

# Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA

Autoren\*:

Karl-Heinz Neumann

Stephan Schmitt

Rolf Schwab

unter Mitarbeit von

Marcus Stronzik

\* Die Autoren danken Werner Neu für wertvolle konzeptionelle Anregungen und Tseveen Gantumur für wichtige Vorarbeiten bei der ökonomischen Analyse.

Bad Honnef, März 2016

## 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>III</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>V</b>
<b>Summary</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretische Ausgangsbasis</b>	<b>3</b>
2.1 Überblick	3
2.2 Replacement Effekt	3
2.3 Wholesale Revenue Effekt	4
2.4 Business Migration Effekt	5
2.5 Finanzierungseffekt	6
2.6 Trade-offs und Überlagerung	6
2.7 Effekte auf Incumbent und Wettbewerber	7
2.8 TAL-Preise und Technologiewahl	10
<b>3 Datenverfügbarkeit und heuristische Struktur der Daten</b>	<b>12</b>
3.1 Datenverfügbarkeit	12
3.2 TAL-Preise	14
3.3 NGA-Investitionen	15
3.4 Erklärende Variablen	16
3.4.1 Bedeutung von LLU	16
3.4.2 Bedeutung von Kabelnetzen	17
3.4.3 Fixed Line Penetration	17
3.4.4 Endkundenpreise	19
3.5 Kontrollvariablen	19
3.5.1 Bedeutung	19
3.5.2 BIP pro Kopf	20
3.5.3 Anteil der ländlichen Bevölkerung	21
3.5.4 Arbeitskosten	21
3.5.5 Preisniveau Baugewerbe	22

3.6	Einige einfache Korrelationen	23
3.6.1	TAL-Preis / FTTB/H Coverage	23
3.6.2	TAL-Preis / FTTC Coverage	24
3.6.3	Marktanteil Kabel/FTTB/H Coverage	25
3.6.4	Endkundenpreise/FTTB/H Coverage	26
3.6.5	Übersicht der verwendeten Variablen	27
<b>4</b>	<b>Ökonometrische Schätzungen</b>	<b>29</b>
4.1	Beschreibung des Datensatzes	29
4.2	Schätzansatz	31
4.3	Ergebnisse	34
4.4	Robustheit der Ergebnisse	37
4.4.1	„Partial Adjustment Model“ Ansatz	37
4.4.2	Kaufkraftparitätenbereinigung der LLU-Preise	39
4.5	Einschränkungen und Grenzen der Analyse	41
<b>5</b>	<b>Bewertung der Ergebnisse</b>	<b>42</b>
	<b>Literatur</b>	<b>43</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Entwicklung des Netzausbaus (Homes passed) nach Anbietergruppen in EU 39	9
Abbildung 2-2:	Anteil des Incumbent an den realisierten FTTB/H-Anschlüssen (2014)	10
Abbildung 3-1:	Durchschnittlicher monatlicher TAL-Preis (EU27; Oktober 2014)	15
Abbildung 3-2:	Anteil der Zahl der entbündelten Leitungen (LLU) an der Gesamtzahl der Festnetz-Breitbandanschlüsse (Oktober 2014)	16
Abbildung 3-3:	Penetration von PSTN-Anschlüssen (Kanäle) auf der Basis von Haushalten (EU27; 2014)	18
Abbildung 3-4:	Reales Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (Euro; 2013)	20
Abbildung 3-5:	Anteil der ländlichen Bevölkerung (2014)	21
Abbildung 3-6:	Preisniveauindex für das Baugewerbe (EU27; 2014)	23
Abbildung 3-7:	Korrelation TAL-Preis / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)	24
Abbildung 3-8:	Korrelation TAL-Preis / FTTC Coverage (EU27; 2014)	25
Abbildung 3-9:	Korrelation Marktanteil Kabel / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)	26
Abbildung 3-10:	Korrelation Endkundenpreise / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)	27
Abbildung 4-1:	Zusammenhang zwischen LLU-Preis und Investitionen in FTTBH-Anschlüsse	35

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Übersicht Datenverfügbarkeit	13
Tabelle 4-1:	Deskriptive Statistiken	30
Tabelle 4-2:	Korrelationsmatrix	31
Tabelle 4-3:	Schätzergebnisse für Investitionen als Differenz der FTTH-Anschlüsse	36
Tabelle 4-4:	Schätzergebnisse für Investitionen als Anzahl der FTTH-Anschlüsse	38
Tabelle 4-5:	Schätzergebnisse für Investitionen als Differenz der FTTH-Anschlüsse und PPP-bereinigten LLU Preisen	40



## Zusammenfassung

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es konkurrierende Hypothesen über die Wirkung der Höhe der Teilnehmeranschlussleitung (TAL)-Preise auf die von den Netzbetreibern getätigten Investitionen in moderne NGA-Netzwerke. Dabei gilt es, wie die Modellanalysen zeigen, unterschiedliche Effekte auf die Investitionsanreize von Incumbents und Wettbewerber, die die TAL nachfragen, zu unterscheiden. Wir analysieren dazu im einzelnen den Einfluss des Replacement Effekts, des Wholesale Revenue Effekts, des Business Migration Effekts und des Finanzierungseffekts.

Ziel dieser Studie ist es, zunächst die konkurrierenden Hypothesen in der wissenschaftlichen Literatur genau zu beschreiben. Mittels einer quantitativen Wirkungsanalyse, die sich auf ökonometrische Analysen stützt, soll versucht werden, den Einfluss der Höhe des TAL-Preises auf die Investitionstätigkeit in FTTH, also reine Glasfaserzugangsnetze, abzuschätzen. Um eine gute statistische Grundlage zu haben, wird der ökonometrisch-statistische Testansatz europaweit angelegt.

Die empirische Analyse basiert auf einem unbalancierten („unbalanced Panel“) Datensatz mit länderspezifischen Informationen zu 27 EU-Ländern über den Zeitraum 2009-2014. Zur Untersuchung der relevanten Hypothese bedienen wir uns Standardmethoden der Paneldatenökonometrie. Im Unterschied zu anderen Studien bilden wir FTTH-Investitionen über die Proxy-Größe „Differenz der FTTH Homes passed“ zwischen zwei Perioden ab. Diese Größe kommt näher an die relevante Variable als die in anderen Studien verwendeten Proxy-Größen.

Ein relevanter Einfluss des TAL-Preises auf FTTH-Investitionen kann nach unseren Ergebnissen als gesichert angesehen werden. Doch bleibt die Struktur des Einflusses komplex. Simplistische Zusammenhänge, die immer und unter allen Randbedingungen gelten, haben sich nicht bestätigt.

Vor allem ist der Zusammenhang zwischen TAL-Preisen und FTTH-Investitionen nicht linear. Nach unseren Ergebnissen erweist sich vielmehr ein nicht-linearer umgedreht u-förmiger Zusammenhang als relativ robust. Danach gibt es bis zu einem Wendepunkt einen positiven Einfluss eines steigenden TAL-Preises auf FTTH-Investitionen und danach einen negativen Einfluss. Die genaue Lage dieses Wendepunktes ist mit unseren Daten nicht beliebig robust bestimmbar und hängt von den Modellspezifikationen ab.

## Summary

Scientific literature provides competing hypotheses on the impact of prices for Unbundled Local Loop (ULL) on investment in modern NGA networks. Theoretical models identify different effects on the investment incentives of incumbents and competing access seekers. We analyse in detail the replacement effect, the wholesale revenue effect, the business migration effect and the financing effect of ULL prices.

This study first of all aims to describe the competing hypotheses in the literature in detail. The main contribution of the study is to test the impact of ULL prices on Fibre-to-the-Home (FTTH) investment by means of an econometric quantitative impact analysis. The econometric test is conducted on a EU-wide data set.

The empirical analysis is based on an unbalanced panel data set which includes country-specific data for 27 EU member states for the period 2009-2014. Different to other studies we identify FTTH investments via the proxy “difference of FTTH homes passed” between two periods, which comes closer and more targeted to the relevant variable than those used in other studies.

Our econometric analysis identifies a robust impact of ULL prices on FTTH investment. However, the structure of this impact remains complex. Simplistic impacts which always and under all circumstances hold, have not been supported by our analysis. One of our major results is that the context between ULL prices and FTTH investment is non-linear in an inverted u-shaped form. This result is robust and shows up in all econometric test model specifications. According to these findings there is a positive impact of ULL prices on investment at low ULL prices up to a turning point. From that point onwards the impact becomes negative. Our data do not allow to identify the exact location of this turning point in a robust way. Furthermore, it depends on the model specification.



## 1 Einleitung

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es konkurrierende Hypothesen über die Wirkung der Höhe der TAL-Preise auf die von den Netzbetreibern getätigten NGA-Investitionen. Dabei gilt es, wie die Modellanalysen zeigen, unterschiedliche Effekte auf die Investitionsanreize von Incumbents und Wettbewerber, die die TAL nachfragen, zu unterscheiden.

Modellanalysen, die eher auf die Angebots- und Kostenseite der Investitionsentscheidungen für NGA abstellen, kommen zu dem Ergebnis, dass ein hoher TAL-Preis abträglich für Investitionen von Incumbents in Glasfasernetze sind. Hohe TAL-Preise führen dazu, dass die damit in Verbindung stehenden hohen Gewinne infolge deutlich niedrigerer historischer Kosten durch den Aufbau von Glasfasernetzen kannibalisiert werden. Vor diesem Hintergrund induziert nur ein deutlicher Abstand zwischen einer Kupfer-TAL und einer Glasfaser-TAL eine Profitabilität von Glasfasernetzen und setzt entsprechend positivere Investitionsanreize.

Dem stehen Modellansätze gegenüber, die stärker auf die Migration von Kunden von Kupfer- auf Glasfaseranschlüsse abstellen. Je höher die Preise für Kupferanschlüsse sind, so diese Hypothese, desto eher werden Endkunden auf Glasfaseranschlüsse migrieren. Eine hohe Penetration ist Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb von Glasfasernetzen. Hohe TAL-Preise unterstützen hohe Kupferanschlusspreise für Endkunden. Insofern würde bei starker Bedeutung des Migrationseffektes ein hoher TAL-Preis stärkere Anreize für NGA-Investitionen auslösen als ein niedriger.

Beide Hypothesen über die Investitionsanreize von Incumbents adressieren zentrale Aspekte des Marktverhaltens. Insofern haben beide Hypothesen a priori Relevanz. Es gerät zur empirischen Frage, welchem Effekt in welchem Marktumfeld die größere Bedeutung zukommt.

Auch Modellbetrachtungen, die auf des Investitionsverhalten und die Investitionsanreize alternativer Anbieter abstellen, kommen nicht zu in jeder Hinsicht eindeutigen Ergebnissen. Argumente, die auf die Cash Flow Fähigkeit alternativer Anbieter abstellen, kommen zu dem Ergebnis, dass niedrige TAL-Preise Voraussetzung für mehr NGA-Investitionen alternativer Betreiber sind. Niedrige TAL-Preise führen zu einem höheren EBITDA bei TAL-Nachfragern und einem höheren Cash Flow aus der Nutzung der TAL. Dies erleichtert die Investitionsfähigkeit in NGA insofern, als eine bestimmte Eigenfinanzierungsquote Voraussetzung für den Erhalt von investivem Kapital (als Eigen- und/oder Fremdkapital) durch den Kapitalmarkt darstellt. Demgegenüber gibt es das Argument, dass hohe TAL-Preise stärkere Anreize für alternative Betreiber auslösen, in Glasfaseranschlussnetze zu investieren. Die Substitution „teurer“ als Wholesaleleistung nachgefragter Kupferanschlussleitungen durch selbst erstellte Glasfaseranschlusslei-

tungen rechnet sich im Rahmen eines Business Cases umso eher, je höher der TAL-Preis ist.

Beide Aspekte haben in der realen Welt Relevanz und es gerät damit wiederum zur empirischen Frage, welcher Effekt den anderen dominiert. Ebenso mag es Marktkonstellationen geben, in denen eher der eine oder eher der andere Effekt dominiert.

Ziel dieser Studie ist es, zunächst die konkurrierenden Hypothesen in der wissenschaftlichen Literatur genau zu beschreiben. Mittels einer quantitativen Wirkungsanalyse, die sich auf ökonometrische Analysen stützt, soll versucht werden, den Einfluss der Höhe des TAL-Preises auf die Investitionstätigkeit in FTTH abzuschätzen. Um eine gute statistische Grundlage zu haben, wird der ökonometrisch-statistische Testansatz europaweit angelegt.

## 2 Theoretische Ausgangsbasis

### 2.1 Überblick

Die Regulierungstheorie hat eine Reihe von Effekten über den Einfluss von TAL-Preisen auf NGA-Investitionen herausgearbeitet. Mikroökonomische Modelle stellen dabei auf das Verhalten bestimmte Marktakteure ab. Modellergebnisse werden in der Regel getrennt für Incumbents und Wettbewerber abgeleitet. Theoretische Ansätze, die den Einfluss auf alle Marktbeteiligten gemeinsam abbilden, liegen nicht vor. Insofern gibt es auch keinen uns bekannten Theorieansatz, der die relevanten Effekte für den gesamten Sektor abbildet. Dies wird nur in empirischen Untersuchungen geleistet.

Wir stellen die verschiedenen in der Literatur abgeleiteten Effekte zunächst einzeln vor. Sie überlagern sich jedoch in der realen Welt. Diese Gesamtzusammenhänge beleuchten wir in den nachfolgenden Abschnitten dieses Kapitels.

### 2.2 Replacement Effekt

Der Replacement Effekt (oder „Ersatzeffekt“) stellt auf das Investitionsverhalten von Wettbewerbern ab. Sobald Wettbewerber in eigene Anschlussinfrastruktur investieren, ersetzen sie die früher nachgefragte TAL-Vorleistung durch ihre eigene Infrastruktur. Sie werden unabhängig von der regulatorischen Preissetzung und flexibler in der eigenen Endkundenpreisgestaltung. Je höher der TAL-Preis desto eher werden (bei Vernachlässigung aller anderen Investitionsfaktoren) Investitionen in eigene Infrastruktur profitabel, desto eher rechnet sich der eigene investive Business Case.

Mit den eigenen Netzinvestitionen umgehen Wettbewerber den ökonomischen Bottleneck. Gesamtwirtschaftlich sollte dies natürlich nur erfolgen, wenn dies zu gleichen oder niedrigeren Kosten erfolgt, als der Incumbent sie hätte. Anderenfalls entstehen Ineffizienzen. Eine artifizielle Erhöhung der Anreize für Bypass-Investitionen durch erhöhte TAL-Preise muss dies unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten als Restriktion verstehen. Bei überhöhten Vorleistungsentgelten werden ggf. Bypass-Investitionen induziert, obwohl der Incumbent billiger die neue Technologie darstellen könnte.

Entscheidungsrelevant für Investitionen in eigene Access-Infrastruktur ist natürlich nicht nur die Höhe der TAL-Preise, sondern (neben vielen anderen Faktoren) die Höhe der erforderlichen Investitionen (je Anschluss). Hier gilt es noch auf den Effekt der Durchschnittsbildung bei der TAL-Preissetzung aufmerksam zu machen. TAL-Entgelte werden nach einem bundesweiten Kostendurchschnitt festgelegt. Die Entscheidung für eine eigene Access-Infrastruktur erfolgt aber auf Basis lokaler Kosten. In dichtbesiedelten Orten/Gebieten sind die Kosten deutlich niedriger als in dünnbesiedelten Orten/Gebieten. Dies gibt sowohl für die TAL-Entgelte als auch für eigene Investitionen. In dichtbesiedelten Gebieten sind demnach die TAL-Entgelte im Verhältnis zu eigenen

Access-Investitionen besonders hoch. Hier sollten am ehesten Investitionen von Wettbewerbern infolge des Replacement Effektes erwartet werden.

Indirekt ist der Replacement Effekt theoretisch und empirisch unter dem Ladder of Investment-(LoI)Konzept untersucht. Danach springen Wettbewerber durch Erhöhung ihrer eigenen Wertschöpfungstiefe auf die Sprossen einer hypothetischen Investitionsleiter von Resale, über Bitstrom und ULL bis hin zur eigenen Access-Infrastruktur. Der empirische Befund ist jedoch nicht (ganz) eindeutig. Bacache et al. (2014) haben das LoI-Konzept für die Kette Bitstrom, ULL, eigene Glasfaseranschlüsse für 15 EU-Länder untersucht. Sie finden keine Unterstützung der vollständigen LoI-Kette, aber eine schwache Unterstützung für den Übergang von Bitstrom auf ULL.

Demgegenüber ermitteln Kongaut und Bohlin (2014) in ihrer ökonometrischen Untersuchung, dass die ULL-Regulierung im OECD-Raum im Zeitraum 2001-2008 wenig Einfluss auf NGA-Investitionen hatte. Demgegenüber ergab sich, dass Unbundling die Breitbandadoption gefördert hat.

