



Informationsgesellschaft 2010

Konvergenz der Medien

IT-basierte öffentliche Dienste

Sicherheit und Vertrauen

Hightech-Strategie

IuK im Mittelstand

IKT und Gesundheit

Verbraucherfreundliche IT

E-Justice

Dritter Nationaler IT-Gipfel

Breitband der Zukunft

Strategiepapier Breitband der Zukunft für Deutschland

Redaktion

Projektgruppe Breitband der Zukunft
in der IT Gipfel Arbeitsgruppe 2 „Konvergenz der Medien –
Zukunft der Netze und Dienste“

Gestaltung und Produktion

PRpetuum GmbH, München

Druck

Peschke Druck GmbH, München

Bildnachweis

Maksim Filipchuk – Fotolia (Titel)

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit/IA8
10115 Berlin
www.bmwi.de

Stand

November 2008



Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie eGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Dritter Nationaler IT-Gipfel

Breitband der Zukunft

Strategiepapier Breitband der Zukunft für Deutschland

Inhalt

1.	Zusammenfassung/Hauptaussagen	4
2.	Breitband als Motor des Wandels von Wirtschaft und Gesellschaft	6
3.	Breitbandentwicklung in Deutschland	8
3.1	Grenzen des Anschlusswachstums	8
3.2	Verkehrsvolumen und Bandbreitenbedarf steigen weiter an	9
3.3	Mobile Breitbanddienste werden immer wichtiger	11
4.	Breitbandige Zukunftstechnologien	12
4.1	Bemerkungen zum Bandbreitenwachstum im Netz	12
4.1.1	Breitband als Basis für wirtschaftliches und soziales Wachstum	12
4.1.2	Bandbreitenbedarf in der Zukunft	12
4.1.3	Auswirkungen der Bandbreitenversorgung auf die Umwelt	13
4.2	Kupferanschlusstechnologie	14
4.2.1	Kurze Beschreibung der Technologie	14
4.2.2	Was tun die Unternehmen heute?	15
4.2.3	Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung	15
4.3	Koaxialanschlusstechnologie	15
4.3.1	Kurze Beschreibung der Technologie	15
4.3.2	Was tun die Unternehmen heute?	16
4.3.3	Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung	16
4.4	Glasfaseranschlusstechnologien	16
4.4.1	Kurze Beschreibung der Technologien	16
4.4.2	Was tun die Unternehmen heute?	17
4.4.3	Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung	17
4.5	Funktechnologien	17
4.5.1	Kurze Beschreibung der Technologien	17
4.5.2	Die Technik heute und die Entwicklungspotenziale	18
4.5.3	Was tun die Unternehmen heute?	18
4.5.3.1	Breitbandpilotbetrieb Berlin-Brandenburg	19
4.5.3.2	Mobile Breitbandversorgung am Beispiel der Slowakei	19
4.5.4	Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung	19
4.6	Sonstige Anschlusstechnologien	21
4.6.1	Kurze Beschreibung der Technologien	21
4.6.2	Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung	21

5.	Hausverteil- und Wohnungsnetze	22
5.1	Steigbereich	22
5.2	Wohnungsnetze	23
6.	Politische Rahmenbedingungen für die Breitbandentwicklung	26
6.1	Wie die Politik den Ausbau flächendeckender Breitband-Infrastrukturen unterstützen kann	26
6.2	Warum der Universaldienst keine Lösung für die flächendeckende Breitbandversorgung ist	28
6.3	Frequenzpolitik im Wandel – Handlungsnotwendigkeiten und Optionen	29
6.3.1	Heutiges Frequenzmanagement	29
6.3.2	Europäische Frequenzpolitik im Wandel – die Basis ist gelegt	29
6.3.3	Nationale Frequenzpolitik – Umsetzung muss noch erfolgen	29
6.3.4	Auskömmliches Miteinander – Sicherheit für den Rundfunk und Perspektive für den Mobilfunk	30
6.3.5	Notwendige nächste Schritte	30
6.4	Weitere Rahmenbedingungen für die Breitbandentwicklung	31
	Anlage 1: Breitband-Aktivitäten der Flächenländer, Tabellarische Kurzübersicht	32
	Anlage 2: Glossar	36
	Anlage 3: Übersicht der Beteiligten und der Unternehmen	39
	Abbildungsverzeichnis	40
	Tabellenverzeichnis	40
	Anlagenverzeichnis	40

