

Alles Regulierung oder was? Die Bedeutung der Nachfrageseite für eine wachstumsorientierte Telekommunikationspolitik*

42

Oliver Falck, Justus Haucap, Jürgen Kühling und Constantin Mang**

Die deutsche Telekommunikationspolitik hat in den letzten 15 Jahren vor allem durch angebotsseitige De- und Re-Regulierung viel erreicht: Drastisch sinkende Preise, zusätzliche Auswahl für Verbraucher, abnehmende Marktkonzentrationen, innovative Dienste und neue Netze kennzeichnen heute die TK-Branche. Die angebotsorientierte Politik hat entscheidend dazu beigetragen, dass heute ein Großteil der deutschen Haushalte einen Breitbandinternetanschluss besitzt. Doch während die Verfügbarkeit von schnellen Internetanschlüssen weiter steigt, entwickelt sich deren Nutzung weniger spektakulär. Damit sich durch das Internet auch weiterhin Wachstumsimpulse für unsere Wirtschaft entfalten können, sollte die Telekommunikationspolitik zukünftig stärker die Nachfrageseite im Blick haben und Wachstumshemmnisse für Technologien wie Cloud Computing, E-Health und E-Learning beseitigen.

Vor 15 Jahren wurden die Telekommunikationsmärkte in Deutschland liberalisiert. Liberalisierung, Digitalisierung und Vernetzung haben den Nachfragern erhebliche Vorteile beschert (vgl. z.B. Haucap und Coenen 2011) sowie signifikante Innovations- und Wachstumschancen für unsere Wirtschaft eröffnet. Informations- und Kommunikationstechnologien zählen heute zu den Schlüsseltechnologien des Landes und weisen ein erhebliches Innovationspotenzial auf. Insbesondere die Verbreitung von Breitbandinternet hat das Wachstum unserer Wirtschaft beflügelt. So zeigen Czernich et al. (2011) in einer Studie über 20 OECD-Länder für den Zeitraum von 1996 bis 2008, dass eine Erhöhung der Breitbandverbreitung um 10 Prozentpunkte zu einer Erhöhung der Wachstumsrate des Bruttoinlandsproduktes pro Kopf eines Landes um mindestens 0,9 Prozentpunkte führte.

Doch die extensive Diffusion des Internets in Form einer Erhöhung der reinen Anzahl an Breitbandanschlüssen scheint in Deutschland an ihre Grenzen zu stoßen. Abbildung 1 zeigt, dass wir uns im abflachenden Segment einer S-Kurve befinden, wie sie für die Diffusion neuer Technologien typisch ist. Anders als in den letzten zwei Jahrzehnten kann man daher nicht erwarten, dass durch den Anschluss neuer Haushalte an Breitbandinternet große Wachstumseffekte möglich sind. Man könnte meinen, dass die erste Wachstumswelle des Internets, die von Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen durch Dienste wie E-Mail, Suchmaschinen, Online-Jobbörsen und

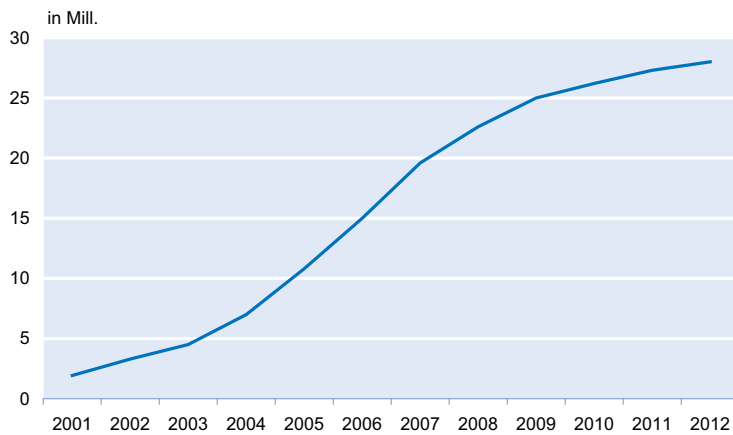
elektronische Marktplätze getrieben wurde, langsam abebbt. Dies bedeutet aber keineswegs, dass im Internet kein Innovations- und Wachstumspotenzial mehr steckt. Schließlich entwickeln sich die Qualität und die Geschwindigkeit der Anschlüsse weiter, wodurch neue Dienste entstehen, die Wachstumsimpulse auslösen können. Auf die extensive Diffusion folgt so die intensive Diffusion in Form der Verbreitung von immer schnelleren Anschlüssen, über die immer größere Datenvolumen transportiert werden können.