### **2.3 Wholesale Revenue Effekt**

Viele Incumbents verfolgen eine Strategie, alte Kupferanschlüsse ganz oder in Teilen weiter für Anschlussprodukte zu nutzen, auch wenn es bereits weitgehend abgeschrieben und im Prinzip technologisch überholt ist. Statt in ein neues Glasfasernetz zu investieren, rüsten sie das Kupfernetz weiter durch Einsatz von intelligenter und hochfrequenter Übertragungstechnik auf. Auch wenn dazu die Glasfaser weiter an den Endkunden herangeführt werden muss, kann der größte Teil des Kupferanschlusnetzes weiter genutzt werden.

Dieses Verhalten hat seine Ursache im Vorleistungsumsatzeffekt („Wholesale Revenue Effekt“) hoher TAL-Preise. Hohe TAL-Preise reduzieren die Anreize des Incumbents, in die neue Technologie zu investieren. Solche Investitionen würden die Vorleistungsgewinne sowie Gewinne auf der Endnutzerebene für kupferbasierte Dienste vernichten. Daher wird dieser Effekt auch als Kannibalisierungseffekt bezeichnet. Bei weitgehend abgeschriebenen Anlagen, die aber noch weiter genutzt werden können, sind die damit erzielbaren Gewinne erheblich. Die entscheidungsrelevanten Kosten des Incumbent auf die neue Technologie zu wechseln, sind nicht die auf Basis von Wiederbeschaffungskosten kalkulierten TAL-Entgelte, sondern seine Opportunitätskosten. Dies sind in diesem Fall die kurzfristigen Kosten zum Betrieb des Kupferanschlusnetzes und die Erlöse aus der Wiederverwendbarkeit der Anlagegüter des (alten) Netzes. Diese sind aber in aller Regel deutlich niedriger als die Wiederbeschaffungskosten. Diese Differenz zwischen den Wiederbeschaffungskosten und den Opportunitätskosten ergibt ökonomi-

sche Übergewinne, auf die der Incumbent verzichten würde, wenn er von der alten auf die neue Technologie wechselt.<sup>1</sup>

Bei Relevanz des Kannibalisierungseffektes wird der Incumbent nur dann in eine neue Anschlusstechnologie investieren, wenn der erwartete Gewinn aus Nutzung der neuen Technologie größer ist als der verlorene Deckungsbeitrag aus der versunkenen alten Netzanschlusstechnologie. Sofern durch höhere Vorleistungspreise nicht auch die Gewinne aus der neuen Technologie steigen, sinkt die Innovations- und Investitionsbereitschaft für die neue Anschlusstechnologie.<sup>2</sup> Hoernig et al. (2011) zeigen auch, dass die Innovations- und Investitionsanreize mehr von den relativen Vorleistungspreisen der alten und der neuen Anschlusstechnologie abhängen als von den absoluten Preisen der alten und der neuen Technologie.

Die Kannibalisierungseffekt legt niedrigere Vorleistungspreise für die alte Technik nahe, um sie gegenüber der neuen Anschlusstechnologie weniger attraktiv zu machen.

## 2.4 Business Migration Effekt

Der Migrationseffekt beschreibt die Wirkung der Vorleistungspreise auf die Endnutzerpreise und die Migration der Kunden von der alten Anschlusstechnologie auf NGA. In der Logik des Migrationseffekts bewirken hohe Vorleistungspreise für die alte Technologie auch hohe Endnutzerpreise für die alte Technologie. In Abhängigkeit von den Kosten der neuen Anschlusstechnologie kann so der Preisabstand zwischen kupfer- und glasfaser-basierten Anschlussprodukten geringer werden oder sogar verschwinden. Dadurch erhöht sich die Wechselbereitschaft der Endkunden in Richtung auf NGA-Produkte. Dies ist insbesondere für Ausmaß und Geschwindigkeit der Migration von Bedeutung, wenn die (inkrementelle) Zahlungsbereitschaft der Endnutzer für neue NGA-Produkte gering ist.

Eine schnelle und intensive Migration von Endnutzern auf NGA führt zu einer hohen Penetration von NGA. Dies hat unmittelbar einen positiven Effekt auf den Business Case und die Wirtschaftlichkeit der NGA-Investitionen. Damit schließt sich die Kette, dass der Migrationseffekt hoher TAL-Preise positive Investitionsanreize in NGA auslöst.

Unabhängig von allen anderen Einflussfaktoren auf NGA-Investitionen gilt, dass der Migrationseffekt gleichermaßen Relevanz für NGA-Investitionen von Incumbents wie für Wettbewerber hat.

---

<sup>1</sup> Diese Wirkungskette ist ausführlich in Hoernig et al. (2012) beschrieben.

<sup>2</sup> Dieses Argument ist ausführlich abgeleitet und hinsichtlich seiner Implikationen ausführlich auch empirisch gezeigt in Hoernig et al. (2011).

## 2.5 Finanzierungseffekt

Die Höhe des TAL-Preises hat auch Einfluss auf die Finanzierungsmöglichkeiten für FTTH-Investitionen von Incumbent und Wettbewerbern. Je höher der TAL-Preis, desto größer sind die Finanzmittelzuflüsse des Incumbent. Dies verbessert die Eigenfinanzierungsmöglichkeiten für Investitionen. Dies hat besondere Relevanz bei kapitalmarktbedingten Finanzierungsrestriktionen. Hinzu kommt, dass höhere Gewinne eine höhere Bonität am Kapitalmarkt induzieren und so Finanzierungskosten senken.<sup>3</sup> Erhöhte Finanzierungsspielräume und sinkende Kapitalkosten durch höhere Gewinne induziert durch höhere TAL-Preise erhöhen Investitionsanreize des Incumbent.

Für Wettbewerber wirkt der Finanzierungseffekt höherer TAL-Preise in die entgegengesetzte Richtung. Höhere TAL-Preise schmälern ihren operativen Gewinn (EBITDA) und in der gleichen Wirkungsrichtung wie beim Incumbent, nun allerdings mit unterschiedlichem Vorzeichen ihre Investitionsmöglichkeiten.

Insofern scheint es auf den ersten Blick keine eindeutige Richtung des Finanzierungseffekts der Höhe des TAL-Preises auf Investitionen zu geben. Es gibt jedoch zumindest in Deutschland Hinweise auf eine deutlich höhere Investitionsintensität von Wettbewerbern im Vergleich zum Incumbent. Wettbewerber investieren einen wesentlich größeren Anteil ihres EBITDA als die Telekom. Nach Erhebungen des Wettbewerbersverbandes BREKO<sup>4</sup> investierten Wettbewerber in 2014 103% ihres EBITDA in die Netze, während diese Quote bei der Deutschen Telekom bei 43% lag. Eine Verschiebung des EBITDA infolge von TAL-Preisänderungen wäre nach diesen unterschiedlichen Investitionsintensitäten nicht neutral mit Blick auf die Investitionswirkung.

## 2.6 Trade-offs und Überlagerung

Wir haben die theoretischen Einflüsseffekte bislang getrennt und isoliert voneinander betrachtet. Dies ist der theoretischen Analyse geschuldet, der es bislang nicht gelungen ist, alle Effekte in einer einheitlichen Modellwelt abzubilden. Dies gilt sowohl für die Einflüsseffekte auf Investitionsentscheidungen von Incumbents als auch auf die für Wettbewerber. Erst recht gilt dies für die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Einflussfaktoren auf alle Marktakteure. In Wirklichkeit beeinflussen verschiedene Effekte die Investitionsentscheidungen jedoch zur gleichen Zeit. Wie wir zeigen werden, können manche Effekte auch einen Einfluss der TAL-Preishöhe in unterschiedliche Richtung auslösen. D.h. die Überlagerung von Effekten kann zu Trade-offs führen. Es kommt dann für den Nettoeffekt auf die relative Stärke des einzelnen Effekts im Vergleich zu den jeweils anderen an, die ebenfalls relevant sind.

---

<sup>3</sup> So auch Gerpott/Winzer (2013), S. 179.

<sup>4</sup> Siehe BREKO (2015), S. 6.

In der theoretischen Literatur ist die Überlagerung von Wholesale Revenue, Replacement- und Migrationseffekt und die daraus folgenden Investitionsanreize detailliert von Bourreau et al. (2012) beschrieben worden. Für den Incumbent gilt, dass hohe TAL-Preise infolge des Wholesale Revenue Effekts nachteilige Anreize für FTTB/H-Investitionen auslösen. Zur Vermeidung der Kannibalisierung von (Über-) Gewinnen durch (Weiter-) Nutzung einer weitgehend abgeschriebenen Infrastruktur wird er bemüht sein, FTTB/H-Investitionen so lange wie möglich hinauszuschieben. Hohe TAL-Preise erleichtern dagegen die Finanzierung seiner FTTB/H-Investitionen. Ebenso unterstützen sie die Migration von Kunden auf ein neues FTTB/H-Netz. Dies würde für positive Investitionsincentives sprechen.

Auch bei den Investitionsanreizen von Wettbewerbern ergibt die theoretische Analyse kein einheitliches Bild. Zunächst spricht der Replacement Effekt für positive FTTB/H-Investitionsanreize bei hohen TAL-Preisen. Dagegen löst der Finanzierungseffekt hoher TAL-Preise negative Investitionsanreize aus. Ebenso wie beim Incumbent wirkt der Migrationseffekt auch bei Wettbewerbern in Richtung auf höhere TAL-Preise.

## 2.7 Effekte auf Incumbent und Wettbewerber

FTTH-Investitionen können von Incumbents und Wettbewerbern getätigt werden. Gesamtwirtschaftlich zählt nicht, welche Gruppe von Marktteilnehmern die Investitionen tätigt. Entscheidend ist in welchem Umfang und in welcher Netzabdeckung insgesamt das NGA-Netz aufgebaut wird. Insoweit als der FTTH-Ausbau wettbewerblich erfolgt, gilt die Hypothese, dass Wettbewerb der Treiber für diese Investitionen sein kann. Unterschiedliche Marktbeteiligte können entweder in Wettbewerb um Netzabdeckung treten, ohne dass es im Kern zu duplikativen Investitionen in einer Region kommt. Oder es wird in eine parallele Netzentwicklung in der gleichen Region in unmittelbarem Infrastrukturwettbewerb investiert.

Mikroökonomische Modelle bilden typischerweise das Markt- und Investitionsverhalten einzelner Marktspieler ab. Dies ist auch insofern erforderlich, als Incumbents andere Ausgangsvoraussetzungen, Incentive-Strukturen und Treiber für ihre Investitionsentscheidungen haben als Wettbewerber. Die von uns weiter oben abgeleiteten Effekte wirken in der Regel auch unterschiedlich auf die Marktbeteiligten oder stellen von vornherein und unmittelbar auf einzelne Marktbeteiligte ab. Modelle, die mikroökonomisch die relevanten Effekte über alle Marktbeteiligten hinweg und damit gesamtwirtschaftlich abbilden, sind uns nicht bekannt. Diese Gesamtmarktanalyse ist dann nur empirisch darstellbar.

Das empirische Bild zeigt, dass FTTH-Investitionen zunächst nicht von Incumbents, sondern von Wettbewerbern getrieben worden sind. FTTH-Netze werden von einer Vielzahl unterschiedlicher Marktakteure errichtet. In fast allen Ländern spielen Städte oder andere Gebietskörperschaften und Stadtwerke eine wesentliche Rolle beim Auf-

bau lokaler FTTH-Netze. Ein besonders markantes Beispiel ist Schweden. In anderen Ländern waren Festnetz Wettbewerber Treiber der Glasfaserentwicklung wie etwa in Dänemark und Frankreich.

Die Incumbents sind in den meisten Ländern erst spät auf den Glasfaserzug aufgesprungen. In einigen kleineren EU Ländern wie Finnland, Griechenland und Luxemburg tragen sie dagegen ganz überwiegend die Glasfaserentwicklung. Markant und dominant ist die Rolle der Incumbents in Spanien und in den Niederlanden. In vielen Ländern sind die Incumbents zeitverzögert in den Glasfasermarkt eingestiegen.

Abbildung 2-2 zeigt, dass die Incumbents in der EU im Durchschnitt ca. 47% der Homes passed repräsentieren. Dabei zeigt sich eine signifikante Streuung von nahezu unbedeutend (in Polen) bis vollkommen dominant (in Luxemburg). In Deutschland liegt der Anteil der Deutschen Telekom mit 24% deutlich unter dem europäischen Durchschnitt.

Fasst man die Grundgesamtheit größer und betrachtet statt der 28 EU-Staaten alle 39 europäischen Länder wird noch deutlicher, wie dominant alternative Netzbetreiber immer noch beim Glasfaseraufbau sind. Ihr Anteil an den Homes passed hat sich im Zeitraum 2009 bis 2014 von 75% auf immer noch 67% reduziert (s. Abbildung 2-1). Der Anteil der Incumbents hat sich im gleichen Zeitraum von 15% auf 27% gesteigert. Fast halbiert hat sich der Ausbauanteil von Städten und EVUs.



Abbildung 2-1: Entwicklung des Netzausbaus (Homes passed) nach Anbietergruppen in EU 39

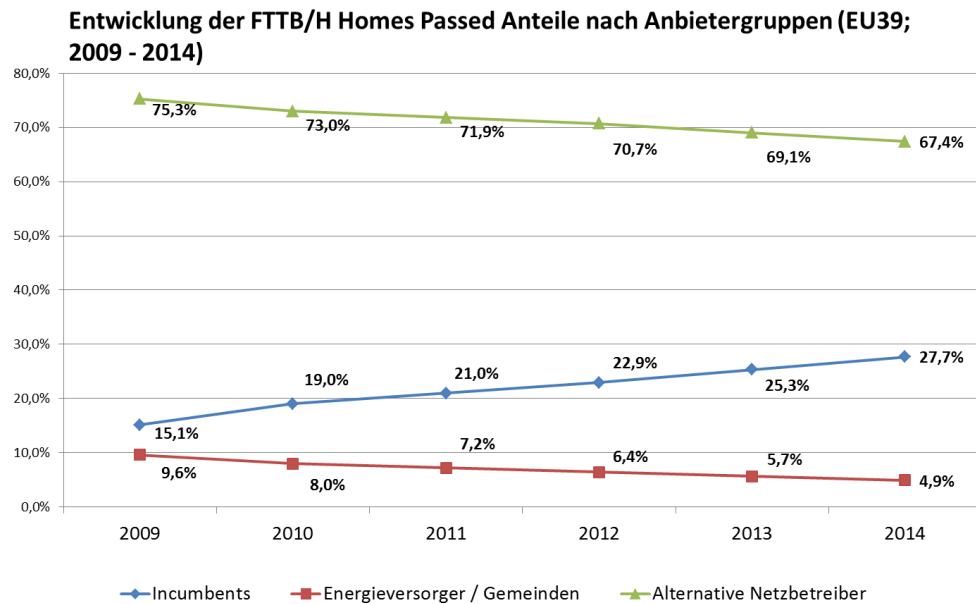
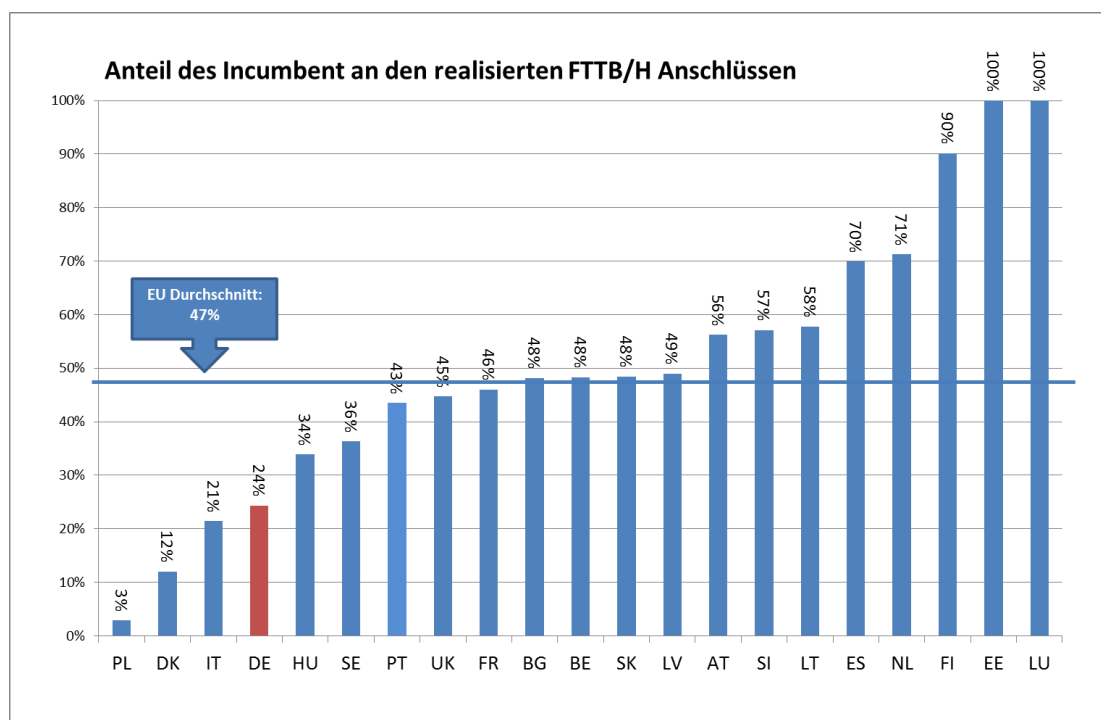


Abbildung 2-2: Anteil des Incumbent an den realisierten FTTB/H-Anschlüssen (2014)



Quelle: WIK-C; Based on: IDATE, World FTTX Database

## 2.8 TAL-Preise und Technologiewahl

TAL-Preise haben auch Einfluss auf die Technologiewahl von Incumbent und Wettbewerber. Konkret geht es um die Entscheidung, in FTTC/VDSL/Vectoring oder in FTTB/H zu investieren. Beide NGA-Technologien produzieren höhere Geschwindigkeiten als ADSL. Trotz aller Unterschiede in den technischen und qualitativen Leistungsmerkmalen stehen die Anschlusstechnologien in einer Substitutionskette der Endnutzernachfrage. Müssen Anbieter auf eine Nachfrage nach höheren Breitbandgeschwindigkeiten (oder entsprechenden Wettbewerbsdruck) reagieren, haben sie daher durchaus für eine bestimmte Zeit die Wahl der für sie optimalen Technologie.

