabilität bei einer maximalen Penetrationsrate von 70%<sup>12</sup> bereits im Cluster 11 im Mitverlegungsfall (statt Cluster 12) und Cluster 5 (statt 7) mit den Parametern der Glasfaserstudie. Diese Ergebnisse sind (gemeinsam mit einer zusätzlichen Sensitivität für 33€, um einen dritten Arbeitspunkt am unteren Ende des Bandes zwischen 30€ - 40€ zu erhalten) in Tabelle 3-7 und Abbildung 3-8 dargestellt. Ein niedrigerer ARPU stellt eine Verschiebung der jeweiligen Kurve in Abbildung 3-8 nach oben dar.

<sup>12</sup> Mit den getroffenen Annahmen gilt jeder Cluster, der mehr als 70% Penetrationsrate erfordert, um zu niedrigeren Kosten als dem definierten ARPU zu produzieren, als nicht profitabel bewirtschaftbar.

Tabelle 3-8: Kritische Penetrationsraten je Cluster bei unterschiedlichem netto ARPU-Niveau

Cluster	Mitverlegung 38€	Mitverlegung 36€	Mitverlegung 33€	Glasfaserstudie 38€	Glasfaserstudie 36€	Glasfaserstudie 33€
1	34%	38%	44%	45%	50%	59%
2	40%	44%	51%	53%	58%	70%
3	42%	47%	55%	56%	62%	75%
4	43%	47%	56%	58%	64%	77%
5	44%	48%	57%	60%	67%	80%
6	46%	51%	61%	64%	72%	86%
7	48%	54%	63%	68%	75%	91%
8	54%	59%	70%	75%	84%	
9	56%	61%	73%	77%	86%	
10	61%	67%	80%	86%	96%	
11	62%	69%	82%	87%	98%	
12	64%	71%	84%	90%		
13	66%	73%	87%	93%		
14	69%	77%	92%	99%		
15	70%	77%	92%	99%		
16	76%	84%				
17	75%	83%				
18	88%	97%				
19						
20						
<b>Anzahl profitabler Cluster</b>	15	11	8	7	5	2

Abbildung 3-8: Kritische Penetrationsraten je Cluster bei unterschiedlichem netto ARPU-Niveau



Für den am aktuellen Rand identifizierten ARPU von 36€ ergibt sich aufgrund der veränderten Profitabilität dann im Mitverlegungsfall ein gesamter Zuschussbedarf von rund 5,5 Mrd. € statt 4 Mrd. € bei 38€ ARPU.

### 3.6 Grenzen dieser Analyse

Ein Problem dieser quantitativen Analyse ist, dass der Glasfaserausbau unter Umständen nicht auf eine „stückweise“ Stromnetzerneuerung warten kann, wenn beispielsweise eine ganze Stadt mit FTTH versorgt werden soll, aber nur Teile des Stromnetzes zur Erneuerung anstehen. Andererseits mag unterstellt werden, dass es Möglichkeiten gibt, Erneuerungsinvestitionen für das Stromverteilnetz vorzuziehen, um einen lokal flächendeckenderen Ausbau von Glasfaser zu ermöglichen. Auch bleibt zu diskutieren, inwieweit nicht in der Praxis ggf. ein bestehender FTTC Ausbau mit VDSL Vectoring so lange bestehen bleiben kann – und die Kunden mit „Breitband“ versorgt –, bis eine Erneuerung des Stromnetzes ansteht. In jedem Fall konnte mit der hier vorgestellten Methodologie das langfristige Potenzial der Mitverlegung und die Verschiebung der Profitabilitätsgrenze analysiert und quantifiziert werden, was neben der Analyse von Kostenteilungsregeln das zweite Ziel der Studie war.

Einige Fragestellungen waren nicht Bestandteil dieser Untersuchung, darunter auch der Einfluss der Kostenteilung durch Mitverlegung auf die Durchleitungsentgelte des Stromnetzes und der sich daraus ergebende volkswirtschaftliche Nutzen. Auch wäre bei einem tatsächlichen Vorziehen von Erneuerungsinvestitionen die Frage zu stellen, inwieweit außerplanmäßige Abschreibungen des Stromnetzes dann dem TK-Netz anzu-lasten wären, sofern denn das betreffende Stromverteilnetz noch nicht handels-/ steuer-

rechtlich abgeschrieben wäre. Problematischer wird es, wenn die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer noch nicht verstrichen ist, die Anlagen aber steuerlich/ handelsrechtlich bereits abgeschrieben sind. Ebenfalls nicht untersucht wurde der Einsparungseffekt bei Berücksichtigung weiterer Sparten, wie z.B. Gas, Trinkwasser, Abwasser oder Fernwärme. Dies stellt prinzipiell weiteres Sparpotenzial dar. Darüber hinaus wären die kostensenkenden Effekte der Mitverlegung dann von besonderem Interesse, wenn – wie bei Gasnetzen - diese anderen Netze ebenfalls einer Regulierung unterworfen sind und die Kostenteilung zur Vermeidung von Quersubventionen geregelt werden soll..