Während es Anfang 2005 noch so gut wie keine Internetanschlüsse mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mehr als 3 Mbit/s gab, haben heute 85% der Bevölkerung die Möglichkeit, einen doppelt so schnellen leitungsgebundenen Anschluss zu erhalten. Ein Anschluss mit

* Der vorliegende Beitrag geht zurück auf die Zusammenarbeit der Autoren im Rahmen der Studie »Wachstumsorientierte Telekommunikationspolitik Handlungsbedarf und -optionen«, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie verfasst wurde. Der Beitrag gibt ausschließlich die Auffassung der Autoren wieder.

** Prof. Dr. Oliver Falck ist Professor für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Empirische Innovationsökonomik, an der Ludwig-Maximilians-Universität München und stellvertretender Leiter des ifo Zentrums für Bildungs- und Innovationsökonomik. Prof. Dr. Justus Haucap ist Direktor des Düsseldorf Instituts für Wettbewerbsökonomie (DICE) an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf und Mitglied der Monopolkommission der Bundesregierung. Prof. Dr. Jürgen Kühling, LL.M., ist Inhaber des Lehrstuhls für Öffentliches Recht, Immobilienrecht, Infrastrukturrecht und Informationsrecht an der Fakultät für Rechtswissenschaften der Universität Regensburg und Mitglied des Wissenschaftlichen Arbeitskreises für Regulierungsfragen (WAR) der Bundesnetzagentur. Constantin Mang ist Junior Researcher am ifo Zentrum für Bildungs- und Innovationsökonomik.

Abb. 1
Anzahl der Breitbandanschlüsse in Deutschland



Quelle: Bundesnetzagentur (2012; 2013).

mindestens 16 Mbit/s ist für knapp 75% der Bevölkerung verfügbar, und jeder zweite kann einen Hochgeschwindigkeitsanschluss mit mindestens 50 Mbit/s erhalten. Rechnet man drahtlose Technologien hinzu, liegt die jeweilige Abdeckung sogar noch höher. Der Unterschied zwischen diesen Geschwindigkeiten ist für die Nutzung von Online-Diensten nicht unerheblich. Während mit einem 50 Mbit/s Anschluss die Synchronisation einer 10 MB großen Datei mit einem Cloud-Dienst wie Dropbox weniger als 2 Sekunden dauert, muss man bei einer langsamen 2 Mbit/s Leitung mindestens 40 Sekunden warten. Die Nutzung anderer Dienste, wie beispielsweise hochauflösende Videotelefonie, ist mit langsamen Anschlüssen überhaupt nicht möglich.

Die Nachfrageseite hinkt hinterher

Während die Verfügbarkeit schneller Internetzugänge rasant zugenommen hat, ist die Nachfrage nach hohen Anschlussgeschwindigkeiten weit weniger imposant gewachsen. So haben fast 70% aller leitungsgebundenen Internetanschlüsse in Deutschland eine Zugangsgeschwindigkeit von 6 Mbit/s oder weniger. Nur etwa 10% der Anschlüsse verfügen über eine Geschwindigkeit von mehr als 16 Mbit/s. Abbildung 2 stellt dar, wie sich die Verfügbarkeit und Nachfrage schneller Internetzugänge über die Zeit auseinanderentwickelt haben. Dies soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass in ländlichen Gebieten die Verfügbarkeit von schnellen Breitbandanschlüssen oft zu wünschen übrig lässt. Für einen Großteil der Bevölkerung sind jedoch hohe Anschlussgeschwindigkeiten