Die genannte Wirkungskette ergibt sich (indirekt) aus dem Wholesale Revenue Effekt, soweit es das Investitionsverhalten des Incumbents betrifft, sowie aus dem Replacement Effekt, soweit es das Investitionsverhalten von Wettbewerbern betrifft. Der Incumbent erzielt die höchsten (Über-) Gewinne und vermeidet den Kannibalisierungseffekt, wenn er die gesamte Kupferanschlussleitung weiter nutzt. Der Kannibalisierungseffekt bleibt aber gleichermaßen relevant, wenn er im Rahmen seiner NGA-Netzausbaustrategie (nur noch) Teile der Kupferleitung weiternutzt wie bei einer FTTC-

NGA Netzarchitektur. Insofern unterstützt ein hoher TAL-Preis eher eine FTTC- als eine FTTB/H-Ausbaustrategie.

Anders verhält es sich bei NGA-Investitionen von Wettbewerbern. Der Replacement Effekt incentiviert Wettbewerber, nicht nur Teile, sondern die Kupferanschlussleitung in Gänze zu substituieren. Dann erzielen sie den größten finanziellen Effekt. Insoweit als der Replacement Effekt NGA-Investitionen von Wettbewerbern motiviert, sind dies eher FTTB/H Investitionen. Hohe TAL-Preise führen daher eher zu FTTB/H als zu FTTC-Investitionen von Wettbewerbern.

Die hier beschriebene Wirkungskette betrachtet natürlich nur den Einfluss isolierter Effekte unter *ceteris paribus* Bedingungen. Andere Einflussfaktoren auf die Investitionsentscheidungen wie Finanzierungsrestriktionen, Risiko, Marktverhalten anderer Akteure, (relative) Investitionsaufwendungen, erwartete Penetrationsraten, Zahlungsbereitschaft der Endkunden u.a.m. werden nicht betrachtet.

### 3 Datenverfügbarkeit und heuristische Struktur der Daten

#### 3.1 Datenverfügbarkeit

Im Fokus der empirische Analyse stehen die EU27-Länder.<sup>5</sup> Kroatien findet auf Grund seines erst Mitte 2013 erfolgten EU-Beitritts keine Berücksichtigung. Über den Zeitraum 2007 - 2014 werden für diese Länder für eine Vielzahl von Variablen valide Daten in den folgenden Kategorien benötigt:

- Sozioökonomische Basisdaten,
- Festnetz-Anschlüsse,
- Vorleistungs- und Endkundenpreise,
- NGA Abdeckung/Nutzer.

##### *Sozioökonomische Basisdaten*

Die Variablen in dieser Kategorie bilden die unterschiedlichen sozioökonomischen Entwicklungen in den betrachteten Ländern ab. Hierzu verwenden wir folgende Variablen: Zahl der privaten Haushalte, Anteil der Bevölkerung, die in ländlichen Gebieten lebt, Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, einen Arbeitskostenindex sowie einen Preisniveauindex für das Baugewerbe.

Wie Tabelle 3-1 zeigt, liegen für fast alle dieser Variablen die Daten vollständig über den gesamten Beobachtungszeitraum für alle 27 EU-Länder vor. Einzig für Griechenland fehlen die Daten für den Arbeitskostenindex.

##### *Festnetzanschlüsse*

In der Kategorie Festnetzanschlüsse verwenden wir die drei Variablen Breitband-Festnetzanschlüsse, PSTN-Anschlüsse (Kanäle) und TAL-Anschlüsse. Für die ersten beiden Variablen liegen über den gesamten Beobachtungszeitraum für alle 27 EU-Länder die Daten vollständig vor.

Bei der Zahl der TAL-Anschlüsse liegen die Daten hingegen nur für 19 Länder vollständig vor. Für einige osteuropäische Länder sowie für Belgien und UK hingegen nur für den Zeitraum 2007 bis 2010/2011.

---

<sup>5</sup> Belgien (BE), Dänemark (DK), Deutschland (DE), Frankreich (FR), Griechenland (EL), Irland (IE), Italien (IT), Luxemburg (LU), Niederlande (NL), Portugal (PT), Spanien (ES), Vereinigtes Königreich (UK), Finnland (FI), Österreich (AT), Schweden (SE), Estland (EE), Lettland (LV), Litauen (LT), Malta (MT), Polen (PL), Slowakei (SK), Slowenien (SI), Tschechische Republik (CZ), Ungarn (HU), Zypern (CY), Bulgarien (BG) und Rumänien (RO).

*Vorleistungs- und Endkundenpreise*

Die zu dieser Kategorie gehörenden „Vorleistungspreise für die TAL“ liegen vollständig über den gesamten Beobachtungszeitraum für alle EU27-Länder vor. Anders verhält es sich bei den Endkundenpreisen. Hier liegen die Variablen „Monatlicher Preis für einen Internet-Anschluss“ differenziert nach verschiedenen Bandbreiten vor. Gerade bei den hohen Bandbreiten (30 Mbps bis 100 Mbps) fehlen hier für die Jahre 2007 – 2010 eine Vielzahl von Daten. Dies ist jedoch auch nicht weiter verwunderlich, da in vielen Ländern in diesen Jahren noch kein entsprechendes Breitbandangebot am Markt vorhanden war. Wir verwenden in unserer Analyse den Preis für einen Internet-Anschluss mit einer Bandbreite von 12 Mbps bis 30 Mbps. Hier ist die Datenverfügbarkeit sehr hoch. Lediglich für fünf Länder gibt es für den Zeitraum 2007 – 2009 Lücken.

*NGA Abdeckung/Nutzer*

Bei den zu dieser Kategorie gehörenden Variablen Netzabdeckung FTTB/H, Netzabdeckung Kabel, Netzabdeckung FTTC (VDSL) sowie den entsprechenden Nutzerzahlen zu diesen Technologien beziehen wir uns auf Daten von IDATE. Diese liegen nur für den Zeitraum 2009/2010 bis 2014 vor. Auch mit Blick auf die Länder sind die Daten hier nicht vollständig. So fehlen die entsprechenden Daten für vier Länder komplett. Die von der EU Kommission zu diesen Variablen veröffentlichten Daten (Digital Scoreboard) finden hier keine Berücksichtigung, da die Nutzerdaten nach Technologien nur für einen wesentlich kürzeren Beobachtungszeitraum vorliegen (für Kabel-Modem Nutzer ab 2011, für FTTB/H Nutzer erst ab 2014).

Tabelle 3-1: Übersicht Datenverfügbarkeit

Kategorie	Variable (teilweise zusammengefasst)	Zeitraum	Verfügbarkeit
			Länder
<i>Sozioökonomische Basisdaten</i>	Zahl der Privaten Haushalte	2007 - 2014	EU27 Komplett
	Anteil der ländlichen Bevölkerung	2007 - 2014	EU27 Komplett
	Bruttosozialprodukt pro Kopf	2007 - 2014	EU27 Komplett
	Arbeitskostenindex	2007 - 2014	EU27 ohne EL
	Preisniveauintizes für das Baugewerbe	2007 - 2014	EU27 Komplett
<i>Festnetz-Anschlüsse</i>	Festnetz Breitbandanschlüsse	2007 - 2014	EU27 Komplett
	PSTN-Anschlüsse (Kanäle)	2007 - 2014	EU27 Komplett
	TAL-Anschlüsse	2007 - 2014	EU27 ohne BG, MT; für BE, EE, LV, PL, SI, UK nur bis 2010/2011
<i>Vorleistungs- und Endkundenpreis</i>	Monatlicher TAL-Preis	2007 - 2014	EU27 Komplett
	Monatlicher Preis Internet-Anschluss	2008 - 2014	EU27, Lücken bei CY, EE, IE, LT, MT
<i>NGA Abdeckung / Nutzer</i>	FTTBH Netzabdeckung	2009 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT
	FTTC (VDSL) Netzabdeckung	2010 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT
	Kabel Netzabdeckung	2010 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT
	FTTBH Nutzer	2009 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT
	FTTC (VDSL) Nutzer	2010 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT
	Kabel Nutzer	2010 - 2014	EU27 ohne CY, EL, IE, MT

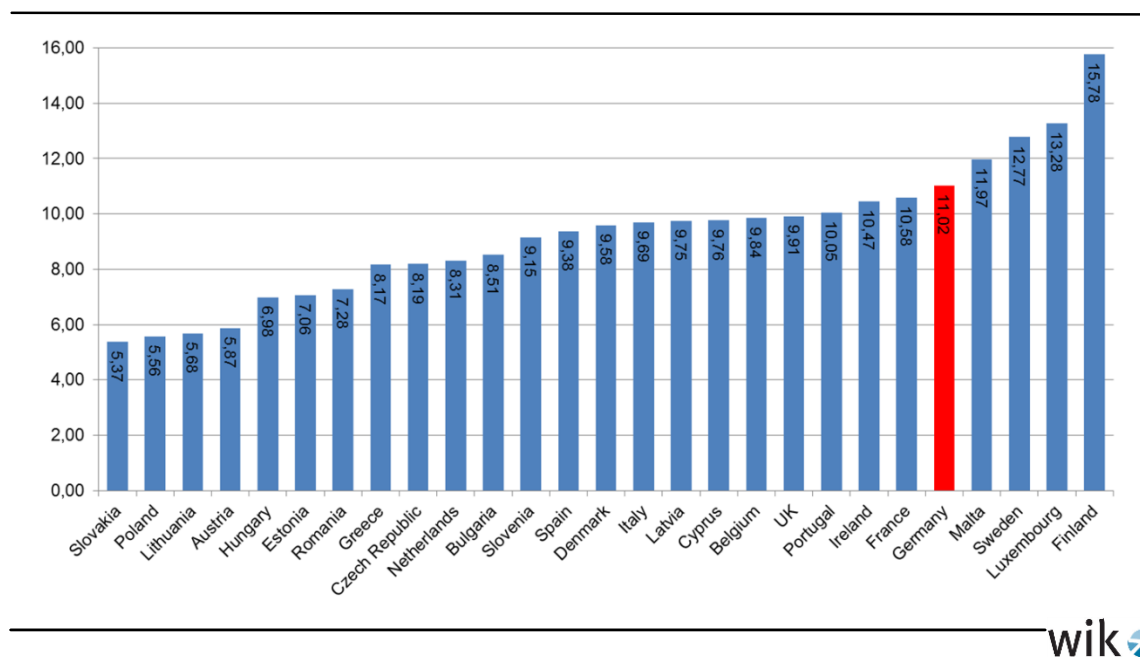
### 3.2 TAL-Preise

Bei den in der empirischen Analyse verwendeten TAL-Preisen handelt es sich um den durchschnittlichen monatlichen TAL-Preis. Dieser setzt sich zusammen aus dem monatlichen TAL-Entgelt plus den einmaligen TAL-Entgelten. Die einmaligen Entgelte werden auf eine Dauer von 36 Monaten verteilt, d.h. sie gehen mit  $1/36$  in den hier berücksichtigten TAL-Preis ein.

Wie Abbildung 3-1 zeigt, variieren die TAL-Preise in den betrachteten Ländern sehr stark. So weist die Slowakei im Oktober 2014 mit 5,37 € den niedrigsten TAL-Preis aus, während der TAL-Preis in Finnland mit 15,76 Euro fast dreimal so hoch liegt. Im EU27 Vergleich gehört Deutschland mit einem TAL-Preis von 11,02 € zu den Ländern mit einem hohen TAL-Preis (Rang 5) und auch deutlich über dem EU-Durchschnitt von 9,26 €. Die TAL-Preis-Unterschiede reflektieren zum einen (reale) Kostenunterschiede zwischen den Ländern. Zum anderen reflektieren sie unterschiedliche Preisbestimmungsansätze und Kostenstandards, die die Regulierungsbehörden bei der Bestimmung der TAL-Preise anwenden. Das Spektrum der Entgeltmaßstäbe schließt historische Kosten, LRIC, Hybridansätze, Price Caps und die Ableitung aus Margin Squeeze-Kalkulationen ein. Dies ist für unsere empirische Analyse insofern irrelevant als wir nicht die Höhe der TAL-Preise erklären wollen. Für Investitionsentscheidungen sind die geltenden TAL-Preise relevant, unabhängig davon wie diese zustande gekommen sind.

Insgesamt gesehen sind die TAL-Preis im Betrachtungszeitraum 2007 bis 2014 mit einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang von -3,1% leicht gesunken. Auch hierbei ist die Entwicklung von Land zu Land sehr unterschiedlich. So sind die TAL-Preis in den Ländern Österreich, der Tschechischen Republik, Litauen und der Slowakei jährlich sogar um 9% gesunken, während sie in Deutschland und Frankreich über den gesamten Zeitraum hinweg fast konstant geblieben sind.

Abbildung 3-1: Durchschnittlicher monatlicher TAL-Preis (EU27; Oktober 2014)



Quelle: EC; Digital Agenda Scoreboard 2015

### 3.3 NGA-Investitionen

Direkte Investitionsausgaben auf Unternehmensebene liegen ebenso wenig vor wie auf Länderbasis in der erforderlichen Granularität, d.h. in der Form von Jahreswerten für FTTB/H-Investitionen. Viele ökonomische Arbeiten stellen für vergleichbare oder ähnliche Fragestellungen angesichts dieses Datenengpasses auf FTTB/H-Penetrationsraten als Proxy-Größen für Investitionen ab.<sup>6</sup> Wir halten dies nicht für zielführend, da Penetrationsraten nicht die Verfügbarkeit von FTTH-Netzen und damit die Investitionen beschreiben. Sie bilden vielmehr gleichzeitig und primär die Nachfrageseite ab. Zwar gibt es auch eine Korrelation zwischen der Verfügbarkeit von FTTH-Netzen und ihrer Nutzung. Doch zeigt die Schwankungsbreite der Take-up Raten in der EU, dass diese Korrelation nur schwach ausgeprägt sein kann. Die Take-up Raten für FTTH-Netze schwanken in den Mitgliedsstaaten von 5% in Rumänien bis zu 55% in Finnland bei einem Durchschnittswert von 21%.<sup>7</sup>

Wir haben uns daher für die Proxy-Größe Differenz der FTTH Homes passed zwischen zwei Perioden entschieden. Diese Differenz spiegelt die in einer Periode netzseitig gebauten FTTH-Anschlüsse wider, unabhängig davon, ob sie auch nachgefragt werden. Diese Proxy-Größe bildet daher in physischen Einheiten die in der jeweiligen Periode gebauten FTTH-Anschlüsse ab. Multipliziert mit den Investitionskosten je Anschluss ergibt diese Größe die (relevanten) Investitionsausgaben in Geldgrößen. Wir halten die

<sup>6</sup> So etwa Jeanjean (2014) oder Briglauer (2014).

