
Flächendeckender Breitbandausbau in Deutschland: Mehr Nutzen als Kosten

ANSELM MATTES UND FERDINAND PAVEL

Anselm Mattes, DIW econ GmbH, E-Mail: amattes@diw-econ.de
Ferdinand Pavel, DIW econ GmbH, E-Mail: fpavel@diw-econ.de

Zusammenfassung: Der Zugang zum Internet mit hohen Datenübertragungsraten (Breitband) ist in Deutschland nicht flächendeckend gewährleistet. In diesem Beitrag werden Kosten und Nutzen eines flächendeckenden Ausbaus der Breitbandinfrastruktur geschätzt und miteinander verglichen. Dabei wird deutlich, dass der gesamtwirtschaftliche Nutzen klar höher ist als die mit dem Breitbandausbau verbundenen Kosten. Allerdings ergeben sich bei flächendeckendem Breitbandausbau unter den aktuellen Marktbedingungen negative Produzentenrenten. Dies legt nahe, dass die in diesem Beitrag skizzierte, aktuelle Situation aus volkswirtschaftlicher Sicht ineffizient ist.

Summary: In Germany, there is no full geographic coverage of high-speed internet access (broadband). This paper assesses and compares costs and benefits of a nationwide deployment of broadband infrastructure. Overall, total benefits are clearly higher than the associated rollout costs. However, the producer surplus under a nationwide broadband deployment at current market conditions is negative. This suggests that the current constellation is inefficient in economic terms.

→ JEL Classification: L8, L9, H5

→ Keywords: Broadband, internet, infrastructure, cost benefit analysis

Dieser Beitrag basiert auf einer Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen (DIW econ 2011), die die Autoren unter Mitarbeit von Alexander Plum, Maren Steffen und Michael Arnold verfasst haben.

I Einführung

In Deutschland haben derzeit etwa 13,7 Millionen Haushalte keinen Zugang zu Breitbandinternet mit hohen Übertragungsraten.¹ Viele dieser Haushalte sind in zumeist ländlich geprägten Regionen angesiedelt, die nicht an die vorhandene Breitbandinfrastruktur angeschlossen sind. Dem umfassenden Zugang zu moderner Telekommunikationsinfrastruktur wird jedoch eine hohe Bedeutung für die wirtschaftliche Leistungs- und Innovationsfähigkeit einer Volkswirtschaft zugesprochen. Vor diesem Hintergrund wird im Zuge der aktuellen Novelle des Telekommunikationsgesetzes auch darüber diskutiert, wie eine flächendeckende Breitbandversorgung gewährleistet werden kann.²

Ziel dieses Beitrages ist die Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte eines flächendeckenden Ausbaus der Breitbandinfrastruktur. Dazu untersuchen wir zunächst den aktuellen Stand der Breitbandversorgung in Deutschland (Abschnitt 2). Anschließend gehen wir in Abschnitt 3 auf die Kosten ein, die mit einem flächendeckenden Ausbau der Breitbandinfrastruktur in Deutschland verbunden sind. Abschnitt 4 schätzt demgegenüber den gesamtwirtschaftlichen Nutzen des Breitbandausbaus ab. In Abschnitt 5 diskutieren wir auf Basis der gesamtwirtschaftlichen Effekte mögliche politische Implikationen. Abschnitt 6 fasst die zentralen Ergebnisse zusammen.

2 Aktueller Stand des Breitbandausbaus

Ausgangspunkt der Analyse der Kosten und Nutzen des Ausbaus der Breitbandinfrastruktur ist die aktuelle Versorgungssituation, also der Anteil oder die Anzahl der deutschen Haushalte, die bereits an die bestehende Breitbandinfrastruktur angeschlossen sind. Dabei ist jedoch zu beachten, dass nur ein Teil der versorgten Haushalte auch tatsächlich einen Breitbandanschluss nutzt.

Grundsätzlich gibt es keine eindeutige Definition von Breitbandinternet. Angaben zu Mindestbandbreiten beziehen sich zumeist auf die verfügbare Downloadgeschwindigkeit. Die OECD beispielsweise setzt eine Rate von mindestens 256 Kbps an, die Bundesregierung hingegen geht in der Breitbandstrategie für Deutschland von mindestens 1 Mbps aus. Eine Vereinheitlichung der Definition wird auch dadurch erschwert, dass die jeweiligen Werte einem ständigen Wandel unterliegen und infolge des technischen Fortschritts regelmäßig nach oben angepasst werden müssen. Im Rahmen der vorliegenden Studie soll sich die Höhe der Mindestbandbreite an dem mehrheitlich verbreiteten und verfügbaren Stand der Technik orientieren. Ein gut verfügbarer Maßstab hierzu ist die Geschwindigkeit, die der überwiegenden Mehrzahl von Breitbandnutzern in Deutschland derzeit mindestens zur Verfügung steht. Einer Marktuntersuchung von Dialog Consult (2010) folgend verfügten im Jahr 2010 86 Prozent der Breitbandnutzer über eine Downloadgeschwindigkeit von mindestens 2 Mbps. Vor diesem Hintergrund werden Breitband-

1 Das OECD Broadband Portal weist für Juni 2011 bei circa 40,3 Millionen Haushalten in Deutschland etwa 26,6 Millionen (Festnetz) Breitbandanschlüsse aus (vgl. www.oecd.org/sti/ict/broadband).

2 Dieser Beitrag basiert auf einem Gutachten der DIW econ GmbH für die Bundestagsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen, das die rechtlichen sowie ökonomischen Voraussetzungen und Auswirkungen einer Universaldienstverpflichtung für flächendeckenden Breitbandzugang in Deutschland untersucht (vgl. DIW econ 2011).

zugänge im Folgenden als Internetzugänge mit einer Downloadgeschwindigkeit von mindestens 2 Mbps definiert.

Die Abschätzung der Versorgungssituation erfolgt auf Basis des Breitbandatlases des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). In diesem sind für das Jahr 2010 die Anteile der Haushalte angegeben, die über drahtlose beziehungsweise leitungsgebundene Technologien mit einer Bandbreite (Downloadgeschwindigkeit) von 1, 2, 5, 16 und 50 Mbps versorgt sind. Allerdings wird die relative Abdeckung dabei lediglich in den vier Gruppen 0–10 Prozent, 10–50 Prozent, 50–95 Prozent und 95–100 Prozent ausgewiesen und ist nicht als regional hochaufgelöster Datensatz verfügbar. Trotz dieser Einschränkungen ist der Breitbandatlas des BMWi momentan die beste verfügbare Quelle für die Verbreitung von Breitbandangeboten in Deutschland. Daher wurden Angaben aus dem Breitbandatlas zur Breitbandversorgung in stichprobenartig ausgewählten Landkreisen übernommen, anhand von weitergehenden Annahmen plausibilisiert und anschließend für ganz Deutschland hochgerechnet. Details zur Schätzmethodik finden sich in DIW econ (2011).