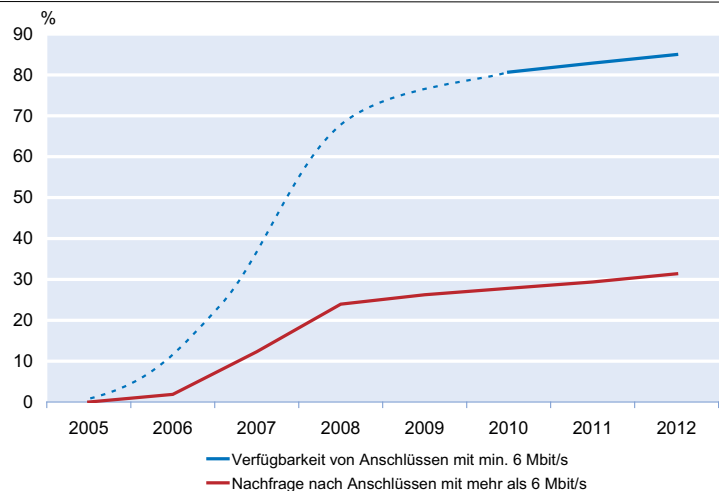
realisierbar, werden aber verhältnismäßig wenig nachgefragt.

Auch im Mobilfunk ist die Nachfrage nach LTE-Tarifen mit besonders schnellem Internetzugang bisher noch erstaunlich verhalten. Während mittlerweile über die Hälfte der Haushalte an ihrem Wohnort über eine LTE-Netzabdeckung verfügt, beträgt die Zahl der LTE-Kunden gerade einmal 1,12 Mill. Bei aktuell 40 Mill. Benutzern von mobilen Datendiensten erscheint der Anteil von unter 3% überraschend gering. Hinzu kommt, dass viele LTE-Kunden in ländlichen Regionen vor allem deshalb LTE-Tarife abschließen, weil der langsamere UMTS-Standard an ihrem Wohnort nicht verfügbar ist. Während in einigen Tarifen der Deutschen Telekom die LTE-Nutzung bereits inklusive

ist, kann sie in anderen Tarifen für rund 10 Euro im Monat hinzu gebucht werden. In Anbetracht einer vielfach schnelleren Internetgeschwindigkeit, scheint es unwahrscheinlich, dass alleine der Preis der Grund für die Zurückhaltung der Anwender ist.

Neben der Zugangsgeschwindigkeit ist auch die Nutzungsintensität ein wichtiges Maß dafür, den Fortschritt der intensiven Diffusion von Breitbandinternet zu beurteilen. Oft

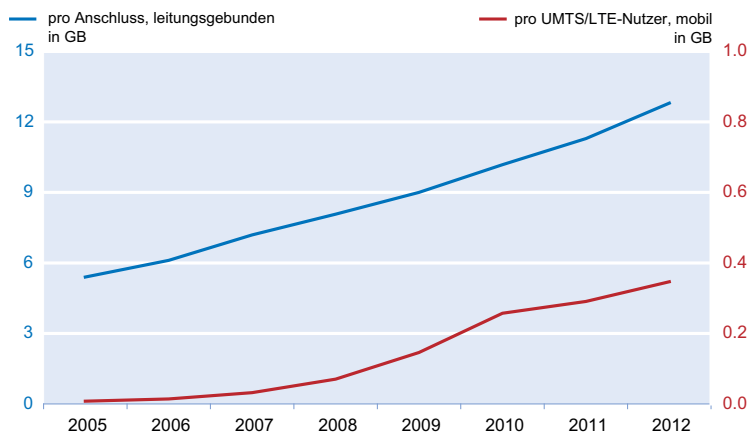
Abb. 2
Verfügbarkeit und Nutzung von Anschlüssen mit höheren Bandbreiten in Deutschland



Anmerkung: Daten zur Verfügbarkeit von leitungsgebundenen Breitbandtechnologien mit mindestens 6 Mbit/s von 2010 bis 2012 aus TÜV Rheinland (2012). T-DSL 6000 wurde von der Deutschen Telekom ab Juli 2005 angeboten. Daten zur Verfügbarkeit zwischen 2005 und 2010 sind interpoliert. Nachfrage nach Anschlüssen mit einer Downstream-Bandbreite von mehr als 6 Mbit/s von 2007 bis 2012 aus Dialog Consult und VATM (2012). Nachfrage nach Anschlüssen mit einer Geschwindigkeit von mindestens 6 Mbit/s aus Dialog Consult und VATM (2010).

Quelle: Darstellung der Autoren auf Basis von Daten aus TÜV Rheinland (2012) und Dialog Consult und VATM (2010; 2012).