<sup>7</sup> WIK-C; Based on: IDATE, World FTTX Database

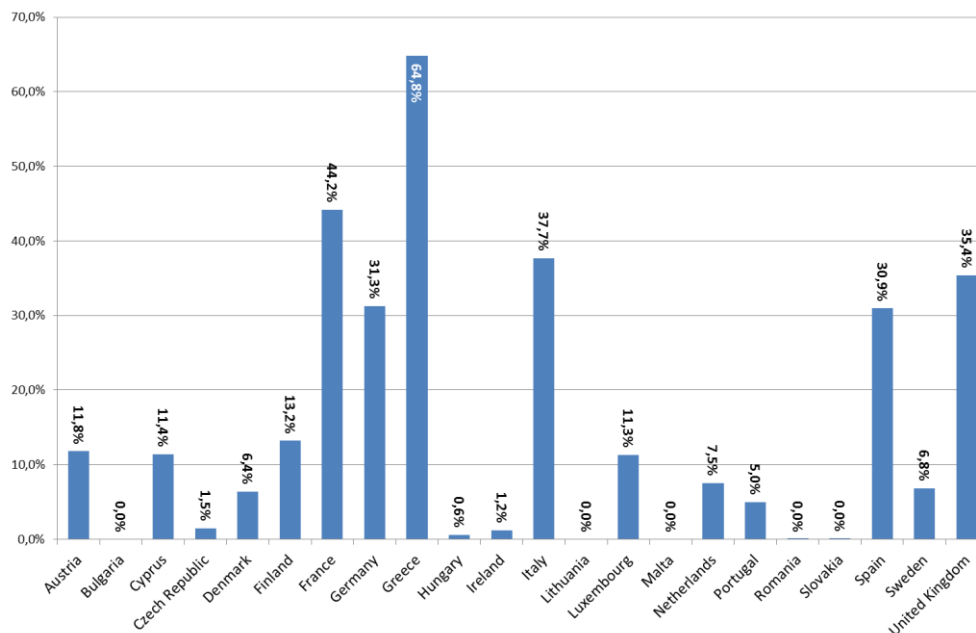
Veränderung der Netzabdeckung für eine gute Proxy-Größe für Investitionen. Implizit korrigiert sie bereits für länderspezifische Unterschiede in den Investitionsausgaben je Anschluss.

### 3.4 Erklärende Variablen

#### 3.4.1 Bedeutung von LLU

Der TAL-Preis kann nur dann einen Einfluss auf Investitionsentscheidungen von Incumbents und Wettbewerber haben, wenn das TAL-Vorleistungsprodukt eine Marktrelevanz hat. Wir erwarten, dass die Relevanz des TAL-Preises mit der Marktbedeutung von LLU steigt. Da wir an den Gesamtmarkteffekten interessiert sind, betrachten wir mit der Definition unserer Variable nicht nur die Bedeutung des TAL-Vorleistungsprodukts im Vergleich zu anderen Vorleistungsprodukten (insbesondere Bitstromzugang). Wir beziehen daher die Zahl der entbündelten Leitungen auf die Gesamtzahl der Festnetz-Breitbandanschlüsse. Insofern repräsentiert unsere erklärende Variable den Anteil der Breitbandanschlüsse, die auf Basis von LLU produziert werden.<sup>8</sup>

Abbildung 3-2: Anteil der Zahl der entbündelten Leitungen (LLU) an der Gesamtzahl der Festnetz-Breitbandanschlüsse (Oktober 2014)



Quelle: EC; Digital Agenda Scoreboard 2015

<sup>8</sup> Die Nutzung von LLU für reine Telefonanschlüsse spielt inzwischen nur noch eine untergeordnete Rolle.



Der Anteil der LLU-Anschlüsse an den festnetzbasieren Breitbandanschlüssen variiert über die EU27 Länder sehr stark. So gibt es zum einen eine Reihe von Ländern, in denen LLU-Anschlüsse nicht angeboten werden bzw. von der Anzahl her so gering sind, dass sie in Relation zu den Breitbandanschlüssen keine Rolle spielen. Dies ist insbesondere in osteuropäischen Ländern der Fall. Im Gegensatz dazu erreichen LLU-Anschlüsse in den großen westeuropäischen Ländern Frankreich, Deutschland, Großbritannien und Spanien einen Anteil von deutlich über 30% an allen festnetzbasieren Breitbandanschlüssen.

### 3.4.2 Bedeutung von Kabelnetzen

Kabelnetze stellen eine wettbewerbliche Bedrohung für Festnetzbreitband dar. Breitbandprodukte über Kabelnetze können Breitbandanschlüsse mit höherer Geschwindigkeit darstellen als DSL. Leistungsstärkere Produkte im Festnetz können letztlich nur über FTTB/H bereitgestellt werden. Insofern können wettbewerbliche Erfolge von Kabelnetzen Investitionen in FTTB/H und Infrastrukturwettbewerb auslösen. Wir wollen diese Wirkung mit einer Variable erfassen, die die Marktbedeutung von Kabelnetzen in einem Land abbildet. Wir verwenden dazu den Marktanteil von Kabel, d.h. die Zahl der Breitbandanschlüsse über Kabel im Verhältnis zu allen Breitbandanschlüssen.

In der ökonomischen Untersuchung von Briglauer et al. (2013) hat der Kabelwettbewerb den stärksten Einfluss auf NGA-Investitionen. Die Autoren ermitteln auch einen negativen Einfluss des ULL-Wettbewerbs auf NGA-Investitionen. Hierbei bleibt jedoch unklar, ob dies ein Effekt der TAL-Preise (und ihrer Höhe) oder ein Effekt des ULL-Wettbewerbs selbst ist.

Zu gegenteiligen empirischen Erkenntnissen gelangen Garrone und Zaccagnino (2015) in einer neueren ökonomischen Untersuchung. Anhand einer relativ langen Zeitreihe (1994-2008) über die Investitionen von Incumbents in der OECD finden sie den von Briglauer et al. (2013) scheinbar identifizierten negativen Effekt von Unbundling auf Incumbent-Investitionen nicht bestätigt. Weder Marktöffnung noch der resultierende Produktmarkt Wettbewerb haben die Investitionen verlangsamt. Bei unabhängiger Betrachtung beider Aspekte ist ihr Einfluss neutral. Bei kombinierter Betrachtung ergeben sich sogar positive Effekte auf das Investitionsverhalten.

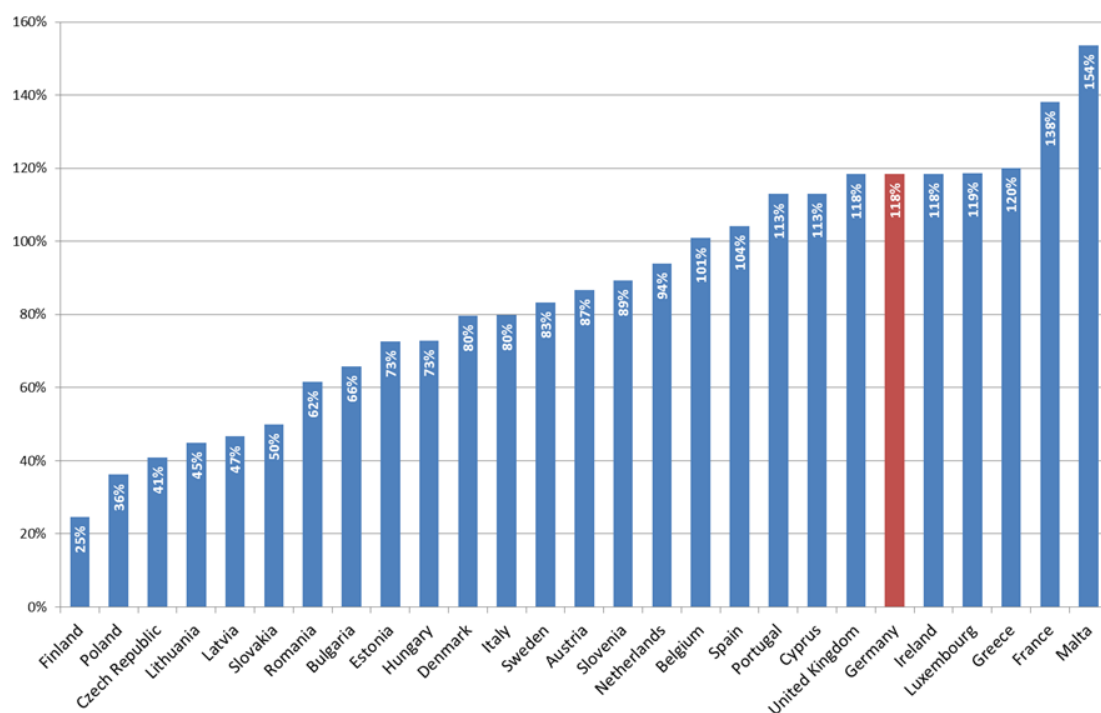
### 3.4.3 Fixed Line Penetration

Es gibt insbesondere in Osteuropa eine Reihe von Ländern mit einer geringen Festnetz-(PSTN-) Penetration. Mit der Entwicklung von Breitbandanschlüssen vollzog sich die Entwicklung des Festnetzes nicht über einen Ausbau des Kupferanschlussnetzes als PSTN, sondern unmittelbar mit dem Aufbau von FTTB/H-Netzen. Wir wollen diesen Aspekt mit der Variable Festnetzpenetration abbilden.

Die Penetration von PSTN-Anschlüssen<sup>9</sup> streut über die EU27-Länder sehr stark. So gibt es eine Vielzahl von Ländern, die eine Penetrationsrate (bezogen auf Haushalte) von deutlich über 100% ausweisen, hierzu gehört auch Deutschland. Während andere Länder, insbesondere osteuropäische Länder wie etwa Polen und die Tschechische Republik noch nicht einmal Penetrationsraten von 50% erreichen.

Über alle EU27-Länder betrachtet, ist die Zahl der PSTN-Anschlüsse im Beobachtungszeitraum 2007 – 2014 um 17 Mio. bzw. 8% zurück gegangen. Mit zum Teil zweistelligen negativen jährlichen Wachstumsraten waren die Rückgänge in den nordischen Ländern Finnland, Schweden und Dänemark am stärksten. Leicht zulegen konnte in diesem Zeitraum die Zahl der PSTN-Anschlüsse nur in Frankreich, Portugal, Luxemburg und Rumänien.

Abbildung 3-3: Penetration von PSTN-Anschlüssen (Kanäle) auf der Basis von Haushalten (EU27; 2014)



Quelle: EC; Digital Agenda Scoreboard 2015

<sup>9</sup> Die Zahl der PSTN-Anschlüsse wird hier in „Kanälen“ gemessen. In dieser Abgrenzung hat ein Basis-ISDN-Anschluss 2 Kanäle und ein ISDN-Multiplex-Anschluss 32 Kanäle. Ein einfacher analoger Anschluss wird mit einem Kanal gezählt. Bei der Berechnung von PSTN-Anschlüssen auf der Basis von Kanälen kann es durchaus vorkommen, dass ein Land eine Penetrationsrate von über 100% erreicht.

### 3.4.4 Endkundenpreise

Wir gehen davon aus, dass Endkundenpreise einen Einfluss auf FTTB/H-Investitionen haben. Ein höheres Endkundenpreisniveau generiert c.p. eine höhere Profitabilität. Damit erhöht sich der Eigenfinanzierungsspielraum für FTTB/H-Investitionen. Hohe Preise für Anschlüsse mit höheren Geschwindigkeiten signalisieren eine hohe Zahlungsbereitschaft für FTTB/H-Produkte.

Die Variable „Endkundenpreise“ wird im empirischen Modell über den „Monatlichen Preis für einen Internet-Anschluss“ abgebildet. Hierbei handelt es sich um den Preis für einen reinen Internet-Zugang, nicht um ein Bündelprodukt in Form eines Double- oder Triple-Play Anschlusses, mit einer vermarkteten Download-Bandbreite zwischen 12 und 32 Mbps. Wir haben uns für diese Produktklasse entschieden, da sie zum einen einen weit verbreiteten Anschlusstyp repräsentiert und danach Produkte auf FTTB/H-Basis folgen. Anschlüsse mit 100 Mbps und mehr sind dagegen noch wenig verbreitet und daher repräsentiert ihr Preis weniger das marktliche Preisniveau. Wir betrachten dabei den mittleren Preis über die Angebote der wichtigsten Internet Service Provider im jeweiligen Land, jedoch nicht gewichtet nach Marktanteilen. Weiterhin ist der Preis um Kaufkraftparitäten bereinigt. Die entsprechenden Preisdaten werden von der EU Kommission im Rahmen der „Digital Agenda for Europe“ veröffentlicht.<sup>10</sup>

Der Endkundenpreis für einen solchen Internet-Anschluss unterscheidet sich zwischen den EU27 Ländern sehr stark. Am teuersten ist der Internet-Zugang mit 58,91 € im Oktober 2014 in Zypern, am günstigsten mit 16,82 € in Litauen. In Deutschland liegt der Preis mit 22,82 € deutlich unter dem EU-Durchschnitt von 36,65 €.

## 3.5 Kontrollvariablen

### 3.5.1 Bedeutung

Kontrollvariablen werden in einer Paneldaten-Regressionsanalyse dafür herangezogen, um – in unserem Fall – für länderspezifische Determinanten von Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse zu kontrollieren, die durch die anderen zuvor dargestellten erklärenden Variablen nicht erfasst werden. Im Sinne der Erhöhung des Erklärungsgehaltes des Modells sollen somit allgemeine, über den Telekommunikationssektor hinausgehende Einflussfaktoren für den Ausbau von FTTB/H-Anschlüssen berücksichtigt werden.

---

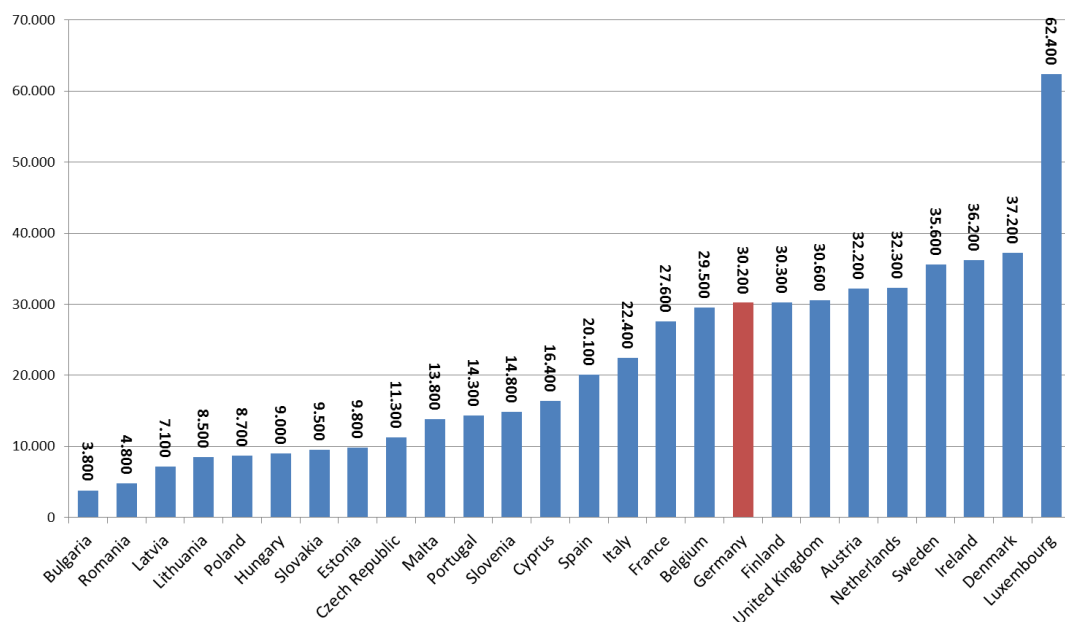
<sup>10</sup> European Commission, Digital Agenda Scoreboard (<http://digital-agenda-data.eu>)

### 3.5.2 BIP pro Kopf

Als erste Kontrollvariable verwenden wir das Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf in unserem empirischen Modell. Das BIP ist ein Maß für die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft. Es misst den Wert der im Inland hergestellten Waren und Dienstleistungen (Wertschöpfung), soweit diese nicht als Vorleistungen für die Produktion anderer Waren und Dienstleistungen verwendet werden. Wir verwenden in der Schätzung das reale Bruttoinlandsprodukt pro Kopf gemessen in Euro.

Das durchschnittliche BIP pro Kopf liegt über alle EU27 Ländern in 2013 bei 25.900 Euro. Abbildung 3-4 zeigt jedoch, dass die Abweichung zwischen den einzelnen Ländern sehr hoch sind. So verfügt Luxemburg mit 62.400 Euro über das mit Abstand höchste BIP pro Kopf, während die osteuropäischen Länder Bulgarien und Rumänien noch nicht einmal 1/10 dieses BIP pro Kopf erreichen. Das BIP pro Kopf liegt in Deutschland mit 30.200 Euro deutlich über dem EU-Durchschnitt.