1. Zusammenfassung/Hauptaussagen

Das vorliegende Strategiepapier wurde in der Projektgruppe „Breitband der Zukunft“¹ der Arbeitsgruppe 2 zum IT-Gipfel in einer bislang einmaligen Zusammenarbeit von Wirtschaft und Politik erarbeitet. Ziel war es, erstmals einen gemeinsamen und interessensübergreifenden Status zum Thema Breitband zu geben. Die Arbeit an diesem Papier orientierte sich dabei an zwei zentralen Thesen:

1. Deutschland braucht eine Breitbandstrategie für die Zukunft. Deren Ziel ist es, neben der Flächenversorgung auch einen Handlungsrahmen für höhere Bandbreiten zu entwickeln. Dafür müssen Politik und Wirtschaft zukünftig stärker an einem Strang ziehen.
2. Deutschland verfügt bereits grundsätzlich über verschiedene Netzzugangstechnologien, mit denen mobile und leitungsgebundene Breitbandnetze der nächsten Generation realisiert werden können. Allerdings müssen noch zwei Grundvoraussetzungen erfüllt werden: Die Glasfaserinfrastruktur muss weiter ausgebaut werden. Außerdem ist eine effiziente Nutzung von Frequenzen unterhalb 1 GHz eine wichtige Voraussetzung für den flächendeckenden Ausbau von funkgestützten Breitbandnetzen zur stationären und mobilen Versorgung.

In allen Lebensbereichen der Bürger, in der Politik und der Wirtschaft wuchs in den letzten Jahren die Bedeutung und die Nutzung des Internets. Einhergehend damit entwickelte sich das Breitband-Internet in Deutschland rasant. Der Zuwachs bei DSL-Anschlüssen ist der höchste in Europa. Einen starken Anstieg gibt es auch bei der Breitbandnutzung über TV-Kabelnetze und Mobilfunknetze. Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht in Sicht. Glasfasernetze und die nächste Mobilfunkgeneration LTE (Long Term Evolution) mit wesentlich höheren Übertragungsraten bestimmen zunehmend die Zukunft der Breitbandkommunikation.

Politik und Wirtschaft sind sich darin einig, dass die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industrienation Deutschland maßgeblich von ihrer Weiterentwicklung zu einer modernen Informationsgesellschaft – und damit vom Auf- und Ausbau einer leistungsfähigen Kommunikationsinfrastruktur – abhängig ist. Die dafür benötigte Basisinfrastruktur hat inzwischen mindestens die gleiche Bedeutung erlangt, wie die anderen klassischen Netze, sei es bei der Bahn oder der Energieversorgung. Deutschland steht jetzt vor der Herausforderung, auf der Grundlage der vielfältigen, gleichberechtigten Technologien einen bedarfsgerechten und zukunftssichernden Ausbau der bestehenden Infrastrukturen zu gewährleisten. Darüber hinaus sind Strategien zu entwickeln, die eine Umsetzung von technischen Innovationen und die sinnvolle Bündelung der Wirtschafts- und Investitionskraft aller in Deutschland beteiligten Branchen berücksichtigt. Mögliche Synergien zwischen heute unabhängigen Wirtschaftsbereichen und Bund, Ländern und Kommunen müssen ebenfalls erschlossen werden, um die rasant steigende Nachfrage nach höheren Bandbreiten, die weit über 2Mbit/s hinausgehen, kosteneffizient abdecken zu können.

¹Mitwirkende der Projektgruppe siehe Anlage 2

Einhergehend mit den Innovationen bei Technologien und Diensten ist eine kluge Vorgehensweise auch im europäischen Kontext zur Nutzung von freiwerdenden Rundfunkfrequenzen für eine optimale Breitbandversorgung eine besondere Herausforderung. Dabei sollte die Möglichkeit eines ausgewogenen Nebeneinanders von Rundfunk- und Breitbandkommunikation über die unterschiedlichen Verbreitungswege im Vordergrund der Entscheidungsfindung stehen.

Die aufgezeigten Entwicklungen müssen durch die europäische und nationale Regulierungspolitik begleitet und unterstützt werden, indem Investitions- und Rechtssicherheit für alle Akteure oberstes Gebot sind. Aber auch die Schaffung von wettbewerbsfördernden Rahmenbedingungen und die Moderation über die Herausforderungen der Medienkonvergenz zwischen Telekommunikations- und Mediensektor haben einen sehr hohen Stellenwert.

Der Aufbau und die Vermarktung von Breitbandinfrastrukturen wird zusammen mit neuen Services von den Marktteilnehmern im Wettbewerb vorangetrieben. Neben den Investoren engagieren sich in diesem Prozess heute aber auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, die Bundesländer sowie die Verbände und Initiativen, um die gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung von Breitband zu verdeutlichen und wachstumshemmende Barrieren zu beheben.