Abb. 3
Durchschnittliches Datenvolumen im Monat



Quelle: Bundesnetzagentur (2012; 2013).

wird angenommen, dass in den vergangenen Jahren das Datenvolumen pro Nutzer exponentiell gestiegen sei.¹ Zwar ist das Datenvolumen tatsächlich angestiegen, allerdings lag dieses bei leitungsgebundenen Internetanschlüssen in den letzten Jahren bei stabilen 12% (vgl. Abb. 3). Es handelt sich hierbei also vielmehr um einen linearen Wachstumsprozess und weniger um eine oft beschworene Explosion im Datenverkehr pro Nutzer.

Ähnliches gilt auch für das Datenvolumen im Mobilfunk. Nachdem sich dieses bis 2010 jährlich fast verdoppelt hat, lag es von 2010 bis 2012 im Schnitt bei jährlich 16%. Die Verlangsamung des Wachstums ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Mobilfunkanbieter in den letzten Jahren Datenlimits für ihre Verträge eingeführt haben. Trotz des verhaltenen Anstiegs des Datenvolumens pro Nutzer wird in den kommenden Jahren das Gesamtvolumen im Mobilfunknetz deutlich ansteigen. Schätzungen gehen von einem jährlichen Wachstum von 60% aus. Dies ist jedoch auch auf die extensive Diffusion von internetfähigen Smartphones zurückzuführen, welche im Gegensatz zur Diffusion der leitungsgebundenen Anschlüsse weiterhin stark zunimmt. Auf die einzelnen Nutzer heruntergebrochen, kann ein weniger starkes Wachstum des Datenvolumens angenommen werden.

Unterhaltungsangebote treiben das Datenvolumen

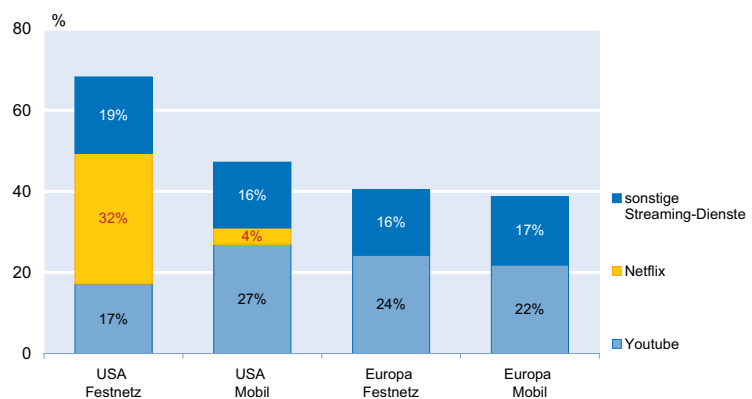
In Anbetracht der recht verhaltenen Nachfrage nach schnellen Internetanschlüssen und eines nicht gerade explosionsartigen An-

stiegs des Datenvolumens pro Nutzer stellt sich die Frage, woher die Zurückhaltung der Internetnutzer rührt. Eine mögliche Erklärung ist, dass noch zu wenige überzeugende Anwendungen existieren, die besonders schnelles Internet erfordern. Es lohnt sich daher, nicht nur das Volumen, sondern auch den Inhalt des Datenverkehrs im Internet näher zu betrachten. Dabei lässt sich feststellen, dass der bei weitem größte Anteil des Volumens auf Unterhaltungsangebote entfällt. Abbildung 4 stellt den Anteil von Streaming-Diensten am gesamten Datenverkehr zu Stoßzeiten dar. Es zeigt sich, dass in Europa sowohl im Festnetz als auch im Mobilfunknetz ungefähr 40% des Datenverkehrs auf diese Dienste entfallen. Allein der Anteil von Youtube liegt bei rund 25%. In den USA

beträgt der Anteil von Unterhaltungsangeboten im Festnetz sogar knapp 70%. Es scheint, als sei der Unterschied zum europäischen Festnetz vor allem durch Netflix, einem Streaming-Dienst für Filme und Serien, getrieben. In Europa ist dieser Dienst bislang nur in Großbritannien, Irland und seit kurzem in Skandinavien verfügbar.