Abbildung 3-4: Reales Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (Euro; 2013)

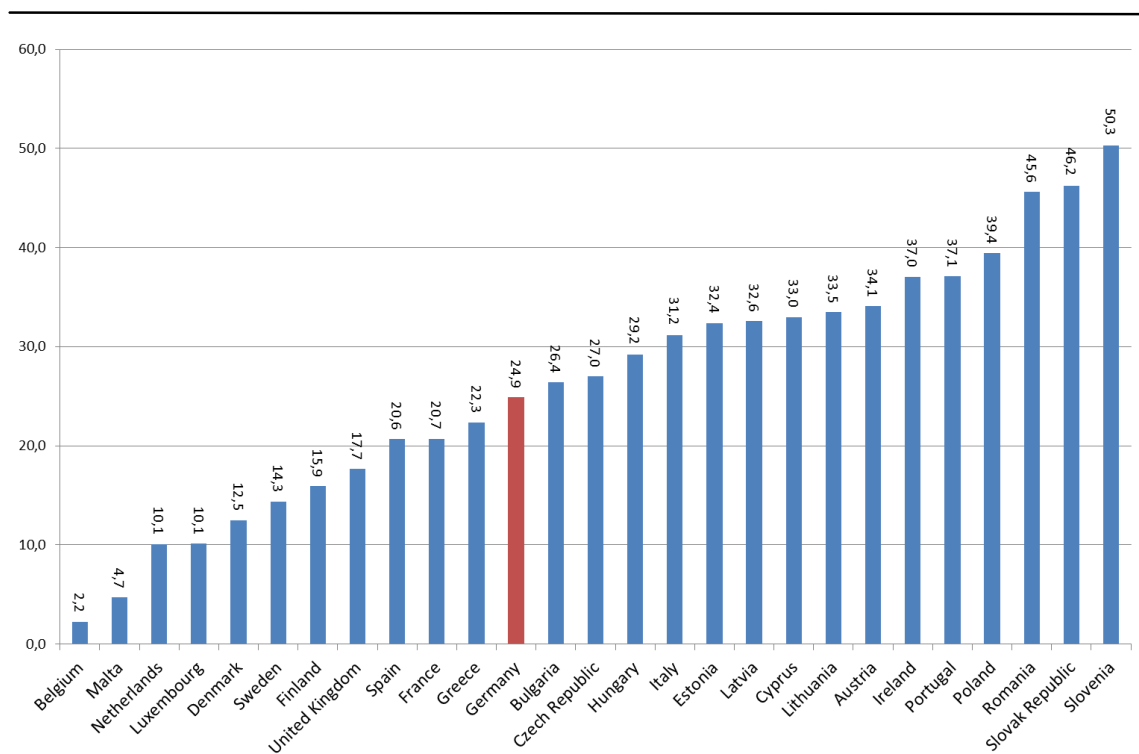


### 3.5.3 Anteil der ländlichen Bevölkerung

Als weitere Kontrollgröße dient der Anteil der ländlichen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung. Dieser wird berechnet aus der Gesamtbevölkerung abzüglich der Bevölkerung, die in städtischen Regionen lebt. Damit soll der Aspekt eingefangen werden, dass die FTTB/H-Netzaufbaukosten in ländlichen Gebieten höher sind, hier in der Regel kein wirtschaftlich tragfähiger Netzaufbau möglich ist und daher in der Regel auch kein Netzaufbau erfolgt.

Auch bei dieser Kontrollvariablen ist die Varianz wieder sehr hoch. So leben in den osteuropäischen Ländern Polen, Rumänien, der Slowakei und auch in Slowenien weit über 40% der Bevölkerung in ländlichen Gebieten. Im Gegensatz dazu sind in Luxemburg, den Niederlanden und insbesondere in Belgien maximal 10 Prozent der Bevölkerung in ländlichen Gebieten angesiedelt.

Abbildung 3-5: Anteil der ländlichen Bevölkerung (2014)



Quelle: The World Bank; World Development Indicators: Rural population (% of total population)

### 3.5.4 Arbeitskosten

Der Index für Arbeitskosten ist die dritte Kontrollgröße, die bei der empirischen Analyse verwendet wird. Dieser Index zeigt die Entwicklung der nominalen Arbeitskosten (Ar-

beitgeberentgelte plus Steuer minus Zuschüsse) für das Baugewerbe im Zeitverlauf. Der Index ist für 2012 normiert auf 100. Die Daten liegen für alle EU27 Länder, mit Ausnahme von Griechenland vor. Damit soll eine wesentliche Kostengröße beim Aufbau von FTTB/H-Netzen abgebildet werden, da Tiefbaukosten die Investitionskosten bei der Kabelverlegung maßgeblich determinieren.

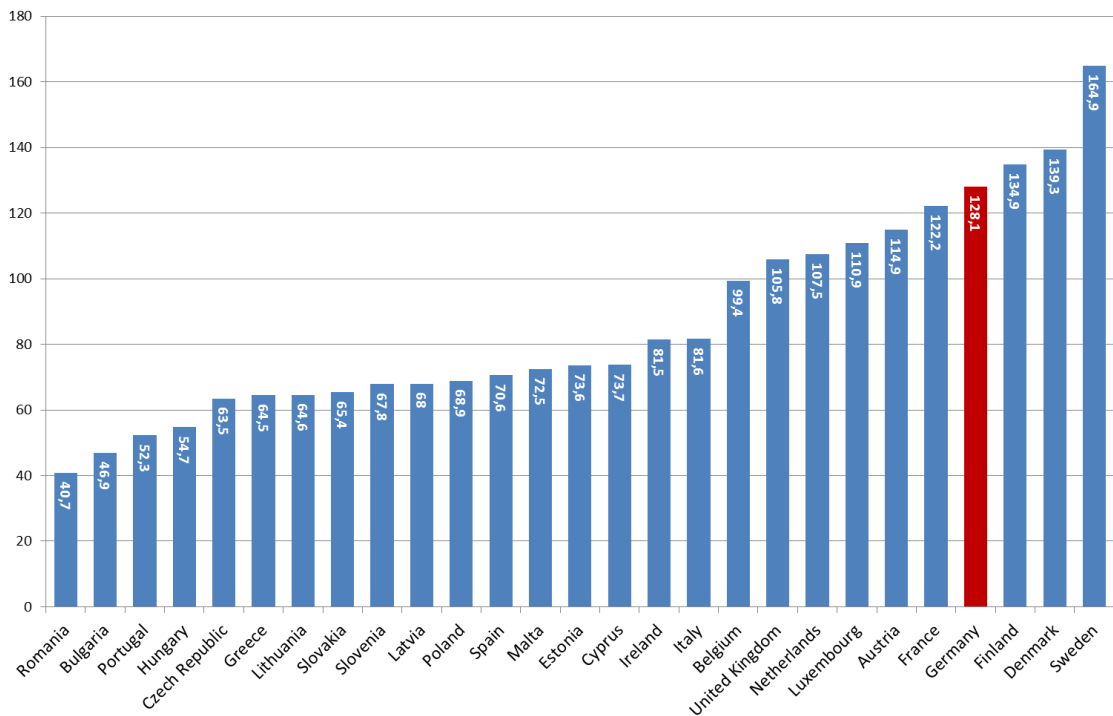
Bei einer detaillierten Betrachtung der Daten zeigt sich, dass zwischen 2007 und 2014 die Arbeitskosten im Baugewerbe in Bulgarien, Rumänien und Lettland besonders stark angestiegen sind. Die jährlichen Wachstumsraten liegen hier zwischen 6,1% und 9,9%. Im Gegensatz dazu sind Arbeitskosten in Irland im gleichen Zeitraum leicht gesunken (CAGR: -0,2%) und in Portugal und dem Vereinigten Königreich nur leicht (CAGR: 1%) angestiegen. Im EU-Durchschnitt sind die Arbeitskosten im Baugewerbe im Beobachtungszeitraum um 2,3% pro Jahre gestiegen, was in etwa auch dem Zuwachs in Deutschland entspricht.

### 3.5.5 Preisniveau Baugewerbe

Die letzte verwendete Kontrollgröße ist der Preisniveauindex für das Baugewerbe. Dieser Index zeigt die Preisniveauunterschiede im Baugewerbe für die EU27 Länder. Der Wert des Preisniveauindex liegt in jedem Jahr über alle 27 EU-Länder bei 100.

Die folgende Abbildung zeigt, dass das Preisniveau für das Baugewerbe in den skandinavischen Ländern Dänemark, Finnland und insbesondere Schweden am höchsten ist. Dicht gefolgt von Deutschland; hier liegt das Preisniveau um über 28 Prozentpunkte über dem EU-Durchschnitt. Am niedrigsten sind die Preise im Baugewerbe dagegen in den osteuropäischen Ländern Rumänien, Bulgarien und Ungarn sowie in Portugal.

Abbildung 3-6: Preisniveauindex für das Baugewerbe (EU27; 2014)



Quelle: Eurostat; Kaufkraftparitäten (KKP) und vergleichende Preisniveauindizes für die Aggregate des ESG2010 [prc\_ppp\_ind]

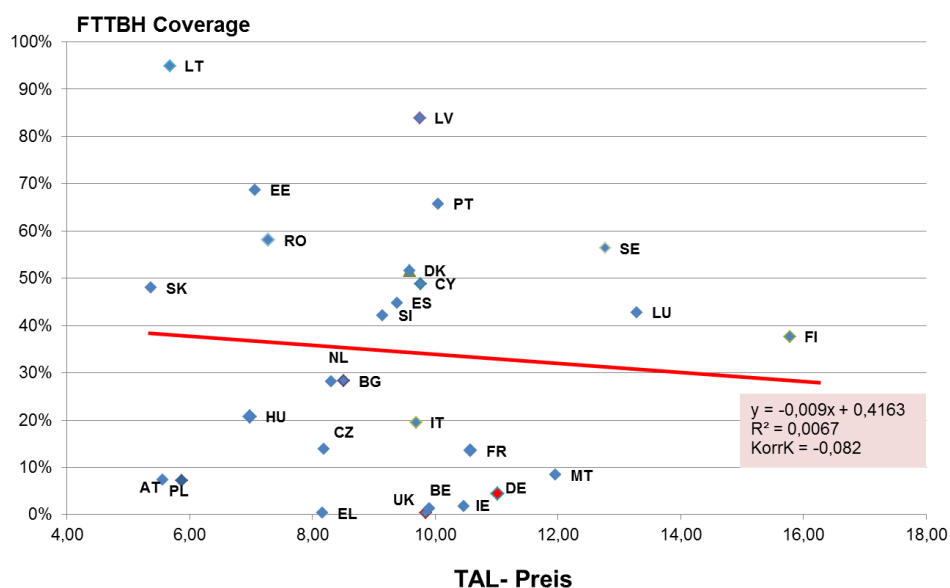
### 3.6 Einige einfache Korrelationen

#### 3.6.1 TAL-Preis / FTTB/H Coverage

Bei der visuellen Betrachtung der Variablen TAL-Preis und FTTB/H Coverage zeigt sich kein stetiges Bild. Wie Abbildung 3-7 zeigt, gibt es eine Vielzahl von Ländern, in denen der TAL-Preis um 10 Euro liegt, wobei die FTTB/H Coverage dieser Länder jedoch in einer Bandbreite zwischen 1% (UK) und über 80% (LV) variiert.

Entsprechend ist der Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Variablen TAL-Preis und FTTB/H Coverage mit -0,082 sehr gering. Ein negativer Korrelationskoeffizient deutet darauf hin, dass mit einem steigenden TAL-Preis die FTTB/H Coverage sinkt. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) der linearen Regression ist mit 0,007 jedoch sehr gering und der Korrelationskoeffizient zeigt keinen gesicherten Zusammenhang, d.h. er ist statisch nicht signifikant.

Abbildung 3-7: Korrelation TAL-Preis / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)



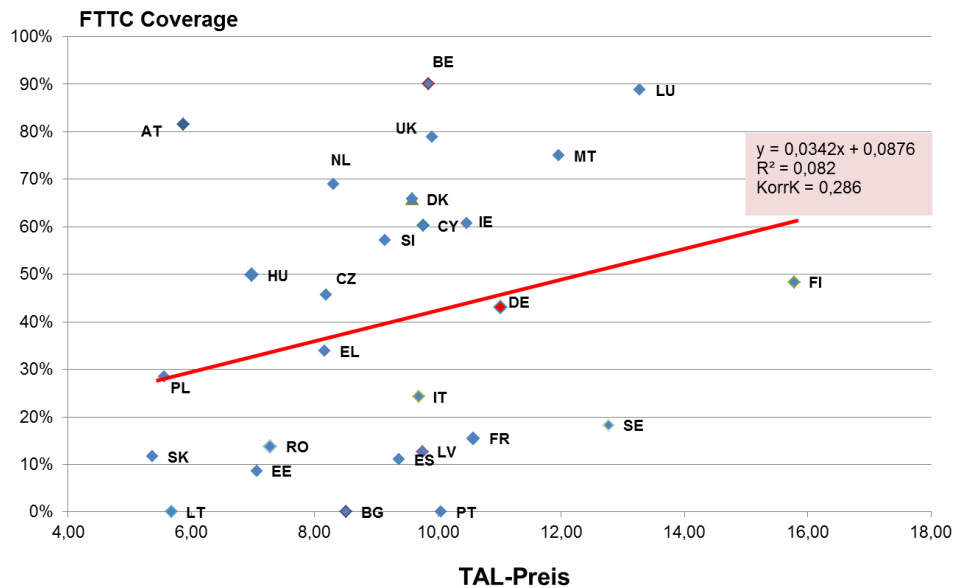
### 3.6.2 TAL-Preis / FTTC Coverage

Bei einer Betrachtung der Variablen TAL-Preis und FTTC Coverage (siehe Abbildung 3-8) zeigt sich, dass die Werte sehr stark um die lineare Regressionsgerade schwanken.

Bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen TAL-Preis und FTTC Coverage ergibt sich ein Wert von 0,286. Ein positiver Korrelationskoeffizient zeigt in diesem Zusammenhang, dass mit einem steigenden TAL-Preis die FTTC Coverage steigt. Dies deutet darauf hin, dass ein hoher TAL-Preis FTTC-Investitionen incentiviert. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) der linearen Regression ist mit 0,08 jedoch sehr gering und der Korrelationskoeffizient zeigt keinen gesicherten Zusammenhang, d.h. er ist statistisch nicht signifikant.



Abbildung 3-8: Korrelation TAL-Preis / FTTC Coverage (EU27; 2014)

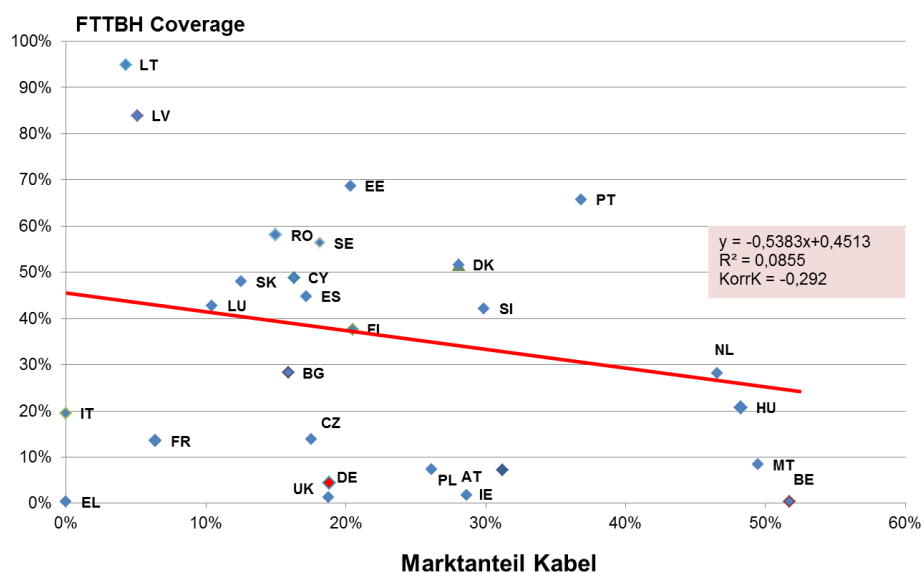


### 3.6.3 Marktanteil Kabel/FTTB/H Coverage

Auch bei der Betrachtung der Variablen Marktanteil Kabel und FTTB/H Coverage (siehe Abbildung 3-9) zeigt sich kein stetiges Bild. Denn es gibt es eine Vielzahl von Ländern mit einem Marktanteil von Kabel um 20%, wobei die FTTB/H Coverage dieser Länder jedoch in einem Cluster mit einer Bandbreite zwischen 1% (UK) und 69% (EE) liegt.

Bei der Berechnung der Korrelation zwischen den Variablen Marktanteil Kabel und FTTB/H Coverage ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von -0,29. Ein negativer Korrelationskoeffizient zeigt zunächst einmal, dass wie zu erwarten mit einem steigenden Marktanteil von Kabel die FTTB/H Coverage sinkt. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) der linearen Regression ist mit 0,08 jedoch sehr gering und der Korrelationskoeffizient zeigt keinen gesicherten Zusammenhang, d.h. er ist statistisch nicht signifikant.