## 4 Fazit

Um den ökonomischen Einfluss der Mitverlegung von Glasfaser- mit Stromnetzen quantitativ zu bestimmen, wurden zunächst unterschiedliche Kostenallokationsverfahren für die Aufteilung der Tiefbaukosten bei gemeinsamer Grabennutzung analysiert. Die betrachteten Methoden sind die 1) Aufteilung anhand des Leitfadens der Bundesnetzagentur zur Mitverlegung, 2) die Aufteilung anhand des Spartendurchmessers, 3) anhand des Spartenquerschnitts sowie 4) eine pauschale Kostenteilung, die uns aus der Praxis bekannt ist. Die Anwendung dieser Regeln führt zu einem Anteil des TK-Netzes zwischen 55% und 67%. Insgesamt scheint damit ein Spektrum zwischen einer hälftigen Kostenteilung und einer Aufteilung der Kosten im Verhältnis 2:1 plausibel. Für die quantitative Modellrechnung wurde ein Kostenanteil des TK-Netzes von 60% zugrunde gelegt, was als guter Mittelwert gelten mag und gleichzeitig der Anwendung des Mitverlegungsleitfadens der BNetzA entspricht. Unter Berücksichtigung der Zusatzkosten durch den gemeinsamen größeren Graben ergibt sich eine effektive Investitionsersparnis von rund 30% beim Tiefbau, was insgesamt zu einer Einsparung von mehr als 20% pro Anschluss führt.

Mit dem WIK NGA-Modell wurden anschließend Vergleichsrechnungen durchgeführt, welche weitgehend den Parametersatz der vorherigen Untersuchung des WIK zum Investitions- und Subventionsbedarf eines flächendeckenden Glasfaserausbaus in Deutschland wiederverwenden. Mit diesem Parameterset und den mit Hinblick auf die Mitverlegung modifizierten Tiefbauinvestitionswerten ergeben sich folgende Ergebnisse:

- Das Investitionsvolumen für das flächendeckende rein passive Anschlussnetz sinkt von 53 Mrd. € auf 41 Mrd. €, was im Landesdurchschnitt etwas weniger als 1000€ pro „Home Passed“ entspricht.
- Die Gesamtinvestitionen bei 70% Penetration sinken von 73 Mrd. € auf 56 Mrd. €, was im Landesdurchschnitt einem Investitionswert von rund 1900€ pro aktivem Kunden („Home Connected“) entspricht.<sup>13</sup>
- Ein FTTH-Ausbau ist bis Cluster 15 profitabel. Das entspricht ~ 75% der dt. Teilnehmer (ursprünglich nur bis Cluster 7, ~ 35% der Teilnehmer).
- Die Kunden in den ländlicheren Regionen müssten zwischen 40€ und 60€ pro Monat zahlen, um einen kostendeckenden Betrieb zu ermöglichen (ursprünglich 40€ - 70€).
- Alternativ sind rund 4 Mrd € Investitionszuschüsse nötig, um einen flächendeckenden Ausbau zu realisieren, davon über 3 Mrd. € in den letzten beiden Clustern (ursprünglich insgesamt 14 Mrd. €). Umgerechnet pro aktiven Anschluss entspricht das im letzten Cluster ca. 1.400€ (ursprünglich 2.300€).

---

<sup>13</sup> Bei dieser Kennziffer wurden sämtliche Investitionen der Abdeckung auf die aktiven Kunden umgelegt.

- In Sensitivitätsrechnungen wurde der Effekt eines niedrigeren ARPUs auf Profitabilität und Subventionsbedarf quantifiziert. Bei einem ARPU von 36€ sinkt die Anzahl der profitablen Cluster auf 11 und es ergibt sich ein Zuschussbedarf von insgesamt 5,5 Mrd. €.