Geht man davon aus, dass die Nachfrage nach schnellen Anschlüssen und hohen Datenvolumen vor allem auf Unterhaltungsdienste zurückzuführen ist, könnte dies zu einem Teil die Zurückhaltung der Verbraucher erklären. Internetbenutzer mit Satelliten- oder Kabelfernsehen sehen eventuell nur einen geringen Nutzen darin, ihren Fernsehkonsum auf internetbasierte Dienste umzustellen. Fraglich ist auch, ob eine solche Substitution gesamtwirtschaftlich einen großen Nutzen mit sich bringen würde. Die großen Wachstumseffekte, die in den letzten Jahrzehnten durch die Verbreitung des Internets erzielt wurden, gehen wohl in erster Linie auf Effizienzgewinne und eine Verringerung von Kos-

Abb. 4
Anteil von Unterhaltungsdiensten am Downstream-Datenvolumen zu Stoßzeiten



Quelle: Sandvine (2013).

¹ So schreibt etwa Erber (2013): »Analog zu Moore's Gesetz wächst ja der Bandbreitenbedarf exponentiell.«

ten zur Informationsbeschaffung, Kommunikation und Vernetzung zurück. Dagegen erscheint es fraglich, ob wir ähnliche Wachstumseffekte vom Konsum datenintensiver YouTube-Videos erwarten können.

Anwendungen mit hohem Wachstumspotenzial

Doch besteht die Zukunft des Internets nur aus Unterhaltungsangeboten? Hat das Internet etwa seine Rolle als Wachstumstreiber verloren? Aktuelle Entwicklungen der Branche sprechen dagegen. In zahlreichen Bereichen scheint das Internet bisher nur an der Oberfläche seines tatsächlichen Potenzials gekratzt zu haben. Beispielhaft soll hier auf drei Anwendungsbereiche eingegangen werden: Cloud Computing, E-Health und E-Learning. Als Querschnittstechnologie kommt Cloud Computing eine wirtschaftlich besonders wichtige Rolle zu. Bei E-Health und E-Learning handelt es sich um Bereiche, in denen die traditionelle und digitale Welt noch erstaunlich wenig zusammengewachsen sind, obwohl gerade in diesen Bereichen die wirtschaftlichen und gesellschaftspolitischen Potenziale beträchtlich erscheinen.

Cloud Computing ermöglicht es, Daten statt auf lokalen Geräten im Internet flexibel zu speichern, zu verwalten und zu verarbeiten. Neben entsprechender Infrastruktur kann so auch Software nach Bedarf über das Internet genutzt werden, ohne dass diese lokal installiert werden muss. Private Nutzer von Cloud-Diensten profitieren von einer besseren Datensicherung, der Synchronisation von Daten auf unterschiedlichen Endgeräten und der leichteren Kollaboration mit anderen Nutzern. Für Unternehmen birgt die Technologie erhebliche Effizienzpotenziale, da weit weniger physische IT-Infrastruktur vorgehalten werden muss und flexibel auf den tatsächlichen Bedarf reagiert werden kann. Doch nicht nur diese Variabilisierung der vormals fixen Kosten, sondern auch die flexiblere Skalierbarkeit eröffnet besonders Startups und mittelständischen Unternehmen neue Chancen. Einer Schätzung der Europäischen Kommission zufolge, könnte das BIP in der EU durch Cloud Computing zwischen 2015 und 2020 um fast 600 Mrd. Euro gesteigert werden (vgl. Bradshaw et al. 2012).

Auch das wirtschaftliche Potenzial von E-Health ist beträchtlich. Die Anwendung neuer Technologien im Gesundheitswesen kann dazu dienen, einen verbesserten Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Akteuren, wie Ärzten, Therapeuten, Apothekern und Patienten, sicherzustellen. So kann eine bessere und umfassendere medizinische Versorgung gewährleistet und gleichzeitig die Effizienz im Gesundheitssystem erhöht werden. Hinzu kommen Anwendungen wie das Telemonitoring, das Patienten durch eine internetbasierte Übermittlung ihrer Vitaldaten ermöglicht, Krankenhausaufenthalte zu verkürzen und Arzt-

besuche zu reduzieren. Insbesondere in ländlichen Regionen kann so durch ein eigenständigeres Leben zu Hause nicht nur die Lebensqualität von Patienten und Angehörigen gesteigert, sondern auch der Kostenaufwand reduziert werden.