Auf Grundlage der dargestellten Analyse und Strategie ist die Entwicklung der Breitbandinfrastrukturen in Deutschland eine entscheidende Voraussetzung für die in der Arbeitsgruppe 2 im Fokus stehenden Themen „Konvergenz der Medien – Zukunft der Netze und Dienste“.

2. Breitband als Motor des Wandels von Wirtschaft und Gesellschaft

Das Internet hat in den letzten Jahren die Art wie wir arbeiten, wie wir einkaufen, wie wir uns informieren, wie wir lernen und wie wir miteinander kommunizieren stark verändert. Dies gilt sowohl im geschäftlichen, als auch im privaten Umfeld. Der Einfluss auf den Wandel der Wirtschaft, aber auch der Gesellschaft ist unbestreitbar. Dies wird deutlich, wenn man versucht, sich den beruflichen und privaten Alltag ohne Internet und IKT-Technologien vorzustellen. Der überwiegende Teil der Wirtschaft käme zum Erliegen: Die meisten Unternehmen müssten ihren Betrieb einstellen. Die Finanzmärkte blieben geschlossen. Die öffentliche Verwaltung, die Gesundheitsversorgung und der öffentliche Nahverkehr würden zusammenbrechen. Flugzeuge könnten nicht starten und Autos blieben im Stau stecken. Kurzum: Breitband-Technologien bilden in immer mehr Bereichen direkt oder indirekt eine wesentliche Grundlage für das Funktionieren von Wirtschaft und Gesellschaft. Die flächendeckende Versorgung mit schnellen Internetzugängen zählt daher zur unverzichtbaren Basisinfrastruktur unserer modernen Informationsgesellschaft.

Das World Wide Web mit seinen Inhalten und Diensten jederzeit und überall nutzen zu können, das ist die Idealvorstellung aus Sicht der Nutzer. Je näher wir diesem Ziel des allseits und allzeit verfügbaren schnellen Internets kommen, umso attraktiver wird es für Wirtschaft und Verwaltung, Dienste im Netz anzubieten und umso attraktiver wird das World Wide Web wiederum für die Nutzer.

Der OECD² zufolge sind die Informations- und Kommunikationstechnologien die wichtigste Antriebskraft des Wirtschaftswachstums und Breitband wahrscheinlich die derzeit wichtigste bereichsübergreifende Entwicklung auf diesem Gebiet. Die Nutzung moderner Kommunikationsinfrastrukturen ermöglicht eine Optimierung von Prozessen in Wirtschaft und Verwaltung und führt so zu Wachstumseffekten. Außerdem entstehen neue Dienste, bestehende werden intensiver genutzt. Damit können die Breitbandtechnologien den Strukturwandel nachhaltig unterstützen und langfristig die Leistungsfähigkeit eines Landes erhöhen. Im Vergleich zur früheren Einführung von anderen Basistechnologien wie Eisenbahn oder Elektrizität wird der Einfluss von Breitband-

technologien auf Wirtschaft und Gesellschaft stärker sein und sich deutlich schneller vollziehen.

Eine aktuelle Studie³ der Universität Münster zeigt: Das gesamtwirtschaftliche Wachstum durch Breitbandtechnologien könnte allein in Deutschland bis zum Jahr 2010 ein Marktvolumen von 50 Milliarden Euro erreichen. Neue Märkte werden im und durch das Internet erschlossen. Die Autoren der Studie gehen davon aus, dass sich bis zum Jahr 2015 der Anteil von Informationstechnologie und Kommunikation am Bruttoinlandsprodukt von ungefähr sieben Prozent im Jahr 2005 auf ca. zwölf Prozent fast verdoppeln wird.