Abbildung 3-9: Korrelation Marktanteil Kabel / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)

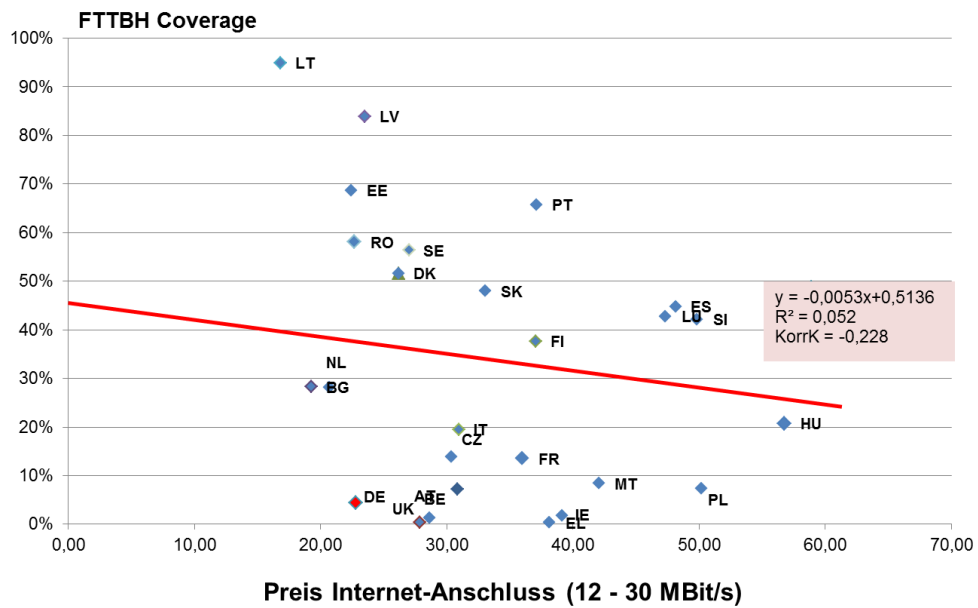


### 3.6.4 Endkundenpreise/FTTB/H Coverage

Bei der rein visuellen Betrachtung der Variablen Endkundenpreis (monatlicher Preis für einen Internet-Anschluss mit einer Download-Bandbreite zwischen 12 und 30 Mbps) und FTTB/H Coverage (siehe Abbildung 3-10) zeigt sich, dass die Werte sehr stark um die lineare Regressionsgerade schwanken. So gibt es eine Vielzahl von Ländern, in denen der Preis für einen Internet-Anschluss bei ca. 30 Euro liegt, die FTTB/H Coverage aber gleichzeitig zwischen 1% (UK) und über 80% (LV) schwankt.

Bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten zwischen den beiden Variablen ergibt sich ein Wert von -0,228. Ein negativer Korrelationskoeffizient zeigt grundsätzlich, dass mit einem steigenden Endkundenpreis die FTTB/H Coverage (überraschenderweise) sinkt. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) der linearen Regression ist mit 0,05 jedoch sehr gering und der Korrelationskoeffizient zeigt keinen gesicherten Zusammenhang, d.h. er ist statistisch nicht signifikant.

Abbildung 3-10: Korrelation Endkundenpreise / FTTB/H Coverage (EU27; 2014)



### 3.6.5 Übersicht der verwendeten Variablen

In den ökonometrischen Schätzungen werden die folgenden Variablen verwendet, die zum Teil aus den oben vorgestellten Variablen berechnet werden:

Variable	Kurzbeschreibung
FTTBH_diff	Absoluter jährlicher Zuwachs FTTB/H-Anschlüsse (Homes Passed)
FTTBH_diff_HH	Absoluter jährlicher Zuwachs FTTB/H-Anschlüsse (Homes Passed) / Zahl der Haushalte
FTTBH_HH	FTTB/H-Anschlüsse (Homes passed) / Zahl der Haushalte
LLU-Preis	Durchschnittlicher monatlicher TAL-Preis (monatliches TAL-Entgelt plus einmalige TAL-Entgelte (verteilt auf 36 Monate)
LLU-Preis_qu	TAL-Preis quadriert
LLU_BB	Zahl der TAL-Anschlüsse / Zahl der Breitbandanschlüsse
Kabel_BB	Zahl der Breitband-Kabelanschlüsse / Zahl der Breitbandanschlüsse
FL_pen	Zahl der PSTN-Anschlüsse (Kanäle) / Zahl der Haushalte
BB_pen	Zahl der Breitbandanschlüsse / Zahl der Haushalte
Endkundenpreis	Monatlicher Preis für einen Internet-Anschlüsse (Download-Rate: 12 - 30 Mbit/s; in Euro, KKP bereinigt)
BIP_pK	Reales Bruttoinlandsprodukt (in Euro) pro Kopf
LändlBev	Anteil der ländlichen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung
AK_ind	Arbeitskostenindex für das Baugewerbe
BP_ind	Preisniveauindex für das Baugewerbe

## 4 Ökonometrische Schätzungen

### 4.1 Beschreibung des Datensatzes

Die empirische Analyse basiert auf einem unbalancierten („unbalanced Panel“) Datensatz<sup>11</sup> mit länderspezifischen Informationen zu 27 EU-Ländern über den Zeitraum 2009-2014, in welchem die in Kapitel 3 dargestellten Parameter enthalten sind. Von den gegenwärtig 28 Ländern der EU finden letztendlich Bulgarien, Griechenland, Irland, Kroatien, Malta, Slowenien und Zypern keine Berücksichtigung in der Untersuchung, da für diese Länder nicht alle notwendigen Variablen zur Verfügung stehen.

Tabelle 4-1 stellt die deskriptiven Statistiken des Datensatzes dar. Wie der Tabelle zu entnehmen ist und wie zuvor schon aufgezeigt, variiert die Anzahl der Beobachtungen zwischen den einzelnen Parametern mitunter stark, wobei insbesondere Informationen zu FTTB/H- wie auch zu den Kabelanschlüssen oftmals nur für die letzten Jahre der Untersuchungsperiode vorhanden sind. Dies deutet darauf hin, dass die Datenverfügbarkeit und somit die Anzahl der Beobachtungen eine Herausforderung für die ökonometrische Analyse darstellt.<sup>12</sup>

Der Zubau und die Anzahl an FTTB/H-Anschlüssen schwankt zwischen den einzelnen Ländern teilweise sehr stark. So sind in manchen kleineren EU-Ländern für einzelne Jahre extrem hohe Zubauraten zu beobachten, wie z. B. in Estland im Jahr 2014 mit einer Zubaurate von über 40 % der Haushalte, während sie in anderen Ländern über die untersuchten Jahre hinweg nahe Null liegen wie in Belgien oder Großbritannien. Folglich verfügen manche Ländern wie Belgien und Großbritannien über fast keine FTTB/H-Anschlüsse, während es in anderen Ländern wie Litauen und Lettland teilweise mehr Anschlüsse gibt als Haushalte.<sup>13</sup> Der LLU-Preis bewegt sich zwischen 5,28 € in Litauen im Jahr 2013 und 17,68 € in Irland im Jahr 2009, wobei er im Mittel über alle Länder und Jahre hinweg bei leicht unter 10 € liegt.

---

<sup>11</sup> Ein unbalanciertes Panel entspricht einem unvollständigem Panel in dem Sinne, dass nicht für alle Jahre Datenpunkte der einzelnen Parameter vorhanden sind.

<sup>12</sup> Die Problematik der geringen Anzahl an Beobachtungen konnte in einzelnen Fällen dadurch abgemildert werden, dass fehlende Werte interpoliert wurden.

<sup>13</sup> Dies ist möglich, wenn neben privaten Haushalten auch Unternehmen FTTB/H-Anschlüsse nachfragen.

Tabelle 4-1: Deskriptive Statistiken

Variable	Beob.	Mittelwert	Stand. Abw.	Min	Max
FTTBH_diff	102	353123.9	914096.5	450.0	8533530.0
FTTBH_diff_HH	102	0.062	0.080	0.000	0.466
FTTBH_HH	129	0.289	0.273	0.001	1.228
LLU-Preis	162	9.593	2.496	5.282	17.680
LLU-Preis_qu	162	98.227	51.550	27.895	312.582
LLU_BB	143	0.136	0.152	0	0.676
Kabel_BB	135	0.210	0.138	0	0.517
FL_pen	162	0.951	0.333	0.246	1.805
BB_pen	162	0.642	0.145	0.312	0.989
Endkundenpreis	157	39.029	15.530	14.830	96.204
BIP_pK	160	21290.0	13557.6	3500.0	64500.0
LändlBev	162	26.717	12.293	2.182	50.305
AK_ind	156	98.932	5.696	73.000	119.900
BP_ind	162	89.10	29.77	39.40	171.80

In Tabelle 4-2 sind die Korrelationskoeffizienten der Hauptvariablen dargestellt. Wie sich zeigt, ist dieser zwischen dem LLU-Preis und den drei hier dargestellten FTTB/H-Indikatoren betragsmäßig jeweils sehr gering. Aus der reinen deskriptiven Datenanalyse lässt sich somit kein direkter Zusammenhang zwischen beidem ableiten.

Tabelle 4-2: Korrelationsmatrix

	FTTBH_diff	FTTBH_diff_HH	FTTBH_HH	LLU-Preis	LLU-Preis_qu	LLU_BB	Kabel_BB	FL_pen	BB_pen	Endkundenpreis
FTTBH_diff	1									
FTTBH_diff_HH	0.61	1								
FTTBH_HH	0.18	0.63	1							
LLU-Preis	0.02	-0.01	-0.07	1						
LLU-Preis_qu	-0.01	-0.03	-0.06	0.99	1					
LLU_BB	0.23	-0.13	-0.28	0.17	0.11	1				
Kabel_BB	-0.06	-0.16	-0.29	-0.05	-0.05	-0.53	1			
FL_pen	0.13	-0.12	-0.26	0.35	0.27	0.52	0.13	1		
BB_pen	0.02	-0.14	-0.04	0.28	0.25	0.13	0.35	0.51	1	
Endkundenpreis	0.11	-0.16	-0.35	0.13	0.12	-0.07	0.31	0.32	0.00	1

## 4.2 Schätzansatz

Zur Untersuchung der oben vorgestellten Hypothesen bedienen wir uns Standardmethoden der Paneldatenökonometrie.<sup>14</sup> Der gewählte ökonometrische Ansatz orientiert sich an der gegenwärtigen empirischen Literatur zum Zusammenhang zwischen Wettbewerb und Regulierung auf der einen Seite und Investitionen in Netzwerksektoren auf der anderen Seite (beispielhaft genannt seien Briglauer, 2014; Gugler, Rammerstorfer und Schmitt, 2013; Grajek und Röller, 2011; Alesina et al., 2005).

Aufbauend auf den zuvor dargestellten Überlegungen wird empirisch der Frage nachgegangen, welchen direkten Einfluss der LLU-Preis auf Investitionen in die FTTB/H Infrastruktur hat. Die funktionale Form des zu schätzenden Modells hat folgende Gestalt:

$$Inv_{i,t} = \alpha Inv_{i,t-1} + \beta_1 LLU\_Preis_{i,t} + \beta_2 (LLU\_Preis)_{i,t}^2 + \gamma LLU\_BB_{i,t} + \delta Kabel\_BB_{i,t} + \zeta FN\_pen_{i,t} + \eta BB\_pen_{i,t} + \theta Endkundenpreis_{i,t} + \varphi Z_{i,t} + \psi_i + \omega_t + \varepsilon_{i,t}$$

Die abhängige Variable sind die Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse in einem Land  $i$  zum Zeitpunkt  $t$  ( $Inv_{i,t}$ ). Da die Investitionen der Vorperiode als Regressor ebenso Ein-

<sup>14</sup> Vgl. zum Beispiel Baltagi (2008) und Cameron und Trivedi (2005).

gang in die Schätzgleichung finden, handelt es sich um eine dynamische Spezifikation. Der LLU-Preis wird sowohl einfach als auch quadriert berücksichtigt ( $LLU\_Preis$  bzw.  $LLU\_Preis^2$ ), was der Erwartung geschuldet ist, dass der Zusammenhang zwischen LLU-Preis und Investitionen in FTTB/H nicht linear, sondern komplexerer Natur ist. Daneben gehen der Anteil der entbündelten Leitungen an den gesamten Breitbandleitungen ( $LLU\_BB$ ), der relative Anteil der Kabelleitungen ( $Kabel\_BB$ ), der Grad der Festnetzpenetration ( $FL\_pen$ ) sowie die Breitbandpenetration ( $BB\_pen$ ) mit in die Schätzgleichung ein. Ferner werden verschiedene sich über den Zeitverlauf verändernde Kontrollvariablen ( $Z$ ) mit aufgenommen, wie das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, der Anteil der ländlichen Bevölkerung, der Arbeitskostenindex und der Baupreisindex. Diese Parameter sollen Verschiebungen der Nachfragekurve oder der Kostenstrukturen erfassen. Außerdem wird für unbeobachtete zeitinvariante (fixe) Effekte pro Land ( $\psi$ ) wie auch für unbeobachtete über alle Länder konstante Jahreseffekte ( $\omega$ ) kontrolliert.  $\varepsilon$  steht für den Fehlerterm, der als identisch und unabhängig verteilt angenommen wird. Die gewählte Modellspezifikation entspricht einer ad-hoc Schätzgleichung und stellt kein vollständig spezifiziertes Modell dar.

Das dargestellte und zu schätzende Investitionsmodell basiert auf der Annahme, dass das Investitionsniveau einem längerfristigen Trend folgt, der über ein Jahr hinausreicht. Um den entsprechenden Anpassungsprozess zu modellieren, machen wir Gebrauch von einem einfachen dynamischen Panelmodellansatz. Bei diesem liefert der klassische Fixed Effects (FE) Schätzer – welcher dem kleinsten Quadrate Dummy Variablen Schätzer (LSDV) entspricht – zwar einen erwartungstreuen Koeffizienten, d. h. der geschätzte Koeffizient sollte den „wahren“ Wert annehmen. Gleichzeitig ist dieser aber inkonsistent, was bedeutet, dass verzerrte t-Statistiken und somit verzerrte Signifikanzniveaus der zu schätzenden Koeffizienten zu erwarten sind.<sup>15</sup> Aus diesem Grunde verwenden wir neben dem Fixed Effects Schätzer zwei andere, die explizit für dynamische Panel konzipiert worden sind bzw. mit ihnen umgehen können. Neben dem korrigierten kleinsten Quadrate Dummy Variablen Schätzer (LSDVC),<sup>16</sup> der speziell für unbalanced Panel mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl an Beobachtungen entwickelt worden ist, ist dies der Generalized Methods of Moments (GMM) Schätzer, der sich insbesondere dadurch auszeichnet, mit Endogenität umgehen zu können. Die Anforderungen dieser Schätzer an den zugrundeliegenden Datensatz sind allerdings nicht unerheblich. So ist es für den LSDVC Schätzer von großer Bedeutung, dass alle Regressoren strikt exogen sein müssen. Der aus theoretischer Sicht zu bevorzugende GMM Ansatz, welcher auf interne und bestenfalls auch externe Instrumente zurückgreift, setzt eine hohe Anzahl an Beobachtungen voraus.

---

<sup>15</sup> Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass die Dummy Variable, die für den fixen Effekt kontrolliert, mit den Investitionen der Vorperiode korreliert ist und damit mit dem zusammengesetzten Fehlerterm. Dies widerspricht der Annahme, dass die Regressoren nicht untereinander sowie mit dem Fehlerterm korreliert sein dürfen. Für weitergehende Erklärungen siehe bspw. Cameron und Trivedi (2005).

<sup>16</sup> Vgl. Bruno (2005).



Die abhängige Variable der Vorperiode ist keinesfalls die einzige Quelle von Endogenität unserer Hauptvariablen.<sup>17</sup> So stellen Messfehler, Verzerrungen aufgrund fehlender Variablen („omitted variable bias“) sowie die wechselseitige Kausalität („reverse causality“) weitere mögliche Quellen dar. Um den Einfluss möglicher Messfehler zu begrenzen, wurden für alle Variablen eine Ausreißeranalyse durchgeführt. Darauf aufbauend wurden in einigen wenigen Fällen Unplausibilitäten beseitigt.<sup>18</sup> Verzerrungen aufgrund fehlender Variablen wurde zum einen dadurch entgegengewirkt, dass Länder- und Jahresdummies mit in die Regression aufgenommen werden. Diese sind in der Lage, über die Zeit nicht veränderliche unbeobachtete Heterogenität aufzunehmen (wie z. B. die Einwohnerzahl, geographische oder historisch gewachsene Gegebenheiten) bzw. für jahresspezifische Effekte zu kontrollieren (wie z. B. Wirtschaftskrisen). Zum anderen wurden verschiedene Kontrollvariablen als Regressoren berücksichtigt, die zeitlich veränderliche Heterogenität erfassen. Die Frage wechselseitiger Kausalität ist in unserem Kontext mit der Frage gleichzusetzen, ob LLU-Preisveränderungen ursächlich für verändertes Investitionsverhalten in FTTB/H-Anschlüsse sind oder ob nicht Investitionsschwankungen LLU-Preisveränderungen bedingen. Generell ist davon auszugehen, dass eine mögliche Kausalität eher für den ersten Fall gegeben ist: eine Veränderung des LLU-Preises hat unmittelbare Auswirkungen auf die Erlöse und somit auf das Investitionsverhalten der Unternehmen. Demgegenüber ist es deutlich unwahrscheinlicher, dass die Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse direkt und unmittelbar die LLU-Preise beeinflussen, da diese typischerweise der Regulierung unterworfen und somit für die Unternehmen nicht frei wählbar sind.