Die Mitverlegung hat das Potenzial, die Investitionen in den Glasfaserausbau deutlich zu senken, weil sie am entscheidenden Hebel, den Tiefbaukosten ansetzt. Umso mehr Tiefbauaktivitäten koordiniert und abgestimmt werden, desto besser lässt sich der Business Case für den Glasfaserausbau darstellen. Selbst unter Mitverlegung ändert sich jedoch nichts an der Tatsache, dass im erwarteten Erlösband von 30€-40€ netto hohe Penetrationsraten jenseits von 40% erforderlich sind, um den Netzausbau und –betrieb langfristig profitabel zu gestalten. Das bedeutet, dass Politik und Industrie zum einen Bemühungen um Leerrohrnutzung und Abstimmung von Tiefbaumaßnahmen intensivieren sollten. Auf der anderen Seite müssen sie auch Initiativen zur Stimulierung der Nachfrageseite unternehmen, sowie markgerechte Wholesaleprodukte entwickeln, um die Penetration auf einer Glasfaserplattform möglichst schnell hochzufahren. Dies ist notwendig, um in Deutschland die Weichen für eine in der langen Frist zukunftssichere Infrastruktur zu stellen.

## Literaturverzeichnis

Bundesnetzagentur (2012): "Leitfaden für Unternehmen in eigener Zuständigkeit zur Berücksichtigung der Mitverlegung von Glasfaserkabeln oder Leerrohren für den Telekommunikationsbreitbandbetrieb im Rahmen notwendiger Verlegungen von Stromleitungen.", [http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/Beschlusskammer8/Energie-Leitfaden\\_2012/Energie-Leitfaden\\_2012.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/Beschlusskammer8/Energie-Leitfaden_2012/Energie-Leitfaden_2012.pdf?__blob=publicationFile&v=1)

Deutsche Telekom (2013): "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen der Telekom für Bauleistungen am Telekommunikations-Netz Teil 10". [https://www.evergabe.telekom.de/eV2\\_public/conditions/ZTV-TKNNetz10/2013/ZTV-TKNNetz\\_10\\_Oktober\\_2013.pdf](https://www.evergabe.telekom.de/eV2_public/conditions/ZTV-TKNNetz10/2013/ZTV-TKNNetz_10_Oktober_2013.pdf)

DREWAG (2006): Werknorm Versorgungsnetze gemeinsamer Leitungsraben. , [http://www.drewag.de/media/pdf/de/gk\\_ds\\_partnerbereich/gk\\_ds\\_n1\\_gemeinsamer\\_leitungsraben.pdf](http://www.drewag.de/media/pdf/de/gk_ds_partnerbereich/gk_ds_n1_gemeinsamer_leitungsraben.pdf)

Jay / Plückerbaum / Neumann (2011): Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, WIK Diskussionsbeitrag 359.

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

- Nr. 312: Patrick Anell, Dieter Elixmann:  
Die Zukunft der Festnetzbetreiber,  
Dezember 2008
- Nr. 313: Patrick Anell, Dieter Elixmann, Ralf Schäfer:  
Marktstruktur und Wettbewerb im deutschen Festnetz-Markt: Stand und Entwicklungstendenzen, Dezember 2008
- Nr. 314: Kenneth R. Carter, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Network Neutrality: Implications for Europe, Dezember 2008
- Nr. 315: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Strategien zur Realisierung von Quality of Service in IP-Netzen, Dezember 2008
- Nr. 316: Juan Rendon, Thomas Plückebaum, Iris Böschen, Gabriele Kulenkampff:  
Relevant cost elements of VoIP networks, Dezember 2008
- Nr. 317: Nicole Angenendt, Christian Growitsch, Rabindra Nepal, Christine Müller:  
Effizienz und Stabilität des Stromgroßhandelsmarktes in Deutschland – Analyse und wirtschaftspolitische Implikationen, Dezember 2008
- Nr. 318: Gernot Müller:  
Produktivitäts- und Effizienzmessung im Eisenbahninfrastruktursektor – Methodische Grundlagen und Schätzung des Produktivitätsfortschritts für den deutschen Markt, Januar 2009
- Nr. 319: Sonja Schölermann:  
Kundenschutz und 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:  
Marktmachanalyse für den deutschen Regelenergiemarkt, April 2010
- Nr. 338: Ralf G. Schäfer unter Mitarbeit von Volker Köllmann:  
Regulierung von Auskunft- und Mehrwertdiensten im internationalen Vergleich, April 2010
- Nr. 339: Christian Growitsch, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Anreizregulierung und Netzinvestitionen, April 2010
- Nr. 340: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann, Rolf Schwab:  
Das VNB-Geschäftsmodell in einer sich wandelnden Marktumgebung: Herausforderungen und Chancen, April 2010
- Nr. 341: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Schölermann:  
Die Entwicklung von Hybridpost: Marktentwicklungen, Geschäftsmodelle und regulatorische Fragestellungen, August 2010
- Nr. 342: Karl-Heinz Neumann:  
Structural models for NBN deployment, September 2010
- Nr. 343: Christine Müller:  
Versorgungsqualität in der leitungsgebundenen Gasversorgung, September 2010
- Nr. 344: Roman Inderst, Jürgen Kühling, Karl-Heinz Neumann, Martin Peitz:  
Investitionen, Wettbewerb und Netzzugang bei NGA, September 2010
- Nr. 345: Christian Growitsch, J. Scott Marcus, Christian Wernick:  
Auswirkungen niedrigerer Mobilterminierungsentgelte auf Endkundenpreise und Nachfrage, September 2010
- Nr. 346: Antonia Niederprüm, Veronika Söntgerath, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Post-Filialnetze im Branchenvergleich, September 2010
- Nr. 347: Peter Stamm:  
Aktuelle Entwicklungen und Strategien der Kabelbranche, September 2010
- Nr. 348: Gernot Müller:  
Abgrenzung von Eisenbahnverkehrsmärkten – Ökonomische Grundlagen und Umsetzung in die Regulierungspraxis, November 2010
- Nr. 349: Christine Müller, Christian Growitsch, Matthias Wissner:  
Regulierung und Investitionsanreize in der ökonomischen Theorie, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Dezember 2010
- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011