Im Bereich der Bildung haben neue Technologien rund um das Internet ein besonders großes Potenzial, grundlegende Veränderungen herbeizuführen. Betrachtet man, wie sich seit der industriellen Revolution die Produktion sämtlicher Güter und Dienstleistungen verändert hat, so ist fast erschreckend, dass es in der »Bildungsproduktion« nur wenige umwälzende Innovationen gab. Doch mit dem Internet scheint sich dies langsam zu ändern. So sind an Hochschulen sogenannte Massive Open Online Courses (MOOCs) in aller Munde. Hierbei handelt es sich um frei zugängliche virtuelle Hochschulkurse, die maßgeblich durch Videos, Online-Tests und andere interaktive Elemente geprägt sind. Auch im Bereich der Fort- und Weiterbildung setzen immer mehr Unternehmen auf E-Learning. In der Schulbildung hingegen scheint dieser Wandel nur sehr zögerlich voranzuschreiten. Dabei könnte gerade hier den gesellschaftlichen Herausforderungen wie Integration, Inklusion und Chancengleichheit durch stärker individualisierbares Lernen mit Hilfe neuer Technologien begegnet werden. Da Bildung die langfristig wichtigste Determinante unseres Wirtschaftswachstums ist, können Verbesserungen in der Bildungsproduktion große Wachstumseffekte entfalten.

Wachstumshemmnisse und die Perspektiven der Telekommunikationspolitik

Cloud Computing, E-Health und E-Learning stellen drei Anwendungsbereiche dar, die erst durch eine hohe Verbreitung von schnellem Internet ihr wirtschaftliches Potenzial entfalten können. Andererseits kann durch überzeugende Anwendungen aus diesen Bereichen die Nachfrage nach schnellen Internetanschlüssen stimuliert werden. Trotzdem hinkt die Verbreitung solcher Dienste in Deutschland hinterher. Die Gründe hierfür sind vielschichtig und gehen über die klassische Regulierung von Telekommunikationsmärkten weit hinaus. Ein wesentliches Wachstumshemmnis für Cloud Computing besteht beispielsweise in der datenschutzrechtlichen Komplexität und der dadurch bedingten Rechtsunsicherheit, die in Deutschland stärker ausgeprägt ist als in Ländern wie den USA. Hier bestehen im Übrigen umgekehrt Potenziale einer offensiven Vermarktung eines starken deutschen (und europäischen) Datenschutzes. Im Bereich E-Health bestehen zahlreiche Anreizprobleme innerhalb des Gesundheitswesens, die eine weitere Verbreitung behindern. Hinzu kommen ungenügende Anwenderkompetenzen, mangelnde Akzeptanz und die Unsicherheit des einschlägigen Rechtsrahmens, die zu einer Zurückhaltung der beteiligten Akteu-

re führt. Die Verbreitung von E-Learning wird durch oft mangelhafte Infrastruktur, unzureichende Ausbildung der Lehrpersonen, schwache Anreize und – auch als Konsequenz daraus – fehlende digitale Inhalte beschränkt.

Eine wachstumsorientierte Telekommunikationspolitik sollte die Hemmnisse auf der Anwendungsseite ernst nehmen. Denn ohne entsprechende Angebote wird sich die Nachfrage nach schnellen Internetanschlüssen nur verhalten entwickeln. Dabei sind Unterhaltungsangebote zwar die bisher beliebtesten Anwendungen für schnelles Internet, Wachstumseffekte sind jedoch eher von anderen Anwendungen zu erwarten. Um Hemmnisse für die Verbreitung solcher Anwendungen zu beseitigen, ist ein umfassender Politikansatz notwendig, der sowohl unterschiedliche Sektoren (z.B. Gesundheit, Bildung, Energie und Verkehr) als auch verschiedene politische Ebenen (EU, Bund, Länder und Kommunen) umspannt.