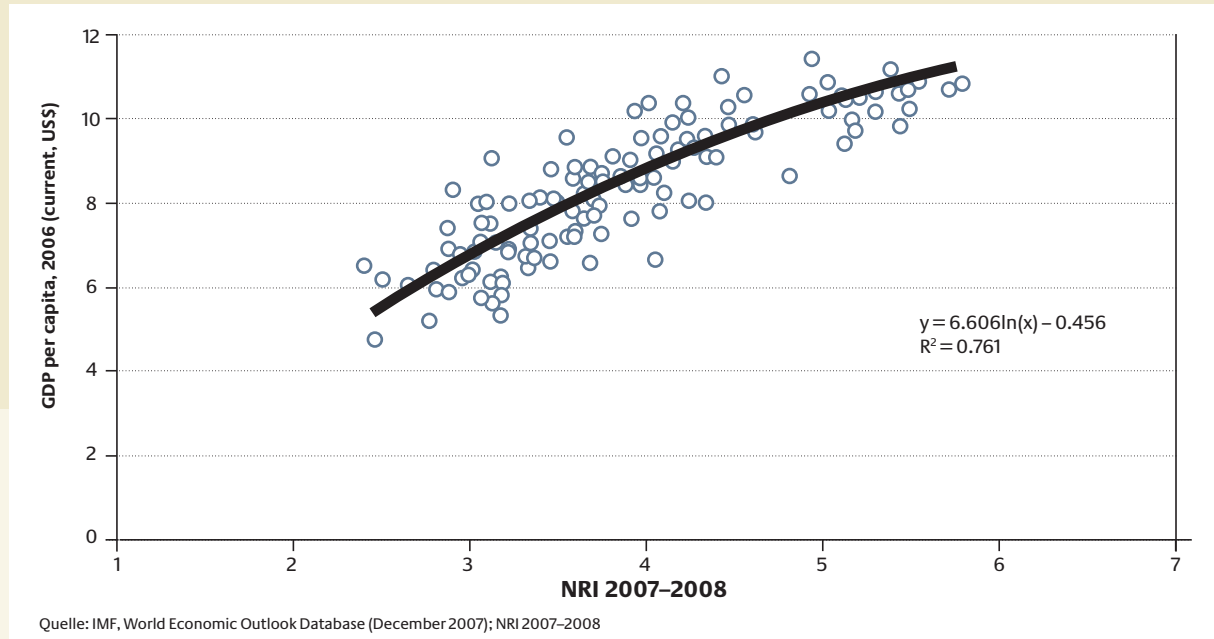
Überdies sorgt eine flächendeckende Versorgung mit breitbandigen Internetanwendungen für niedrigere Kosten und höhere Produktivität. Die OECD geht davon aus, dass das Breitbandinternet in den nächsten Jahren etwa ein Drittel zum gesamten Produktivitätszuwachs in den europäischen Staaten beitragen wird. Dadurch wird wiederum die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen gestärkt. Für ein rohstoffarmes und gleichzeitig mit hohen Lohnkosten operierendes Land wie Deutschland liegt in einer hervorragenden Infrastruktur ein wichtiger Wettbewerbsvorteil gegenüber konkurrierenden Volkswirtschaften. Eine exzellente Ausstattung mit modernen Kommunikationswegen ist ein entscheidender Faktor für den Zustrom von Investitionen, Forschungseinrichtungen und gut ausgebildeten Menschen nach Deutschland. Sie werden in ihrer Bedeutung durch die demographische Entwicklung und die Notwendigkeit des Umwelt- und Klimaschutz nur noch weiter gestärkt werden.

Die Verfügbarkeit breitbandiger Internetzugänge wird folglich immer mehr zu einer zentralen Voraussetzung, um im internationalen Standortwettbewerb mithalten zu können. Die enge Korrelation zwischen der Verfügbarkeit und Nutzung moderner IKT-Technologien und dem Bruttoinlandsprodukt belegt auch der Network-Readiness-Index (NRI) des World Economic Forums.⁴

Der Network-Readiness-Index sieht Deutschland auf Platz 16 von 127 untersuchten Ländern. Angeführt wird der Index von den nordischen Ländern, der Schweiz, den USA sowie Singapur, Niederlande und

²Broadband and the Economy (DSTI/ICCP/IE(2007)3/FINAL, OECD; ³Bedeutung der Infrastrukturen im internationalen Standortwettbewerb und ihre Lage in Deutschland; Centrum für angewandte Wirtschaftsforschung der Universität Münster, Mai 2008; ⁴The Global Information Technology Report 2007-2008, World Economic Forum

Bild 1: Korrelation zwischen Bruttonetozialprodukt und Network-Readiness-Index



Korea, die die Top Ten komplettieren. Gründe für das gute Abschneiden der nordischen Länder sind insbesondere das hervorragende Bildungssystem sowie die hohe Bereitschaft, neue Technologien anzunehmen und weiterzuentwickeln.

Nach einer aktuellen Untersuchung der EU⁵ zur Entwicklung der Informationsgesellschaft liegt Deutschland zwar oberhalb des EU-Durchschnitts (EU-27) – aber nicht mehr in der Spitzengruppe. Unterdurchschnittlich schneidet Deutschland dabei u. a. bei der Nutzung von E-Government in Unternehmen und im Bereich E-Health ab. Entsprechendes gilt für den Anteil der Personen mit hohen IKT- und Internetkenntnissen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Studie⁶ im Auftrage von Nokia Siemens Networks: Deutschland bewegt sich demnach im Mittelfeld der innovationsorientierten Länder. Insgesamt erzielt Deutschland die besten Ergebnisse in den eher traditionellen Technologiesektoren, wie Festnetz-Telefonie-Infrastruktur, PC-Verbreitung sowie Anschlussleitungen für Geschäftsdaten. Im Vergleich zu anderen innovationsorientierten Ländern liegt Deutschland bei Maßnahmen für IKT-Anwender und speziellen Mitarbeiterkompetenzen leicht zurück. Zudem bremsen „immaterielle Faktoren“ wie die relativ konservative Einstellung der Öffentlichkeit gegenüber dem Einsatz neuer Technologien die Entwicklung.