In Tabelle 1 wird, getrennt nach Siedlungsdichte und Ost- und Westdeutschland, die Abschätzung der Haushaltsverteilung und ihrer Unterversorgung an Breitbandinternet bei 2 Mbps (der im Rahmen dieser Studie maßgeblichen Untergrenze für Breitbandinternet) präsentiert. Danach befindet sich die deutliche Mehrzahl der Haushalte im städtischen und vorstädtischen Gebietstyp. Erwartungsgemäß haben die Haushalte in ländlichen Siedlungsräumen schlechtere Zugangsmöglichkeiten zu Breitbandanschlüssen. Insgesamt wird die Versorgungslücke in dieser Annäherung auf rund 3,9 Millionen Haushalte geschätzt, wovon 2,4 Millionen unterversorgte Haushalte auf Westdeutschland und 1,5 Millionen unterversorgte Haushalte auf Ostdeutschland entfallen. Damit werden sieben Prozent aller Haushalte in Westdeutschland beziehungsweise 19 Prozent aller Haushalte in Ostdeutschland nicht mit einer Bandbreite von mindestens 2 Mbps versorgt.

Tabelle 1

Breitbandunterversorgung in Deutschland

Siedlungsdichte	Gesamte Anzahl Haushalte				Anzahl unversorgter Haushalte bei 2 Mbps			
	Westdeutschland		Ostdeutschland		Westdeutschland		Ostdeutschland	
	Millionen	Prozent	Millionen	Prozent	Millionen	Prozent	Millionen	Prozent
Ländlich (<100 Personen/km²)	2,80	9	1,54	19	0,52	18	0,53	34
Vorstädtisch (100–500 Personen/km²)	11,29	35	2,38	29	1,41	13	0,72	30
Städtisch (>500 Personen/km²)	17,98	56	4,20	52	0,43	2	0,28	7
Summe	32,07	100	8,12	100	2,36	7	1,53	19

Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil unversorgter Haushalte in der entsprechenden Siedlungsdichte.
Quelle: DIW econ.

3 **Kosten des Breitbandausbaus**

3.1 Technologische Optionen

Grundsätzlich stehen für die Versorgung von Haushalten mit Breitbandinternet verschiedene leitungsgebundene Technologien und Funktechnologien zur Verfügung. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Technologien aufgeführt.

Die in Deutschland am weitesten verbreitete Technologie ist DSL (vgl. Bundesnetzagentur 2011), wobei der Nutzer über Telekommunikationsnetze mit dem Internet verbunden wird. Von entscheidender Bedeutung für die verfügbare Bandbreite sind die Teilnehmeranschlussleitungen (TAL), die die einzelnen Teilnehmeranschlüsse über Kabelverzweiger zu Hauptverteilern führen, von wo aus die Signale an die übergeordneten Netzstufe, das Breitbandzuführungsnetz (Konzentratornetz), übergeben werden. Während die Hauptverteiler typischerweise über Glasfasernetze mit übergeordneten Netzstufen verbunden sind, basiert die TAL zumeist auf bereits vorhandenen Kupferkabeln (Fornefeld, Delaunay und Elixmann 2008 oder Bundeskartellamt 2010). Auf Basis dieser Anschlussleitung sind Breitbandinternetverbindungen möglich. Bestimmender Faktor bei der möglichen Bandbreite ist jedoch die Entfernung des Haushalts zum Glasfasernetz beim Hauptverteiler. Aufgrund der relativ kurzen Distanz zwischen Hauptverteilern und den einzelnen Haushalten in städtischen Gebieten sind hier Bandbreiten von mindestens 6 Mbps heute der Normalfall. Während bei einer Entfernung von unter zwei Kilometer Bandbreiten von über 6 Mbps möglich sind (Oswald, Hildebrandt und Knorr 2010), fällt sie bei einer Entfernung von über fünf Kilometern auf unter 2 Mbps (BMW 2008). Um die mögliche Bandbreite zu erhöhen, ist es notwendig, die kupferbasierte Übertragungsstrecke vom Haushalt zum Glasfasernetz zu verkürzen. Eine erste Möglichkeit besteht darin, aktive Signalverstärker, DSLAM genannt, auf den Kabelverzweiger zu bauen. Hierdurch sind bereits ADSL2+-Verbindungen von 10 Mbps und mehr möglich (Fornefeld, Delaunay und Elixmann 2008). Eine direkte Anbindung der Kabelverzweiger an das Glasfasernetz erhöht die mögliche Bandbreite signifikant auf 30 Mbps (VDSL)

Tabelle 2

Alternative Technologien zur Breitbandversorgung

Technologie	Bandbreite (Download-geschwindigkeit)	Anmerkung
Leitungsgebundene Technologien		
Digital Subscriber Line (DSL)	≥ 6 Mbps	
Glasfasertechnologie (VDSL/FTTH)	≥ 30 Mbps	
Koaxialanschluss-technologie	≥ 50 Mbps	Greift auf das Fernseh-kabelnetz zurück
Elektrizitätsnetz	2-3 Mbps	Fehlende Verbreitung
Funktechnologien		
iMAX	≥ 2 Mbps	
LTE	≥ 2 Mbps	
Satellit	≥ 2 Mbps	Hohe Latenzzeiten

Quelle: DIW econ.

und höher (vgl. BMWi 2008). Der Ausbau des VDSL-Netzes hat sich bisher auf die Ballungsräume beschränkt. Wird die Glasfaserverbindung direkt bis zum Haushalt (FTTH) geführt, sind Bandbreiten von 100 Mbps und darüber hinaus möglich. Die Verbreitung dieser direkten Glasfaseranschlüsse ist bisher jedoch noch sehr gering (Bundesnetzagentur 2011).

3.2 Kostenschätzung

Die Kostenabschätzung für den flächendeckenden Ausbau der Breitbandinfrastruktur auf 2 Mbps wird zunächst auf Basis eines Ausbaus des DSL-Netzes durchgeführt, weil dieses bisher am weitesten in die Fläche ausgebaut ist. Ein Ausbau des Fernseekabelnetzes wird nicht berücksichtigt, da lediglich 28 der 40 Millionen Haushalte an das Kabelnetz angebunden sind (ANGA 2010) und das Kabelnetz insbesondere in ländlichen Gebieten wenig verfügbar ist, genau dort aber die Versorgungslücken am größten sind. Bei der Kostenanalyse für die Bandbreite von 2 Mbps wird anschließend der Einfluss von Funklösungen auf die Gesamtkosten abgeschätzt.