Gemäß unserer Schätzstrategie führen wir die Regressionen mit allen drei zuvor beschriebenen Schätzern getrennt voneinander durch, um die spezifischen Vorteile ausnutzen zu können. Zum ersten kommt der FE Schätzer mit robusten Standardfehlern zur Anwendung, der für Heteroskedastizität und serielle Korrelation kontrolliert. Zum zweiten erfolgt die Regression mit dem LSDVC Schätzer, der speziell für unbalanced und kleinere Stichproben konzipiert worden ist, was auf unseren Datensatz zutrifft. Zum dritten wird der GMM Schätzer für die Rechnungen herangezogen, der mithilfe von internen Instrumenten die Endogenitätsproblematik angeht. Diese Vorgehensweise verspricht somit insgesamt robustere Ergebnisse im Vergleich zur Strategie mit einem einzigen Schätzer. Zudem adressieren wir damit explizit die wichtigsten ökonometrischen Herausforderungen, die sich in diesem Kontext stellen.

Wie zuvor erwähnt, besteht der begründete Verdacht, dass der LLU-Preis einen nicht-linearen Einfluss auf die Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse hat. Aus diesem Grunde gibt es in der Schätzgleichung neben dem einfachen LLU-Preis auch einen quadrierten Term des LLU-Preises. Weisen die geschätzten Koeffizienten der beiden Parameter unterschiedliche Vorzeichen auf (Signifikanz vorausgesetzt), deutet dies darauf hin, dass der Zusammenhang U-förmig (bei einem negativen Preis und positiven quadrati-

---

<sup>17</sup> Das Endogenitätsproblem entspricht technisch gesprochen der Korrelation eines Regressors mit dem Fehlerterm.

<sup>18</sup> Genauere Informationen dazu sind auf Anfrage erhältlich.

schen Preis) bzw. umgedreht U-förmig (bei einem positiven Preis und negativen quadratischen Preis) ist. Weisen die signifikanten Vorzeichen dagegen in dieselbe Richtung, deutet dies auf einen gleichgerichteten Zusammenhang der beiden Größen hin.

### 4.3 Ergebnisse

Tabelle 4-3 stellt die Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen dar. Die Spezifikationen (1) und (2) verwenden mit dem FE Schätzer mit robusten Standardfehlern, der für Heteroskedastizität und serielle Korrelation kontrolliert, die gleiche Schätzmethode, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der abhängigen Variablen. In Spezifikation (1) kommt die Veränderung der FTTB/H-Anschlüsse pro Haushalt (logarithmiert) zur Anwendung, um für Ländergrößeneffekte bei den Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse zu kontrollieren. Dagegen wird in Spezifikation (2) nur die Veränderung der FTTB/H-Anschlüsse (logarithmiert) herangezogen. Wie sich zeigt, sind die Ergebnisse beider Spezifikationen nahezu unverändert, was darauf hindeutet, dass Spezifikation (2) bereits durch die Länderdummies und das Logarithmieren der abhängigen Variablen Ländergrößeneffekte abbildet. Aus diesem Grund greifen die weiteren Spezifikationen ausschließlich auf die zweite Definition der abhängigen Variablen zurück. Ferner wird der F-Test in den Spezifikationen (1) und (2) abgelehnt, d. h. die Nullhypothese, dass die erklärenden Variablen keinen Erklärungsgehalt besitzen, kann verworfen werden.

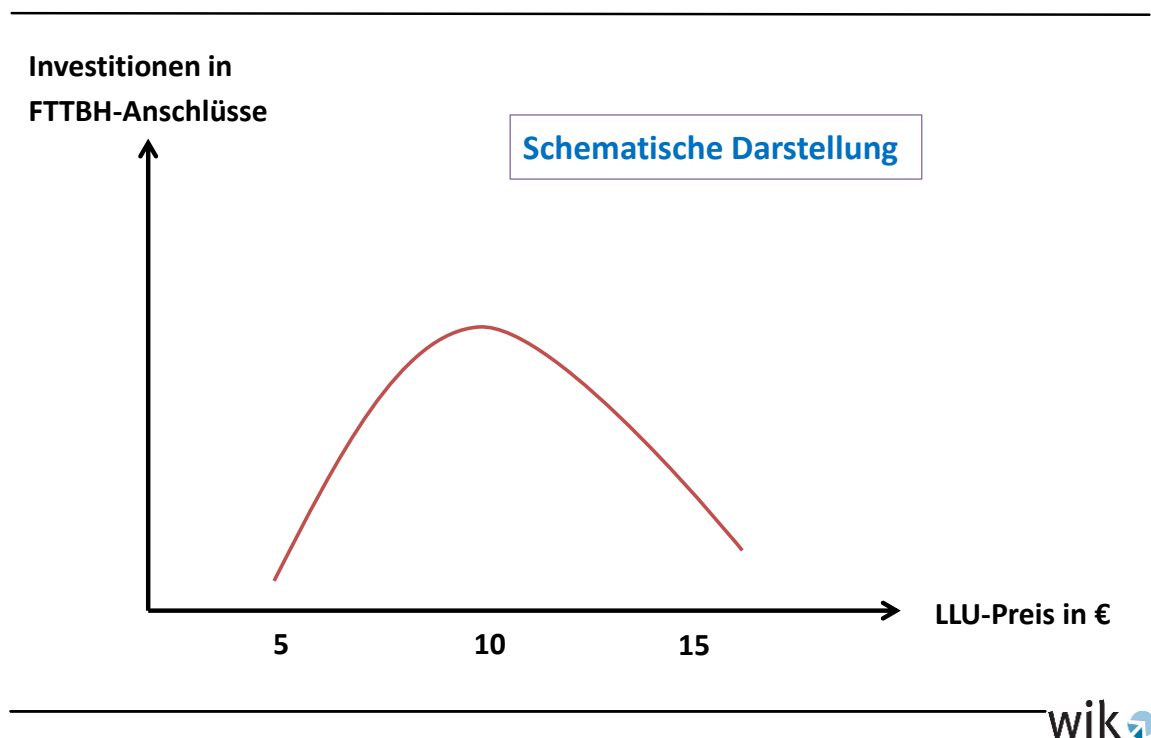
Spezifikation (3) basiert auf dem LSDVC Schätzer, wobei die Standardfehler mittels „Bootstrapping“ auf Basis von 100 Wiederholungen generiert werden. Die Fehlerkorrektur erfolgt hierbei bis hin zum Grad  $O(1/T)$ .

Spezifikation (4) bedient sich des GMM-diff Schätzers. Dieser Schätzer verlangt, dass der Fehlerterm in unserem Kontext ab Ordnung zwei seriell unkorreliert ist. Dies trifft für unsere Stichprobe zu, wie der AR(2)-Test mit der Nullhypothese „keine Autokorrelation“ zeigt. Der Sargan Test auf überidentifizierende Restriktionen wird abgelehnt. Dies bedeutet, dass die verwendeten internen Instrumente nicht exogen sind. Eng verknüpft mit dieser Problematik ist die Tatsache, dass eine GMM Schätzung ein Mindestmaß an Beobachtungen braucht, die in unserem Fall mit 53 Beobachtungen möglicherweise unterschritten wird. Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, zu präferierende exogene Instrumente mit in der Schätzung zu berücksichtigen, da dies die Gefahr einer Verzerrung aufgrund eines „over fittings“ weiter erhöht. Um dieses Problem anzugehen, wurde in der Schätzung die Anzahl der gelagerten internen Instrumente reduziert.

Als Hauptergebnis kann festgehalten werden, dass der LLU-Preis in allen Spezifikationen einen statistisch hoch signifikanten Einfluss auf die Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse hat. Zudem scheint dieser Zusammenhang umgedreht U-förmig und damit nicht linearer Natur zu sein, da der Koeffizient des LLU-Preises stets positiv und der Koeffizient des quadrierten LLU-Preises stets negativ ist. Ausgehend von einem niedrigen LLU-Preis erhöhen sich dementsprechend im Durchschnitt über alle untersuchten

Länder hinweg die Investitionen, wobei das Verhältnis ab einem gewissen Punkt kippt. Steigen die Preise über diesen Punkt hinaus, fallen die Investitionen. In den vier dargestellten Spezifikationen liegt der Maximalpunkt zwischen 10,89 € und 11,43 € (siehe Abbildung 4-1).

Abbildung 4-1: Zusammenhang zwischen LLU-Preis und Investitionen in FTTBH-Anschlüsse



Von den anderen erklärenden Variablen ist deutliche Signifikanz nur beim Endkundenpreis gegeben, sieht man von Spezifikation (3) einmal ab. Demnach deutet das negative Vorzeichen darauf hin, dass ein Anstieg des durchschnittlichen Internetpreises für Produkte zwischen 12 und 30 Mbps zu weniger Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse führt.

Schwache empirische Evidenz gibt es zudem für eine positive Verbindung zwischen dem Unbundlinggrad (LLL\_BB) und den Investitionen sowie eine negative Korrelation zwischen dem Grad des Festnetzausbaus (FL\_pen) und den Investitionen.

Tabelle 4-3: Schätzergebnisse für Investitionen als Differenz der FTTH-Anschlüsse

	(1) FTTBH_diff_HH_log FE	(2) FTTBH_diff_log FE	(3) FTTBH_diff_log LSDVC	(4) FTTBH_diff_log GMM-diff
Lagged dep.	-0.186 (-1.23)	-0.186 (-1.25)	-0.0815 (-0.58)	-0.205 (-1.58)
LLU-Preis	2.180** (2.71)	2.198** (2.75)	2.064** (2.27)	1.869** (2.37)
LLU-Preis_qu	-0.0965*** (-3.21)	-0.0971*** (-3.25)	-0.0903** (-2.46)	-0.0858*** (-2.86)
LLU_BB	13.97* (1.75)	13.90* (1.76)	12.33 (1.50)	10.70 (1.58)
Kabel_BB	-4.726 (-0.48)	-4.796 (-0.49)	-6.133 (-0.59)	-1.553 (-0.21)
FL_pen	-6.223 (-1.38)	-6.294 (-1.40)	-6.296* (-1.83)	-7.547* (-1.87)
BB_pen	4.534 (0.59)	4.506 (0.59)	3.827 (0.60)	7.611 (1.28)
Endkundenpreis	-0.0327* (-2.02)	-0.0324* (-2.03)	-0.0286 (-1.49)	-0.0239** (-2.08)
BIP_pK	-0.0004 (-1.23)	-0.0005 (-1.26)	-0.0005* (-1.80)	-0.0005** (-2.35)
LändlBev	-0.713 (-1.11)	-0.706 (-1.10)	-0.657 (-1.33)	-0.640 (-1.37)
AK_ind	-0.0048 (-0.10)	-0.0051 (-0.10)	0.0027 (0.07)	-0.0256 (-0.60)
BP_ind	0.0238 (1.02)	0.0236 (1.01)	0.0220 (0.76)	0.0275 (1.47)
adj. $R^2$	0.382	0.390		
F-Stat, P-Wert	14.08 (0.00)	14.34 (0.00)		
AR (1) P-Wert				0.0398
AR (2) P-Wert				0.944
Sargan P-Wert				0.0321
N	74	74	74	53
Maximalpunkt	11.29***	11.31***	11.43***	10.89***

Schätzungen mit robusten Standardfehlern im Falle der FE und GMM-Schätzer; die Standardfehler beim LSDVC-Schätzer sind „bootstrapped“ auf der Basis von 100 Wiederholungen mit einer Fehlerkorrektur bis hin zum Grad  $O(1/T)$ ;

\* $p < 0.10$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$

## 4.4 Robustheit der Ergebnisse

Neben der Verwendung unterschiedlicher Schätzer werden weitere Robustheitstests durchgeführt, um die Belastbarkeit der Ergebnisse zu testen. Die entsprechenden Ansätze und Vorgehensweisen werden getrennt voneinander dargestellt.

### 4.4.1 „Partial Adjustment Model“ Ansatz

Das „Partial Adjustment Model“ (PAM) ist ein empirischer Ansatz, der dafür entwickelt worden ist, die Konvergenz einer Variable zum gewünschten oder stationären Niveau zu modellieren. Dabei ist es insbesondere möglich, die Geschwindigkeit der Anpassung zu bestimmen. Diese Art von Modellen kommt oftmals bei der Schätzung von Investitionsgleichungen zum Einsatz, wobei auf den Kapitalstock abgestellt wird. Er lässt sich aber auch auf den Telekommunikationsbereich und die Anzahl von FTTB/H-Anschlüssen übertragen.<sup>19</sup>

Gemäß dieser Überlegungen passen wir unsere Spezifikationen an und verwenden die Anzahl der FTTB/H-Anschlüsse pro Haushalt in der Schätzgleichung anstatt der Veränderung der Anschlüsse als erste Differenz. Alle anderen Variablen bleiben unverändert. Ein großer Vorteil dieser Vorgehensweise ist in unserem Kontext, dass sich die Anzahl der Beobachtungen erhöht, da aufgrund der fehlenden ersten Differenzenbildung ein zusätzliches Jahr berücksichtigt werden kann.

Die Ergebnisse der Schätzungen sind in Tabelle 4-4 dargestellt. Das Hauptergebnis der vorherigen Regressionen wird bestätigt, wonach der Zusammenhang zwischen LLU-Preisen und FTTB/H-Anschlüssen umgedreht U-förmig zu sein scheint. Die berechneten Maximalpunkte liegen zwischen 12,41 € und 13,38 € und damit etwas höher als in Kapitel 4.3. Folglich zeigt sich, dass in Bezug auf den berechneten Maximalpunkt eher von einem Ergebnisintervall gesprochen werden sollte.

Die Anzahl der FTTB/H-Anschlüsse der Vorperiode hat tendenziell einen hoch signifikanten positiven Einfluss auf die aktuelle Anzahl der Anschlüsse. Dies spricht dafür, dass es eine Konvergenz zu einem bestimmten langfristigen FTTB/H\* Anschlussniveau zu geben scheint und dass Anpassungsprozesse bei der Modellierung der Investitionen in FTTB/H-Anschlüsse keinesfalls außer Acht gelassen werden sollten.

Die Signifikanzniveaus und Vorzeichen der andern Variablen stimmen im Wesentlichen mit den zuvor berechneten überein und bestätigen somit in der Tendenz die vorherigen Resultate.

---

<sup>19</sup> Vgl. Briglauer (2014). Angelehnt ist dieser Ansatz an das Gompertz Modell (Kiiski und Pohjola, 2002).

Tabelle 4-4: Schätzergebnisse für Investitionen als Anzahl der FTTH-Anschlüsse

	(1) FTTBH_HH_log FE	(2) FTTBH_HH_log LSDVC	(3) FTTBH_HH_log GMM-diff
Lagged dep.	0.314** (2.73)	0.366*** (7.03)	0.352*** (3.86)
LLU-Preis	0.361* (1.76)	0.365*** (2.98)	0.502*** (2.89)
LLU-Preis_qu	-0.0142 (-1.44)	-0.0137** (-2.06)	-0.0202*** (-2.66)
LLU_BB	1.870 (0.63)	1.683 (1.43)	1.210 (0.62)
Kabel_BB	1.944* (1.77)	2.137 (1.62)	2.101* (1.96)
FL_pen	-0.0752 (-0.13)	-0.405 (-0.52)	-0.296 (-0.51)
BB_pen	0.645 (0.53)	0.691 (0.61)	1.768* (1.69)
Endkundenpreis	-0.0127*** (-2.93)	-0.0121*** (-2.95)	-0.0099*** (-3.44)
BIP_pK	0.0001 (0.47)	0.0001 (0.53)	-0.0001 (-0.87)
LändlBev	-0.117 (-1.40)	-0.111 (-1.46)	-0.0573 (-0.94)
AK_ind	-0.0010 (-0.11)	0.0003 (0.03)	0.0010 (0.14)
BP_ind	0.00454 (0.89)	0.00409 (0.75)	0.00346 (0.81)
adj. $R^2$	0.834		
F-Stat, P-Wert	343.8 (0.00)		
AR (1) P-Wert			0.227
AR (2) P-Wert			0.584
Sargan P-Wert			0.120
N	97	97	76
Maximalpunkt	12.67***	13.28***	12.41***

Schätzungen mit robusten Standardfehlern im Falle der FE und GMM-Schätzer; die Standardfehler beim LSDVC-Schätzer sind „bootstrapped“ auf der Basis von 100 Wiederholungen mit einer Fehlerkorrektur bis hin zum Grad  $O(1/T)$ ;

\*p < 0.10, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

#### 4.4.2 Kaufkraftparitätenbereinigung der LLU-Preise

Gegenwärtig unterscheiden sich die Preisniveaus in den betrachteten europäischen Ländern mitunter (noch) sehr deutlich. Gleiches gilt auch für die wirtschaftliche Entwicklung. Dies drückt sich unter anderem darin aus, dass die Preise zwischen den einzelnen Ländern nicht vergleichbar sind. Um mögliche Verzerrungen aufgrund unterschiedlicher Kaufkraftparitäten herauszurechnen, werden in einem zusätzlichen Robustheitstest alle Regressionen mit kaufkraftbereinigten LLU-Preisen geschätzt.