Dies bedeutet nicht, dass die klassische angebotsseitige Telekommunikationspolitik ausgedient hat. Ganz im Gegenteil kommen auch hier durch neue Entwicklungen, wie dem sogenannten Vectoring, immer neue Herausforderungen auf die Regulierung zu. Insgesamt scheint jedoch die derzeitige Regulierungspolitik ein gutes Gleichgewicht aus einem stärkeren Fokus auf dynamische Effizienz, ergänzenden kostensenkenden Zugangsvorschriften und einer nachlaufenden lückenschließenden Breitbandförderung gefunden zu haben. Mit dem im letzten Jahr verabschiedeten Telekommunikationsgesetz (TKG) wurden außerdem neue Steuerungsmöglichkeiten für die Bundesnetzagentur geschaffen, welche die regulatorischen Unsicherheiten verringern und dadurch Investitionsanreize erhöhen können. Auch die jüngsten Äußerungen von EU-Kommissarin Neelie Kroes (2012) bezüglich der Berücksichtigung von Investitionsrisiken bei der Entgeltregulierung tragen zu einem investitionsfreundlichem Regulierungsklima bei. Ein weiterer legislativer Handlungsbedarf ist auf Regulierungsseite nicht zu erkennen.

Aus diesem Grund sollte anstelle einer immer kleinteiligeren und weitreichenderen angebotsseitigen Regulierung, wie sie aktuell im Vorschlag der EU-Kommission für eine Kostensenkungsverordnung (Europäische Kommission 2013) diskutiert wird, die Nachfrageseite stärker in den Fokus der Politik rücken. Denn je mehr die extensive Diffusion von Breitbandinternet ihre Sättigungsgrenze erreicht und ein Mindestmaß an Breitbandversorgung in der Fläche sichergestellt ist, desto mehr muss die intensive Diffusion und damit die Verbreitung höherer Anschlussgeschwindigkeiten unterstützt werden. Dies kann nur mit Hilfe einer sektorübergreifenden Telekommunikationspolitik gelingen, die neben den angebotsseitigen auch die nachfrageseitigen Hemmnisse beseitigt.

Literatur

Bradshaw, D., G. Folco, G. Cattaneo und M. Kolding (2011), *Quantitative Estimates of the Demand for Cloud Computing in Europe and the Likely Barriers to Uptake*, IDC, online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/information_society/activities/cloudcomputing/docs/quantitative_estimates.pdf.

Bundesnetzagentur (2012), *Jahresbericht 2011*, Bonn.

Bundesnetzagentur (2013), *Jahresbericht 2012 – Energie, Kommunikation, Mobilität: Gemeinsam den Ausbau gestalten*, Bonn.

Czernich, N., O. Falck, T. Kretschmer und L. Woessmann (2011), »Broadband Infrastructure and Economic Growth«, *Economic Journal*, 505–532.

Dialog Consult und VATM (2010), *12. gemeinsame TK-Marktanalyse 2010*, online verfügbar unter: http://www.vatm.de/fileadmin/publikationen/studien/2010_TK-Marktstudie.pdf.

Dialog Consult und VATM (2012), *14. TK-Marktanalyse Deutschland 2012*, online verfügbar unter: <http://www.vatm.de/fileadmin/publikationen/studien/tk-marktstudie-2012.pdf>.

Erber, G. (2013), »Das Ende der DSL-Flatrate führt zum Ende der Cloud«, *DIW Wochenbericht* (19), 20.

Europäische Kommission (2013), *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on measures to reduce the cost of deploying high-speed electronic communications networks COM (2013) 147 final*, Brüssel.

Haucap, J. und M. Coenen (2011), »Regulierung und Deregulierung in Telekommunikationsmärkten: Theorie und Praxis«, in: S. Bechtold, J. Jickeli und M. Rohe (Hrsg.), *Recht, Ordnung und Wettbewerb: Festschrift zum 70. Geburtstag von Wernhard Möschel*, Nomos Verlag, Baden-Baden, 1005–1026.

Kroes, N. (2012), *Ein attraktiveres Umfeld für Breitband-Investitionen schaffen – Erklärung von Vizepräsidentin Kroes*, online verfügbar unter: http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-554_de.htm, aufgerufen am 10. Juli 2013.

Sandvine (2013), *Global Internet Phenomena Report 1H 2013*, online verfügbar unter: http://www.sandvine.com/downloads/documents/Phenomena_1H_2013/Sandvine_Global_Internet_Phenomena_Report_1H_2013.pdf.

TÜV Rheinland (2012), *Bericht zum Breitbandatlas Ende 2012 im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)*, Berlin.