Die Kostenschätzung eines Ausbaus der Breitbandinfrastruktur erfolgt typischerweise auf Basis differenzierter Kostenmodelle (vgl. etwa Elixmann et al. 2008). Da an dieser Stelle lediglich eine erste Abschätzung der Ausbaukosten erfolgen kann, wird die Kostenanalyse auf Basis der in Tabelle 3 präsentierten Literatur durchgeführt. Zunächst werden dazu die durchschnittlichen Anschlusskosten je Haushalt für acht verschiedene Siedlungsdichten abgeschätzt. Anschließend

Tabelle 3

Studienübersicht zu den DSL-Ausbaukosten

Studie (Jahr)	Auftragnehmer	Gemeinde	Anschlusskosten je Haushalt	Abdeckungsziel
Pohler et al. (2008): Tiefenuntersuchung zur Breitbandversorgung im ländlichen Raum	Technische Universität Dresden, Tele Kabel Ingenieurgesellschaft Teleconnect	Gemeinden in Nordsachsen	405 Euro	2 Mbps
Oswald und Hildebrandt (2009): Machbarkeitsstudie zur Breitbandflächendeckung in der Gemeinde Bergkirchen	Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik	Bergkirchen bei München	172 Euro	1 Mbps bei Privathaushalten
Brandl Services (2010a): Machbarkeitsstudie: Breitbandlösung für Stadt Altdorf	Brandl Services GmbH	Altdorf bei Nürnberg	577 Euro	6–16 Mbps
Brandl Services (2010b): Machbarkeitsstudie: Breitbandlösung für Markt Altmannstein	Brandl Services GmbH	Altmannstein in Oberbayern	584 Euro	6–16 Mbps
LAN Consult Hamburg (2009): Machbarkeitsstudie Breitbandige Internetanbindung in den Gemeinden des Amtsgebietes Kirchspielslandgemeinde	LAN Consult Hamburg	Kirchspielslandgemeinde (Schleswig-Holstein)	386–883 Euro	Bis zu 16 Mbps

Quelle: DIW econ.

wird die Anzahl der unversorgten Haushalte je Siedlungsdichte mit den durchschnittlichen Anschlusskosten multipliziert.

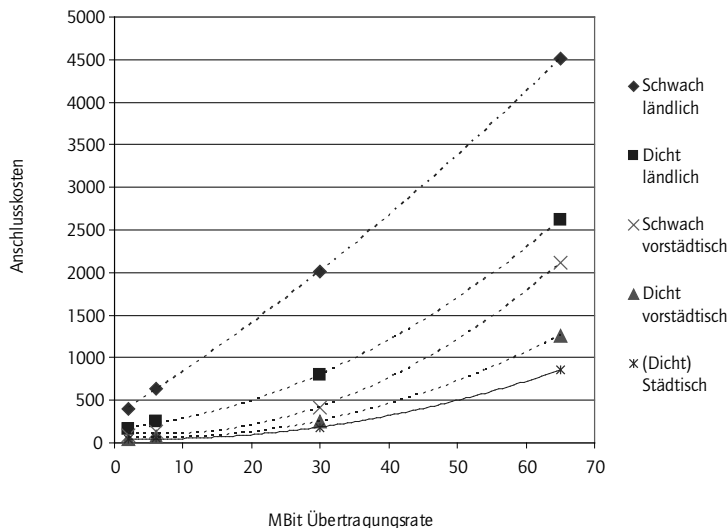
Für die Ermittlung der Kostenparameter eines flächendeckenden Breitbandausbaus wurden als Ausgangswert die durchschnittlichen Anschlusskosten je Haushalt aus Pohler et al. (2008) verwendet. Die Differenzierung der Kostenparameter nach Gebieten mit verschiedener Siedlungsdichte erfolgte gemäß Elixmann et al. (2008) und Doose, Elixmann und Jay (2009). In diesen Studien wurden auf Basis der durchschnittlichen Siedlungsdichte acht unterschiedliche Kostenparameter für den flächendeckenden Ausbau von VDSL und Glasfaseranschluss bis zum Haus (FTTH) ausgewiesen.

In Anlehnung an Elixmann et al. (2008) werden die Anschlusskosten je Haushalt aus Pohler et al. (2008) als Referenzkostenparameter für die Gebiete mit der niedrigsten Siedlungsdichte eingestuft. Die fehlenden Kostenparameter in den übrigen sieben Siedlungsdichten werden Doose, Elixmann und Jay (2009) folgend näherungsweise durch die *relative* Kostenstruktur beim VDSL-Ausbau bestimmt. Die errechneten Kostenparameter wurden dann mit den Ergebnissen in den übrigen Studien abgeglichen. Wie in Abbildung 1 dargestellt, steigen die durchschnittlichen Anschlusskosten pro Haushalt bei Abnahme der durchschnittlichen Siedlungsdichte stark an.

Die Abschätzung der Ausbaurkosten erfolgt aus dem Produkt der Kostenparameter (durchschnittliche Anschlusskosten pro Haushalt) mit der Anzahl der nicht versorgten Haushalte in den Gebieten mit der entsprechenden Siedlungsdichte. Die Summe der Ausbaurkosten in diesen Gebie-

Abbildung 1

**Anschlusskosten je Haushalt in Abhängigkeit der Übertragungsrate,
differenziert nach der Siedlungsdichte
(30 Mbps = VDSL, 100 Mbps = FTTH)**



Quelle: DIW econ.

Tabelle 4

Ausbaukosten bei flächendeckender Versorgung mit 2 Mbps

	Ohne WiMAX	Mit WiMAX
Gesamtkosten (Millionen Euro)	1 050	998
Deckungsbeitrag (Millionen Euro) ¹	-160	-120

¹ Zinssatz 8,5 Prozent, Laufzeit fünf Jahre.

Quelle: DIW econ.

ten ergibt die Gesamtkosten. Demzufolge liegen die Gesamtausbaukosten bei einer Bandbreite von 2 Mbps bei etwas über einer Milliarde Euro (Tabelle 4).

Bei der Erfassung der Kosten eines flächendeckenden Breitbandausbaus mit einer Mindestbandbreite von 2 Mbps sind auch die kostendämpfenden Auswirkungen des Einsatzes von Funktechnologien zu berücksichtigen. Dazu wird untersucht, wie sich die Ausbaukosten verändern, wenn 15 Prozent der Haushalte in dünnbesiedelten ostdeutschen Gebieten mit WiMAX versorgt werden. Als Kostenparameter wurden die durchschnittlichen Anschlusskosten je Haushalt von Pohler et al. (2008) übernommen. Wie in Tabelle 4 zu erkennen ist, führt dies zu einem vergleichsweise geringen Kostenrückgang um 52 Millionen Euro.