Tabelle 4-5 listet die Ergebnisse der entsprechenden Regressionen auf. Die vorherigen Resultate werden vollumfänglich bestätigt. Hinsichtlich der Maximalpunkte ist zu bedenken, dass ihnen ein LLU-Preis zugrunde liegt, der aufgrund der PPP-Bereinigung zwischen 2,87 € und 25,61 € schwankt. Dies hat zur Folge, dass die berechneten Maximalpunkte (18,26 € - 19,28 €) deutlich über denen der vorherigen Schätzungen liegen (10,89 € - 13,28 €, siehe Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4).

Tabelle 4-5: Schätzergebnisse für Investitionen als Differenz der FTTH-Anschlüsse und PPP-bereinigten LLU Preisen

	(2) FTTBH_diff_log FE	(3) FTTBH_diff_log LSDVC	(4) FTTBH_diff_log GMM-diff
Lagged dep.	-0.206 (-1.40)	-0.0993 (-0.71)	-0.219* (-1.71)
LLU-Preis_ppp	1.250 <sup>(a)</sup> (1.54)	1.156* (1.80)	1.009 <sup>(b)</sup> (1.59)
LLU-Preis_qu_ppp	-0.0324* (-1.99)	-0.0300** (-2.24)	-0.0276** (-2.10)
LLU_BB	13.42 (1.71)	11.98 (1.45)	10.23 (1.50)
Kabel_BB	-4.660 (-0.50)	-5.852 (-0.56)	-0.889 (-0.13)
FL_pen	-6.635 (-1.46)	-6.464* (-1.86)	-7.864* (-1.96)
BB_pen	3.974 (0.51)	3.327 (0.52)	7.576 (1.22)
Endkundenpreis	-0.0333** (-2.44)	-0.0297 (-1.56)	-0.0246** (-2.28)
BIP_pK	-0.0005 (-1.49)	-0.0005* (-1.91)	-0.0006*** (-2.66)
LändlBev	-0.722 (-1.16)	-0.673 (-1.33)	-0.654 (-1.40)
AK_ind	-0.0264 (-0.54)	-0.0187 (-0.46)	-0.0430 (-1.01)
BP_ind	-0.0216 (-0.41)	-0.0194 (-0.40)	-0.0058 (-0.15)
adj. $R^2$	0.390		
F-Stat, P-Wert	74.24		
AR (1) P-Wert			0.0425
AR (2) P-Wert			0.972
Sargan P-Wert			0.0477
N	74	74	53
Maximalpunkt	19.28***	19.24***	18.26***

Schätzungen mit robusten Standardfehlern im Falle der FE und GMM-Schätzer; die Standardfehler beim LSDVC-Schätzer sind „bootstrapped“ auf der Basis von 100 Wiederholungen mit einer Fehlerkorrektur bis hin zum Grad  $O(1/T)$ ;

\* $p < 0.10$ , \*\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.01$ ; die Signifikanzniveaus in den Punkten (a) und (b) betragen 0.14 bzw. 0.11



#### 4.5 Einschränkungen und Grenzen der Analyse

Die Ergebnisse der Analyse sollten mit einem gewissen Grad an Vorsicht interpretiert werden. Dies gilt insbesondere für die identifizierten kausalen Effekte. So wurde zwar versucht, Verzerrungen aufgrund nicht berücksichtigter Variablen („omitted variable bias“) dadurch in den Griff zu bekommen, dass explizit für fixe länder- und jahresspezifische Effekte kontrolliert wird wie auch auf eine Reihe von Kontrollvariablen zurückgegriffen wird. Ferner wurde die Problematik möglicher umgekehrter Kausalität („reverse causality bias“) angegangen, indem auch eine GMM-Spezifikation mit internen Instrumenten verwendet wird. Dem entgegen steht allerdings die Problematik der relativ geringen Anzahl an Beobachtungen. Darüber hinaus gilt es einzuwenden, dass unsere Identifikationsstrategie auf keiner klaren Quelle exogener Variation beruht, da es nahezu unmöglich ist, in diesem breiten und heterogenen Gesamtgefüge exogene Variation zu finden. Aus diesem Grund interpretieren wir unsere Ergebnisse als starke Korrelationen zwischen den LLU-Preisen und Investitionen in FTTB/H-Anschlüssen, anstatt von direkten kausalen Relationen zu sprechen.

## 5 Bewertung der Ergebnisse

Angesichts begrenzter Datenverfügbarkeit konnten nicht alle relevanten Hypothesen über den Einfluss von TAL-Preisen auf NGA-Investitionen empirisch-ökonomisch im Rahmen dieser Studie überprüft werden. Insbesondere war es nicht möglich, den Einfluss der Entgelte auf Incumbent(s) und Wettbewerber getrennt zu untersuchen. Gleichwohl hat die gesamtwirtschaftliche Investitionsbetrachtung wichtige Erkenntnisse geliefert.

Ein relevanter Einfluss des TAL-Preises auf FTTH-Investitionen kann nach unseren Ergebnissen als gesichert angesehen werden. Doch bleibt die Struktur des Einflusses komplex. Simplistische Zusammenhänge, die immer und unter allen Randbedingungen gelten, haben sich nicht bestätigt.

Vor allem ist der Zusammenhang zwischen TAL-Preisen und FTTH-Investitionen nicht linear. Nach unseren Ergebnissen erweist sich vielmehr ein nicht-linearer Zusammenhang als relativ robust. Danach gibt es bis zu einem Wendepunkt einen positiven Einfluss eines steigenden TAL-Preises auf FTTH-Investitionen und danach einen negativen Einfluss. Die genaue Lage dieses Wendepunktes ist mit unseren Daten nicht beliebig robust bestimmbar und hängt von den Modellspezifikationen ab.

Das letztgenannte Ergebnis ist natürlich besonders spannend, da es zumindest potentiell Hinweise für regulatorisches Handeln liefert. Allerdings gilt dieses Ergebnis, insbesondere seine numerische Ausprägung nur für unsere gesamte Stichprobe. Unsere begrenzte Anzahl von Datenpunkten erlaubt nicht, ein derartiges Ergebnis für ein einzelnes Land abzuleiten und zur Grundlage regulatorischen Handels zu machen. Solange bis im Zeitablauf mehr Datenpunkte verfügbar sind, bleibt hier nur die sorgfältige nationale Detailanalyse.

Nicht ausschließen können wir auch, dass am Ende nationale Aufbaumodelle für FTTH so viele relevante Unterschiede aufweisen, dass der systematische theoriegeleitete Einfluss des TAL-Preises sich nur schwach zeigt. Dies ist evident, wenn ein relevanter Teil von FTTH-Investitionen auch (oder gar insbesondere) durch staatliche Subventionen incentiviert wird und nicht ausschließlich auf einzelwirtschaftlichen Entscheidungskalkülen beruht.

## Literatur

- Alesina, A., Ardagna, S., Nicoletti, S. & Schiantarelli, F. (2005). "Regulation and investment", *Journal of the European Economic Association*, 3 (4), 791-825.
- Bacache, M., Bourreau, M., und G. Gaudin (2014), "Dynamic Entry and Investment in New Infrastructures: Empirical Evidence from the Fixed Broadband Industry", *Review of Industrial Organization* 44(2), S. 179-209.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons, Ltd.
- Bourreau, M., Cambini, C., und P. Doğan (2012), "Access pricing, competition, and incentives to migrate from "old" to "new" technology", *International Journal of Industrial Organization* 30, S. 713-723.
- BREKO (2015): BREKO Breitbandstudie 2015, Marktbefragung der BREKO-Mitgliedsunternehmen
- Briglauer, W., Ecker, G. & Gugler, K. (2013). "The impact of infrastructure and service-based competition on the deployment of next generation access networks: Recent evidence from the European member states", in: *Information Economics and Policy* 25 (2013), S. 142-153.
- Briglauer, W. (2014). "The impact of regulation and competition on the adoption of fiber-based broadband services: recent evidence from the European union member states", *Journal of Regulatory Economics*, 46, 51-79.
- Bruno, G. S. (2005). "Approximating the Bias of the LSDV Estimator for Dynamic Unbalanced Panel Data Models", *Economics Letters* 87 (3), 361-366.
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics: Methods and Applications*, Cambridge University Press, New York.
- Cave, M. (2014), "The ladder of investment in Europe, in retrospect and prospect", *Telecommunications Policy* 38, S. 674-683.
- Garrone, P. & Zaccagnino, M. (2015): "Seeking the links between competition and telecommunications investments", in: *Telecommunications Policy* 39 (2015), S. 388-405.
- Gerpott, J. & Winzer, P. (2013). Entgelte für kupferbasierte Teilnehmeranschlussleitungen und Entwicklung des Marktes für Anschlussnetze der nächsten Generation, in: *N&R* 5/13, S. 178ff.
- Gugler, K., Rammerstorfer, M. & Schmitt, S. (2013). "Ownership unbundling and investment in electricity markets – A cross country study", *Energy Economics*, 40, 702-713.
- Grajek, M., & Röller, L. H. (2011). Regulation and Investment in Network Industries: Evidence from European Telecoms, *Journal of Law and Economics*, 55, 189-216.
- Hoernig, S., Jay, S., Neu, W., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. & Vogelsang, I.: (2011): "Wholesale pricing, NGA take-up and competition", Bad Honnef, [www.wik.org](http://www.wik.org).
- Hoernig, S., Jay, S., Neu, W., Neumann, K.-H., Plückebaum, T. & Vogelsang, I. (2012): Wholesale Pricing, NGA Take-Up and Competition, in: *Communications & Strategies*, No. 86, 2nd Quarter 2012, pp. 153-174.

Jeanjean, F., (2014): "Forecasting the fiber penetration based on copper access regulation", info, Vol. 16 Iss: 1, S. 17 – 31.

Kiiski, S., & Pohjola, M. (2002). "Cross-country diffusion of the internet", Information and Economics and Policy, 14 297-310.

Kongaut, C. & Bohlin, E. (2014): "Unbundling and infrastructure competition for broadband adoption: Implications for NGA regulation", in: Telecommunications Policy, Vol 38 (2014), S. 760-770.

Neu. W., Neumann, K.-H., und I. Vogelsang (2012), "Analyse von alternativen Methoden zur Preisregulierung", Studie des WIK für das BAKOM.

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

- 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 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 Eisenbahnpersonenverkehrs in Deutschland, Großbritannien und Schweden, Dezember 2011
- Nr. 363: Wolfgang Kiesewetter:  
Die Empfehlungspraxis der EU-Kommission im Lichte einer zunehmenden Differenzierung nationaler Besonderheiten in den Wettbewerbsbedingungen unter besonderer Berücksichtigung der Relevante-Märkte-Empfehlung, Dezember 2011

- Nr. 364: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Vom Smart Grid zum Smart Market – Chancen einer plattformbasierten Interaktion, Januar 2012
- Nr. 365: Franz Büllingen, Annette Hillebrand, Peter Stamm, Anne Stetter:  
Analyse der Kabelbranche und ihrer Migrationsstrategien auf dem Weg in die NGA-Welt, Februar 2012
- Nr. 366: Dieter Elixmann, Christin-Isabel Gries, J. Scott Marcus:  
Netzneutralität im Mobilfunk, März 2012
- Nr. 367: Nicole Angenendt, Christine Müller, Marcus Stronzik:  
Elektromobilität in Europa: Ökonomische, rechtliche und regulatorische Behandlung von zu errichtender Infrastruktur im internationalen Vergleich, Juni 2012
- Nr. 368: Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele, Martin Zauner:  
Kostenstandards in der Ex-Post-Preiskontrolle im Postmarkt, Juni 2012
- Nr. 369: Ulrich Stumpf, Stefano Lucidi:  
Regulatorische Ansätze zur Vermeidung wettbewerbswidriger Wirkungen von Triple-Play-Produkten, Juni 2012
- Nr. 370: Matthias Wissner:  
Marktmacht auf dem Primär- und Sekundär-Regelenergiemarkt, Juli 2012
- Nr. 371: Antonia Niederprüm, Sonja Thiele:  
Prognosemodelle zur Nachfrage von Briefdienstleistungen, Dezember 2012
- Nr. 372: Thomas Plückerbaum, Matthias Wissner:  
Bandbreitenbedarf für Intelligente Stromnetze, 2013
- Nr. 373: Christine Müller, Andrea Schweinsberg:  
Der Netzbetreiber an der Schnittstelle von Markt und Regulierung, 2013
- Nr. 374: Thomas Plückerbaum:  
VDSL Vectoring, Bonding und Phantoming: Technisches Konzept, marktliche und regulatorische Implikationen, Januar 2013
- Nr. 375: Gernot Müller, Martin Zauner:  
Einzelwagenverkehr als Kernelement eisenbahnbezogener Güterverkehrskonzepte?, Dezember 2012
- Nr. 376: Christin-Isabel Gries, Imme Philbeck:  
Marktentwicklungen im Bereich Content Delivery Networks, April 2013
- Nr. 377: Alessandro Monti, Ralf Schäfer, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Kundenbindungsansätze im deutschen TK-Markt im Lichte der Regulierung, Februar 2013
- Nr. 378: Tseveen Gantumur:  
Empirische Erkenntnisse zur Breitbandförderung in Deutschland, Juni 2013
- Nr. 379: Marcus Stronzik:  
Investitions- und Innovationsanreize: Ein Vergleich zwischen Revenue Cap und Yardstick Competition, September 2013
- Nr. 380: Dragan Ilic, Stephan Jay, Thomas Plückerbaum, Peter Stamm:  
Migrationsoptionen für Breitbandkabelnetze und ihr Investitionsbedarf, August 2013
- Nr. 381: Matthias Wissner:  
Regulierungsbedürftigkeit des Fernwärmesektors, Oktober 2013
- Nr. 382: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Sonja Thiele:  
Netzzugang im Briefmarkt, Oktober 2013
- Nr. 383: Andrea Liebe, Christine Müller:  
Energiegenossenschaften im Zeichen der Energiewende, Januar 2014
- Nr. 384: Christian M. Bender, Marcus Stronzik:  
Verfahren zur Ermittlung des sektoralen Produktivitätsfortschritts - Internationale Erfahrungen und Implikationen für den deutschen Eisenbahninfrastruktursektor, März 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. 389: Stephan Schmitt:  
Energieeffizienz und Netzregulierung, November 2014
- Nr. 390: Stephan Jay, Thomas Plückebaum:  
Kostensenkungspotenziale für Glasfaseranschlussnetze durch Mitverlegung mit Stromnetzen, September 2014
- Nr. 391: Peter Stamm, Franz Büllingen:  
Stellenwert und Marktperspektiven öffentlicher sowie privater Funknetze im Kontext steigender Nachfrage nach nomadischer und mobiler hochbitratiger Datenübertragung, Oktober 2014
- Nr. 392: Dieter Elixmann, J. Scott Marcus, Thomas Plückebaum:  
IP-Netzzusammenschaltung bei NGN-basierten Sprachdiensten und die Migration zu All-IP: Ein internationaler Vergleich, November 2014
- Nr. 393: Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Implikationen der Internationalisierung von Telekommunikationsnetzen und Diensten für die Nummernverwaltung, Dezember 2014
- Nr. 394: Rolf Schwab:  
Stand und Perspektiven von LTE in Deutschland, Dezember 2014
- Nr. 395: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk, Antonia Niederprüm:  
Produktive Effizienz von Postdienstleistern, November 2014
- Nr. 396: Petra Junk, Sonja Thiele:  
Methoden für Verbraucherbefragungen zur Ermittlung des Bedarfs nach Post-Universaldienst, Dezember 2014
- Nr. 397: Stephan Schmitt, Matthias Wissner:  
Analyse des Preissetzungsverhaltens der Netzbetreiber im Zähl- und Messwesen, März 2015
- Nr. 398: Annette Hillebrand, Martin Zauner:  
Qualitätsindikatoren im Brief- und Paketmarkt, Mai 2015
- Nr. 399: Stephan Schmitt, Marcus Stronzik:  
Die Rolle des generellen X-Faktors in verschiedenen Regulierungsregimen, Juli 2015
- Nr. 400: Franz Büllingen, Solveig Börsen:  
Marktorganisation und Marktrealität von Machine-to-Machine-Kommunikation mit Blick auf Industrie 4.0 und die Vergabe von IPv6-Nummern, August 2015
- Nr. 401: Lorenz Nett, Stefano Lucidi, Ulrich Stumpf:  
Ein Benchmark neuer Ansätze für eine innovative Ausgestaltung von Frequenzgebühren und Implikationen für Deutschland, November 2015
- Nr. 402: Christian M. Bender, Alex Kalevi Dieke, Petra Junk:  
Zur Marktabgrenzung bei Kurier-, Paket- und Expressdiensten, November 2015
- Nr. 403: J. Scott Marcus, Christin Gries, Christian Wernick, Imme Philbeck:  
Entwicklungen im internationalen Mobile Roaming unter besonderer Berücksichtigung struktureller Lösungen, Januar 2016
- Nr. 404: Karl-Heinz Neumann, Stephan Schmitt, Rolf Schwab unter Mitarbeit von Marcus Stronzik:  
Die Bedeutung von TAL-Preisen für den Aufbau von NGA, März 2016





**ISSN 1865-8997**