- Nr. 350: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Symmetrische Regulierung: Möglichkeiten und Grenzen im neuen EU-Rechtsrahmen, Februar 2011
- Nr. 351: Peter Stamm, Anne Stetter unter Mitarbeit von Mario Erwig:  
Bedeutung und Beitrag alternativer Funklösungen für die Versorgung ländlicher Regionen mit Breitbandanschlüssen, Februar 2011
- Nr. 352: Anna Maria Doose, Dieter Elixmann:  
Nationale Breitbandstrategien und Implikationen für Wettbewerbspolitik und Regulierung, März 2011
- Nr. 353: Christine Müller:  
New regulatory approaches towards investments: a revision of international experiences, IRIN working paper for working package: Advancing incentive regulation with respect to smart grids, April 2011
- Nr. 354: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Elektronische Zustellung: Produkte, Geschäftsmodelle und Rückwirkungen auf den Briefmarkt, Juni 2011
- Nr. 355: Christin Gries, J. Scott Marcus:  
Die Bedeutung von Bitstrom auf dem deutschen TK-Markt, Juni 2011
- Nr. 356: Kenneth R. Carter, Dieter Elixmann, J. Scott Marcus:  
Unternehmensstrategische und regulatorische Aspekte von Kooperationen beim NGA-Breitbandausbau, Juni 2011
- Nr. 357: Marcus Stronzik:  
Zusammenhang zwischen Anreizregulierung und Eigenkapitalverzinsung, IRIN Working Paper im Rahmen des Arbeitspakets: Smart Grid-gerechte Weiterentwicklung der Anreizregulierung, Juli 2011
- Nr. 358: Anna Maria Doose, Alessandro Monti, Ralf G. Schäfer:  
Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, September 2011
- Nr. 359: Stephan Jay, Karl-Heinz Neumann, Thomas Plückebaum unter Mitarbeit von Konrad Zoz:  
Implikationen eines flächendeckenden Glasfaserausbaus und sein Subventionsbedarf, Oktober 2011
- Nr. 360: Lorenz Nett, Ulrich Stumpf:  
Neue Verfahren für Frequenzauktionen: Konzeptionelle Ansätze und internationale Erfahrungen, November 2011
- Nr. 361: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Martin Zauner:  
Qualitätsfaktoren in der Post-Entgeltregulierung, November 2011
- Nr. 362: Gernot Müller:  
Die Bedeutung von Liberalisierungs- und Regulierungsstrategien für die Entwicklung des Eisenbahnpersonenfernverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011
- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:  
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011
- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:  
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:  
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012

- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:  
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:  
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückebaum, Matthias Wissner:  
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückebaum:  
VDSL Vectoring, Bonding und Phantomring: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:  
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:  
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:  
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:  
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückebaum, Peter Stamm:  
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:  
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 382: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Netzugang im Briefmarkt, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:  
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 385: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm:  
Die Marktentwicklung für Cloud-Dienste - mögliche Anforderungen an die Netzinfrastruktur, April 2014
- Nr. 386: Marcus Stronzik, Matthias Wissner:  
Smart Metering Gas, März 2014
- Nr. 387: René Arnold, Sebastian Tenbrock:  
Bestimmungsgründe der FTTP-Nachfrage, August 2014
- Nr. 388: Lorenz Nett, Stephan Jay:  
Entwicklung dynamischer Marktszenarien und Wettbewerbskonstellationen zwischen Glasfasernetzen, Kupfernetzen und Kabelnetzen in Deutschland, September 2014
- Nr. 390: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, September 2014



**ISSN 1865-8997**