Mithilfe der berechneten Ausbaukosten können nun die jährlichen durchschnittlichen Kosten je Haushalt ermittelt werden. Diese liegen – bezogen auf alle 3,8 Millionen Haushalte mit einem Zugang von weniger als 2 Mbps – bei 69 Euro pro Jahr.³ Da allerdings nicht alle an die Infrastruktur angeschlossenen Haushalte tatsächlich einen Anschluss nutzen werden, fallen die durchschnittlichen Kosten je Kunde entsprechend höher aus. Geht man beispielsweise davon aus, dass bei 2 Mbps 48 Prozent der angeschlossenen Haushalte Kunden werden,⁴ steigen die durchschnittlichen Kosten auf 143 Euro je neugewonnenem Kunde.

Auf Basis dieser Kostenschätzung kann der Deckungsbeitrag der Investition unter den aktuell in Deutschland vorherrschenden Marktbedingungen berechnet werden. Hierzu wird ein Preis von zwölf Euro je Monat für einen Breitbandinternetzugang mit einer Geschwindigkeit von 2 Mbps unterstellt, der in etwa dem aktuell in Deutschland vorherrschenden Preisniveau entspricht.⁵ Abzüglich der in diesem Preis enthaltenen Mehrwertsteuer ergibt sich ein Erlös von rund zehn Euro je Monat beziehungsweise 120 Euro pro Jahr. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass 48 Prozent der neuversorgten Haushalte auch tatsächlich zahlende Breitbandnutzer werden (siehe oben). Aus den Werten zu (einmaligen) Ausbaukosten und jährlichen Einnahmen lässt sich eine Investitionsreihe bilden. Liegt der Barwert der Einnahmen über dem der Ausgaben, ergibt sich

³ Die gesamten Investitionskosten werden hierzu auf Basis eines Zinssatzes von 8,5 Prozent sowie einer Nutzungsdauer von fünf Jahren annuiert.

⁴ Dies entspricht dem Anteil der Breitbandnutzer in Gemeinden mit 5 000 bis 20 000 Einwohnern (NONLINER Atlas 2010: 65).

⁵ Dieser Preis wurde auf Basis des aktuellen Preisniveaus für einen entsprechenden Breitbandanschluss der Deutschen Telekom AG, dem nach Marktanteilen sowie Verfügbarkeit größten Anbieter, ermittelt. Der Preis entspricht dem mit Stand Juni 2011 preisgünstigsten Angebot: DSL-Telefon Paket Call & Surf Basic mit Internet-Flatrate mit zu 3 Mbps für 29,95 Euro abzüglich den Telefonanschluss Call Start für 17,95 Euro.

ein positiver Deckungsbeitrag, andernfalls ein negativer. Der aus diesen Angaben berechnete Deckungsbeitrag beläuft sich hierbei bei einer Bandbreite von 2 Mbps auf -120 bis -160 Millionen Euro (Tabelle 4).⁶

4 Nutzen des Breitbandausbaus

Grundsätzlich kann bei der Bewertung des ökonomischen Nutzens einer flächendeckenden Versorgung mit Breitbandinternet zwischen der Perspektive der unmittelbar Betroffenen, das heißt der bisher unversorgten Haushalte (Konsumentenrente) und der Breitbandanbieter (Produzentenrente) sowie der gesamtwirtschaftlichen Perspektive unterschieden werden. Dies erfolgt separat in den Abschnitten 4.1 und 4.2. Dabei wird immer von einem flächendeckenden Breitbandausbau mit einer Bandbreite von 2 Mbps ausgegangen.

4.1 Produzenten- und Konsumentenrente

Um die Nachfrage der bisher unversorgten Haushalte nach Breitbandzugängen genau abschätzen zu können, müsste die Zahlungsbereitschaft für alle relevanten Leistungsmerkmale (Download- und Uploadgeschwindigkeit, Symmetrie, Latenz et cetera) auf Basis repräsentativer Konsumentenbefragungen abgeschätzt werden (vgl. hierzu beispielsweise Ploynomics 2010). Dies ist allerdings im Rahmen der vorliegenden Analyse nicht möglich. Um dennoch Aussagen zur ungefähren Höhe der Konsumentenrente treffen zu können, wurde näherungsweise eine lineare Nachfragefunktion bestimmt. Diese wurde so spezifiziert, dass sie die in ländlichen Regionen beobachtete Nachfrage abbildet. Als Preis werden analog zur Berechnung der Kosten des Infrastrukturausbaus zwölf Euro je Monat beziehungsweise 144 Euro pro Jahr (einschließlich Mehrwertsteuer) angesetzt (vergleiche Fußnote 4). Wie bei der Ermittlung von Kosten und Deckungsbeitrag je angeschlossenem Kunden in Abschnitt 3.2 wird der Anteil der Haushalte, der bei diesem Preis einen Breitbandzugang nachfragt, auf 48 Prozent geschätzt. Die Steigung der Nachfragefunktion wurde anhand verschiedener Preis-Mengen-Kombinationen für vergleichbare Breitbandzugänge in verschiedenen europäischen Ländern geschätzt. Eine alternative Schätzung auf Basis von Literaturangaben zur Preiselastizität der DSL-Nachfrage in ländlichen Gebieten in Österreich (Cardona et al. 2009) lieferte ein sehr ähnliches Ergebnis.

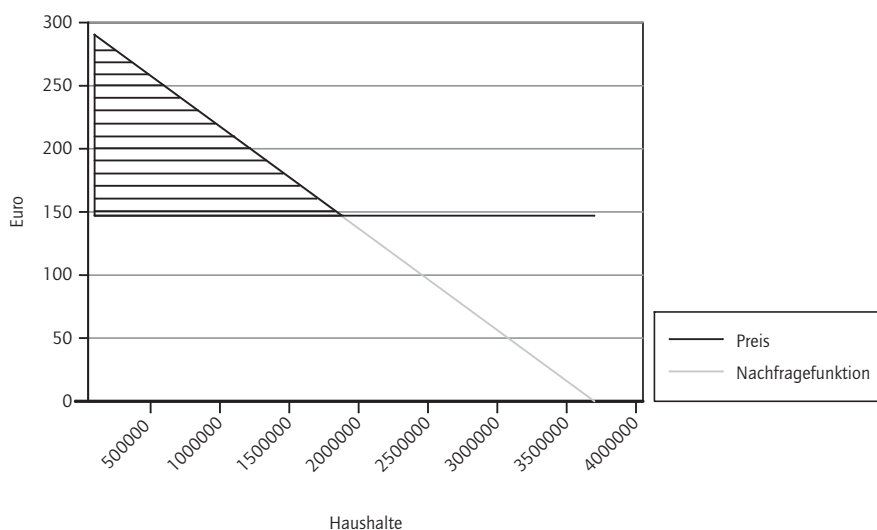
Eine Illustration zur Höhe der Konsumentenrente in den bisher nicht mit 2 Mbps versorgten Gebieten auf Basis dieser linearen Nachfragefunktion ist in Abbildung 2 dargestellt. Die gesamte Konsumentenrente entspricht dem Dreieck zwischen der Nachfragekurve, der Preislinie und der y-Achse (schraffiert). Dabei ergibt sich eine Konsumentenrente in Höhe von 138,6 Millionen Euro pro Jahr.

Die Produzentenrente entspricht dem im vorigen Abschnitt erläuterten Deckungsbeitrag. Für eine flächendeckende Versorgung mit 2 Mbps wird ein Verlust von insgesamt 120 Millionen Euro (unter der Berücksichtigung von Funktechnologien wie WiMAX) ausgewiesen. Bezogen

⁶ Dieser Wert entspricht auch in etwa den Angaben von COCOM (2011) zu den Kosten eines flächendeckenden Breitbandausbaus in Deutschland mit 2 Mbps (-147 Millionen Euro).

Abbildung 2

Schematische Darstellung der jährlichen Konsumentenrente bei einem flächendeckenden Breitbandausbau auf 2 Mbps (schraffierte Fläche)



Quelle: DIW econ.

auf eine Nutzungsdauer von fünf Jahren und einem Zinssatz von 8,5 Prozent ergibt sich ein jährlicher Verlust (Annuität) in Höhe von 30,4 Millionen Euro.

4.2 Gesamtwirtschaftliche Wachstumseffekte

Neben der Wirkung auf Haushalte und Breitbandanbieter werden in der gesamtwirtschaftlichen Sichtweise die Effekte einer flächendeckenden Breitbandversorgung auf Wachstum und Beschäftigung in der gesamten Volkswirtschaft betrachtet.⁷

Breitbandzugänge verringern die Kosten von Informationsaustausch und wirken damit als *general purpose technology*, die Auswirkungen auf alle Bereiche der Wirtschaft hat. Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien hat zum einen die Art und Weise, wie bestehende Unternehmen mit Informationen umgehen und diese weiterverarbeiten, grundlegend verändert. Auf diese Weise konnten Unternehmen, die entsprechende Technologien einsetzen, ihre Produktivität deutlich steigern (Stiroh 2002, Jorgensen, Ho und Stiroh 2008, Grimes, Ren und Stevens 2009). Zum anderen werden aber auch neue Geschäftsmodelle und Unternehmenskooperationen ermöglicht, die auf dem Austausch von großen Informationsmengen basieren. Dies erhöht den Wettbewerb und befördert die Innovationstätigkeit, wovon wiederum die gesamte Volkswirtschaft profitiert. Damit führt die Verbreitung von Breitbandzugängen zu positiven *Externalitäten*.

⁷ Zusätzliche, konjunkturelle Impulse, die durch die Baumaßnahmen im Zusammenhang mit dem Breitbandausbau ausgelöst werden, können auf Basis einer Input-Output-Analyse bewertet werden (DIW econ 2011). Im Zusammenhang mit der in diesem Artikel erörterten Fragestellung werden diese jedoch hier nicht weiter berücksichtigt.

Die Effekte einer stärkeren Verbreitung von Breitbandzugängen gehen auch deutlich über die Auswirkungen auf die neu dazugekommenen Breitbandnutzer hinaus. Bei Breitbandzugängen handelt es sich nämlich um eine Netzwerkinfrastruktur, die zum Austausch von Informationen genutzt wird. Dabei haben auch diejenigen Nutzer, die bereits über einen Breitbandzugang verfügen, einen Vorteil davon, wenn zusätzliche Haushalte und Unternehmen angeschlossen werden, da sie mit diesen nun besser kommunizieren können. Dies trifft beispielsweise auf Unternehmen in Ballungsgebieten zu, die Kunden im ländlichen Raum besser über Online-Versandhandel erreichen können. Diese *Netzwerkeffekte* verstärken zusätzlich die Wirkung der positiven *Externalitäten*.

Um die Höhe der von einer flächendeckenden Breitbandversorgung in Deutschland ausgehenden *Externalitäten* zu quantifizieren, werden die Ergebnisse zweier Studien herangezogen, die den Zusammenhang zwischen Breitbandnutzung und Wirtschaftswachstum untersuchen (Katz et al. 2010, Czernich et al. 2011). Dabei muss beachtet werden, dass diese den Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und der grundsätzlichen Verfügbarkeit beziehungsweise Verbreitung von Breitbandzugängen, unabhängig von der jeweils zur Verfügung stehenden Bandbreite, untersuchen.⁸ Dies ist konsistent zur Fragestellung des vorliegenden Beitrags, in dem Breitband als diejenige Übertragungsgeschwindigkeit, die der überwiegenden Mehrzahl der Nutzer mindestens zur Verfügung steht, definiert wird (2 Mbps). Die Beurteilung der Kosten und Nutzen von Breitbandinternetzugängen erfolgt also grundsätzlich auf Basis des mehrheitlich verbreiteten und verfügbaren Stands der Technik.

Schließlich muss auch beachtet werden, dass Katz et al. (2010) und Czernich et al. (2011) die auf den Anteil der *tatsächlichen* Breitbandnutzer an der Bevölkerung zurückführbaren Wachstumseffekte erfassen. Der flächendeckende Ausbau der Breitbandinfrastruktur führt jedoch zunächst nur dazu, dass mehr Haushalte die *Zugangsmöglichkeit* zu Breitbandinternet erhalten. Nur ein Teil dieser Haushalte wird tatsächlich einen Breitbandzugang nachfragen. Dieser wird im Folgenden mit dem bei der Berechnung der Konsumentenrente angenommenen Anteil von 48 Prozent approximiert. Davon ausgehend wird die Anzahl der Breitbandnutzer in Deutschland infolge eines flächendeckenden Infrastrukturausbaus um 1,87 Millionen Haushalte ansteigen.⁹ Damit erhöht sich die geschätzte Breitbandpenetration (Anzahl der Anschlüsse mit mindestens 2 Mbps geteilt durch die Bevölkerungszahl in Deutschland) von 21,3 Prozent im Jahr 2010 um 2,43 Prozentpunkte auf 23,73 Prozent.

Dieser Anstieg der Breitbandpenetration kann auf die Ergebnisse der Studien von Czernich et al. (2011) und Katz et al. (2010) übertragen werden. Czernich et al. (2011) berechnen auf Basis der OECD-Länder für die Jahre von 1996 bis 2006 die Auswirkungen der Nutzung von Breitbandzugängen auf das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf. Sie kommen zu dem zentralen Ergebnis, dass eine Erhöhung der Breitbandpenetration um zehn Prozentpunkte zu einem erhöhten Wachstum des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf um 0,9 bis 1,5 Prozentpunkte führt. Auf

8 Diese Einschränkung ist vor allem darauf zurückzuführen, dass keine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung steht, auf deren Basis die Auswirkungen unterschiedlicher Geschwindigkeiten abgeschätzt werden können.

9 Dies entspricht 48 Prozent der 3,9 Millionen unversorgten Haushalte.

Tabelle 5

Wirtschaftswachstum durch Breitbandpenetration

Berechnungsbasis	Zusätzliches Wachstum	Absoluter Anstieg (BIP)
Katz et al. (2010)	0,28–0,29 Prozentpunkte	6,2–6,5 Milliarden Euro
Czernich et al. (2011)	0,22–0,36 Prozentpunkte	4,9–8,2 Milliarden Euro

Quelle: DIW econ.

Basis dieser Schätzung lässt sich das durch einen flächendeckenden Breitbandausbau zusätzlich angeregte Wirtschaftswachstum (pro Kopf) auf 0,22 bis 0,36 Prozentpunkte beziffern.¹⁰

Katz et al. (2010) nutzen Daten über die Breitbandpenetration und das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts in den deutschen Landkreisen zwischen den Jahren 2000 und 2006 und verwenden dabei einen im Vergleich zu Czernich et al. (2011) einfacheren ökonometrischen Ansatz. Auf Basis der Ergebnisse von Katz et al. (2010) und des unterstellten Anstiegs der Breitbandpenetration um 2,43 Prozentpunkte lässt sich ein zusätzliches Wirtschaftswachstum von 0,28 bis 0,29 Prozentpunkten über einen Zeitraum von drei Jahren berechnen.¹¹ Die Autoren der Studie untersuchen zusätzlich den Einfluss der Breitbandpenetration auf das Beschäftigungswachstum. Hierbei sind die Ergebnisse jedoch nur für bisher schon gut versorgte, städtische Landkreise statistisch signifikant. Da davon auszugehen ist, dass ein flächendeckender Breitbandausbau vor allem im ländlichen Raum wirksam wird, können keine Wachstumseffekte auf die Beschäftigung berechnet werden.

Sowohl die aktuelle Studie von Czernich et al (2011) auf der Basis eines internationalen Vergleichs als auch die Studie von Katz et al. (2010) auf der Basis deutscher Landkreisdaten führen damit zu einem vergleichbaren Ergebnis. In absoluten Zahlen gefasst könnte ein flächendeckender Breitbandausbau zu einem Anstieg des Bruttoinlandsprodukts um 4,9 bis 8,2 Milliarden Euro führen (vgl. Tabelle 5 oben).

Der hier berechnete Anstieg des Bruttoinlandsprodukts umfasst die höhere Wertschöpfung der Breitbandanbieter sowie die Wachstumseffekte in der übrigen Volkswirtschaft. Die zusätzliche, jährliche Wertschöpfung der Breitbandanbieter kann mithilfe des zusätzlichen Umsatzes von 226 Millionen Euro ermittelt werden, den die Breitbandanbieter bei einem Marktpreis von 144 Euro/Jahr und geschätzten 1,87 Millionen Kunden erzielen. Bei einer Bruttowertschöpfungsquote von 48,2 Prozent (Statistisches Bundesamt 2010) im Bereich der Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen erwirtschaften Breitbandanbieter eine Wertschöpfung in Höhe von 109 Millionen Euro. Werden auch die Zulieferbranchen wie Nachrichtentechnologie, elektronische Bauelemente, Bauindustrie oder unternehmensnahe Dienstleistungen sowie weitere induzierte Einkommenseffekte berücksichtigt, kommen nochmals 147 Millionen Euro dazu, so dass sich von Seiten der Breitbandanbieter ein maximaler Wertschöpfungseffekt in Höhe von 256 Milli-

10 Informations- und Telekommunikationstechnologien wie Breitbandinternet haben einen Netzwerkcharakter und damit oftmals nicht-lineare Effekte. Czernich et al. (2011) zeigen allerdings, dass sich keine nichtlinearen Effekte nachweisen lassen, sobald eine „kritische Masse“, das heißt, eine Breitbandpenetration von zehn Prozent erreicht ist.

11 Katz et al. (2010) verwenden ihre Regressionsergebnisse ebenfalls für eine lineare Projektion in die Zukunft.

onen Euro ergibt. Der gesamtwirtschaftliche Effekt liegt jedoch mit 4,9 bis 8,2 Milliarden Euro deutlich darüber. Auch der Vergleich mit den Investitionskosten in Höhe von circa einer Milliarde Euro zeigt, dass die gesamtwirtschaftlichen Effekte deutlich höher sind.

5 **Gesamtwirtschaftliche Bewertung und wirtschaftspolitische Implikationen**

Nachdem in den beiden vorhergehenden Abschnitten die Kosten und die Nutzen des flächendeckenden Breitbandausbaus jeweils getrennt voneinander untersucht wurden, soll in diesem Abschnitt eine vergleichende Kosten-Nutzen-Analyse angestellt werden. Es wird hierzu auf den Analyserahmen von Produzentenrente, Konsumentenrente und wirtschaftlichen Externalitäten abgestellt.

In Abschnitt 4.1 werden die jährlichen Werte der Konsumenten- und Produzentenrente geschätzt (138,6 Millionen Euro und –30,4 Millionen Euro). Daraus ergibt sich ein positiver Gesamteffekt. Alternativ können die gesamtwirtschaftlichen Effekte betrachtet und den gesamten Investitionskosten gegenübergestellt werden. Auch hierbei zeigt sich ein deutlich positiver Gesamteffekt. Tabelle 6 fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen.

Im Endergebnis wird somit deutlich, dass der Anschluss der bisher unterversorgten Haushalte an die Breitbandinfrastruktur auf Basis der hier angenommenen Nachfragefunktion zu einem deutlichen Nutzenzuwachs (Konsumentenrente) führt. Gleichzeitig zeigt aber die negative Produzentenrente, dass der hierbei notwendige Infrastrukturausbau auf Basis eines deutschlandweit einheitlichen Preisniveaus, das sich an den aktuell vorherrschenden Marktbedingungen orientiert, wirtschaftlich nicht rentabel ist. Damit ergibt sich die zunächst verwunderliche Situation, dass die flächendeckende Versorgung mit Breitbandinternet zwar gesamtwirtschaftlich sinnvoll, allerdings für die Anbieter aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht rentabel wäre. Berücksichtigt man ferner die erheblichen gesamtwirtschaftlichen Wachstumseffekte einer flächendeckenden

Tabelle 6

Kosten und Nutzen eines flächendeckenden Breitbandausbaus

Wirtschaftlicher Effekt eines flächendeckenden Breitbandausbaus (2 Mbps), in Millionen Euro		Anmerkung
Konsumentenrente (jährlich)	138,6	Zusätzlicher Nutzen der neu angeschlossenen Haushalte
Produzentenrente (jährlich)	-30,4	
Summe	108,2	
Investitionskosten	998	Unter Berücksichtigung von Funktechnologien
Gesamtwirtschaftliche Wachstumseffekte	4900 bis 8200	Inklusive der Wertschöpfung der Breitbandanbieter und Zulieferer
Summe	3902 bis 7202	Gesamtwirtschaftlicher Effekt

Quelle: DIW econ.

Breitbandversorgung, so wird deutlich, dass die hier skizzierte, aktuelle Situation aus volkswirtschaftlicher Sicht ineffizient ist.

Vor dem Hintergrund dieses Befundes wäre es zunächst naheliegend, dass die Anbieter den Preis für Breitbandinternetzugang in den noch zu versorgenden Regionen soweit erhöhen würden, dass die Produzentenrente gegen null geht. Dies würde dazu führen, dass sich weniger Haushalte für die Nutzung eines Breitbandanschlusses entscheiden und damit die Konsumentenrente geringer ausfällt. Trotzdem würde sich immer noch ein positiver Gesamteffekt ergeben, da die hier berechnete (negative) Produzentenrente dem Betrag nach deutlich kleiner ist als die (positive) Konsumentenrente. Einem solchen Vorgehen steht allerdings die geltende Regulierungspraxis in Deutschland entgegen, nach der zwar nicht die Endkundenpreise für Breitbandanschlüsse, wohl aber die Preise für relevante Vorleistungsprodukte, insbesondere für den Zugang zu den Teilnehmeranschlussleitungen (TAL) der Deutschen Telekom AG, reguliert werden. Da der überwiegende Anteil der Breitbandanschlüsse in Deutschland, insbesondere in den ländlichen Regionen, auf Basis der Infrastruktur der Deutschen Telekom AG angeboten wird und da die Kosten für den TAL-Zugang deutschlandweit einheitlich festgelegt werden, sind die Möglichkeiten der Anbieter zur Preisdiskriminierung eingeschränkt. Im Gegenzug bedeutet dies jedoch nicht zwangsläufig, dass der Übergang zu regional unterschiedlichen Regulierungsvorgaben tatsächlich den flächendeckenden Breitbandausbau beschleunigt. Vielmehr ist es zunächst erforderlich, die tatsächliche Zahlungsbereitschaft in den einzelnen, bislang unterversorgten Regionen möglichst genau zu erfassen. Nur wenn diese erfasst werden kann und wenn sich dabei ein hinreichend großer Anteil potentieller Nutzer ergibt, die bereit sind einen ausreichend hohen Preis zu zahlen, könnte der flächendeckende Ausbau tatsächlich beschleunigt werden.

Im Gegensatz zu einem auf Marktkräften und Preisdiskriminierung basierenden Infrastrukturausbau könnte die flächendeckende Versorgung auch durch Einführung einer Universaldienstverpflichtung realisiert werden. Hierzu müsste die oben berechnete, negative Produzentenrente durch eine separate Finanzierung ausgeglichen werden. Für eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse müssten dann allerdings noch weitere, spezifische Kosten bewertet werden. Dies sind insbesondere Bürokratiekosten sowie Effizienzverluste infolge der spezifischen Ausgestaltung der Universaldienstverpflichtung, insbesondere im Zusammenhang mit ihrer Finanzierung (DIW econ 2011).

Ferner könnte eine flächendeckende Breitbandversorgung durch Querfinanzierung der Ausbaukosten mit den Erträgen aus anderen Aktivitäten der Telekommunikationswirtschaft erfolgen, sofern dies angeordnet beziehungsweise vorgegeben werden kann. Ein Beispiel hierfür ist die Versteigerung der Frequenzen aus der sogenannten Digitalen Dividende im Frühjahr 2010, wobei der Zuschlag im 800-MHz-Bereich unter der Auflage erteilt wurde, vor einem Ausbau der breitbandigen LTE-Technologie in Ballungsgebieten zunächst bestimmte, bislang nicht versorgte Gebiete im ländlichen Raum zu versorgen (Bundesnetzagentur 2009). Auf diese Weise wurde bewusst auf einen Teil der Einnahmen aus der Versteigerung verzichtet, um dafür die Breitbandversorgung in benachteiligten Gebieten zu verbessern.¹²

12 Auf Basis einer Gemeindefliste der Bundesnetzagentur lässt sich der Einfluss dieser Regulierungsmaßnahme auf die Unterversorgung mit Breitbandzugängen mit mindestens 2 Mbps in Deutschland abschätzen. Im Ergebnis sinkt die Anzahl der unversorgten Haushalte in Westdeutschland auf 1,6 Millionen und in Ostdeutschland auf 0,5 Millionen. Als Kosten für den Breitbandausbau in den darüber hinaus unversorgten Regionen fallen dann noch etwa 540 Millionen Euro an (DIW econ 2011).

Eine letzte Option könnte schließlich darin bestehen, keine regulativen Eingriffe durchzuführen und stattdessen auf einen schrittweise flächendeckenden Ausbau im Zuge des technischen Fortschritts und der damit einhergehenden flächenmäßigen Ausbreitung etablierter Technologien und Infrastrukturen zu setzen. Während diese Strategie somit keine direkten Effizienzverluste auslöst, können mögliche Kosten vor allem in zeitlicher Verzögerung und somit entgangenem Nutzen bestehen.

6 Fazit

Dieser Beitrag beleuchtet die volkswirtschaftlichen Effekte eines flächendeckenden Ausbaus der Breitbandinfrastruktur in Deutschland. Breitband wird dazu als Downloadgeschwindigkeit von mindestens 2 Mbps definiert, die der überwiegenden Mehrzahl der Nutzer in Deutschland aktuell zur Verfügung steht. Auf Basis des Breitbandatlases des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie wird zunächst die aktuelle Versorgungssituation mit breitbandigen Internetzugängen abgeschätzt. Etwa 3,9 Millionen Haushalte in Deutschland haben aufgrund fehlender Infrastruktur keine Möglichkeit, einen Internetzugang mit mindestens 2 Mbps zu nutzen. Aufbauend auf der Anzahl der unversorgten Haushalte und den durchschnittlichen Anschlusskosten pro Haushalt wurden die Kosten eines flächendeckenden Ausbaus der Breitbandinfrastruktur auf etwa eine Milliarde Euro geschätzt.

Im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse ergibt sich eine deutlich positive Konsumentenrente, jedoch auch eine negative Produzentenrente. Eine gesamtwirtschaftliche Analyse zeigt, dass über die Auswirkungen auf die unmittelbar betroffenen Konsumenten und Produzenten hinaus signifikante, positive Wachstumseffekte auf das Bruttoinlandsprodukt zu erwarten sind. Diese liegen in der Größenordnung von 4,9 bis 8,2 Milliarden Euro und übertreffen damit die Investitionskosten deutlich.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die momentane Situation aus volkswirtschaftlicher Sicht ineffizient ist. Ein flächendeckender Ausbau der Breitbandinfrastruktur führt zwar zu volkswirtschaftlichen Gewinnen, ist aber aus Sicht der Breitbandanbieter zu den gegebenen Bedingungen betriebswirtschaftlich nicht rentabel. Als wirtschaftspolitische Handlungsoptionen werden Preisdiskriminierung in Verbindung mit regional differenzierter Zugangsregulierung, die Einführung einer Universaldienstverpflichtung, Vorgaben zur Quersubventionierung der Ausbaukosten durch Erträge aus anderen Aktivitäten sowie das bewusste Abwarten diskutiert. Grundsätzlich ist jede dieser Optionen auch mit Kosten verbunden, so dass keine allgemeingültigen Aussagen dazu getroffen werden können, welche Maßnahmen vorzuziehen sind. An dieser Stelle ist vor allem weitere empirische Arbeit nötig, um präzise Erkenntnisse zu den jeweiligen Kosten zu gewinnen.

Literaturverzeichnis

- ANGA (Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber)(2010): Wirtschaftsfaktor Kabel.
- Brandl Services (2010a): Machbarkeitsstudie: Breitbandlösungen für Markt Altdorf. [www.altDorf.de/Eigene_Dateien/breitband/machbarkeitsstudie_stadt_altDorf-oeffentlich_20100524.pdf?SID=cms25032011135620325128](http://www.alt Dorf.de/Eigene_Dateien/breitband/machbarkeitsstudie_stadt_altDorf-oeffentlich_20100524.pdf?SID=cms25032011135620325128)

- Brandl Services (2010b): Machbarkeitsstudie: Breitbandlösungen für Markt Altmannstein. www.altmannstein.de/Bilder/Aktuelles/Machbarkeitsstudie_Stadt_Altmannstein-oeffentlich_20100714.pdf
- Bundeskartellamt (BKartA) (2010): Hinweise zur wettbewerbsrechtlichen Bewertung von Kooperationen beim Glasfaserausbau in Deutschland, 19.01.2010. www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/download/pdf/Stellungnahmen/100119Hinweise_Breitbandkooperation.pdf
- Bundesnetzagentur (2011): Jahresbericht 2010.
- Bundeswirtschaftsministerium (2008): Breitband der Zukunft – Strategiepapier Breitband der Zukunft für Deutschland.
- Büllingen, F. und P. Stamm (2006): Potenziale alternativer Techniken zur bedarfsgerechten Versorgung mit Breitbandzugängen. WIK Endbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
- Cardona, M., A. Schwarz, B. Yurtoglu und C. Zulehner (2009): Demand estimation and market definition for broadband internet services. *Journal of Regulatory Economics*, 35, 70–95.
- COCOM (2011): COCOM11-10 Working Document – Draft Commission Recommendation on certain elements of the revised Universal Service Directive v. 5.5.2011. Mimeo.
- Czernich, N., O. Falck, T. Kretschmer und L. Woessmann (2011): Broadband Infrastructure and Economic Growth. *The Economic Journal*, 121 (May), 505–532.
- Der Gemeinderat spezial (2010): Breitbandausbau – Zukunft fürs Land. August.
- Der Gemeinderat (2011): Breitbandausbau – Anreize sollen das Wachstum fördern. 5/2011.
- Deutscher Bundestag (2010): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Tabea Rößner, Kerstin Andreae, Dr. Konstantin von Notz, weiterer Abgeordneter und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen.
- Dialog Consult (2010): VATM-Analyse Telekommunikationsmarkt.
- DIW econ (2011): Universaldienstverpflichtung für flächendeckenden Breitbandzugang in Deutschland. Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen. Berlin.
- Doose, A., D. Elixmann und S. Jay (2009): „Breitband/Bandbreite für alle“: Kosten und Finanzierung einer nationalen Infrastruktur. WIK Diskussionbeitrag Nr. 300.
- Elixmann, D., D. Ilic, K. Neumann und T. Plückerbaum (2008): The Economics of Next Generation Access. Final Report. WIK-Consult Report for the European Competitive Telecommunication Association (ECTA).
- Fornefeld, M., G. Delaunay und D. Elixmann (2008): The Impact of Broadband on Growth and Productivity. A study on behalf of the European Commission.
- Grimes, A., C. Ren und P. Stevens (2009): *The Need for Speed: Impacts of Internet Connectivity on Firm Productivity*, Motu Economic and Public Policy Research. Motu Working Paper 09-15.
- Jorgensen, D., M. Ho und K. Stiroh (2008): A retrospective look at the U.S. productivity growth resurgence. *Journal of Economic Perspectives*, 22 (1), 3–24.
- Katz, R., S. Vaterlaus, P. Zenhäusern und S. Suter (2010): The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy. *Intereconomics*, 45 (1), 26–34.
- LAN Consult Hamburg (2009): Machbarkeitsstudie: Breitbandige Internetanbindung in den Gemeinden des Amtsgebiets Kirchspielslandgemeinde. www.amt-heider-umland.de/fileadmin/kundendaten/pdf/Amt/Mach_barkeitsstudie_-_Breitbandige_Internetanbindung_-_Amt_KLG_Heider_Umland.pdf.
- Mecklenbräucker, C., P. Gaigg, E. Ruhle, W. Reichl, H. Malleck und M. Lundborg (2011): Frequenzverteilungsuntersuchung der möglichen Flexibilisierung im 900/1800 MHz Band.

- NONLINER Atlas (2010): www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2010/06/NONLINER2010.pdf
- Oswald, E. und G. Hildebrandt (2009): Machbarkeitsstudie zur Breitbandflächendeckung in der Gemeinde Bergkirchen. Fraunhofer Institut, Einrichtung Systeme der Kommunikationstechnik.
- Oswald, E., G. Hildebrandt und R. Knorr (2010): Breitbandzugang über Cu-Doppelader – Welche Zukunft hat DSL? Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK.
- Pohler, M., A. Bluschke, U. Hofmann, M. Matthews und J. Klingler (2008): Tiefenuntersuchung zur Breitbandinternetversorgung im ländlichen Raum. Studie im Auftrag des Sächsischen Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft und Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit.
- Polynomics (2010): *Internationaler Vergleich von Präferenzen für Telekomangebote*. Olten.
- Statistisches Bundesamt (2010): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2007, Input-Output-Rechnung. Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden.
- Stiroh, K. (2002): Information technology and the U.S. productivity revival: what do the industry data say? *American Economic Review*, 92 (5), 1559–1576.
- Tenbrock, S. (2011): *Systematisierung und Regulierungsnotwendigkeit von Glasfaserausbaukooperationen*. Arbeitspapiere des Instituts für Genossenschaftswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.