⁵Preparing Europe's digital future i2010 Mid-Term Review, COM(2008)199, April 2008; ⁶Connectivity Scorecard, created by Leonard Waverman, Professor of Economics at London Business School, durchgeführt unter seiner Leitung von dem Beratungsunternehmen LECG (aktualisierte Version, Mai 2008)

3. Breitbandentwicklung in Deutschland

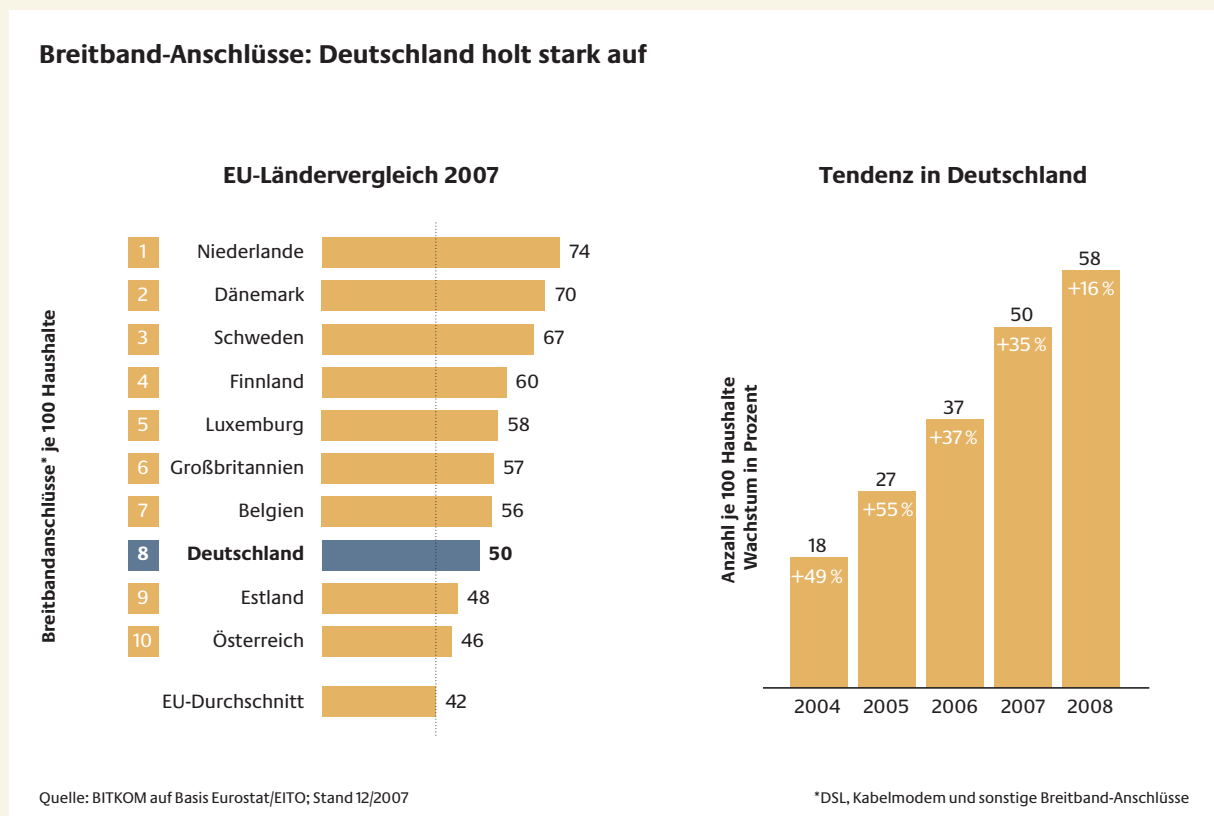
Deutschland hat in den vergangenen Jahren ein rasantes Wachstum bei der Verbreitung von Breitbandanschlüssen erzielt und über Jahre hinweg die höchsten absoluten Zuwächse bei DSL-Anschlüssen in Europa verzeichnet. Doch die Bundesrepublik ist kein reines DSL-Land mehr: Seit 2007 steigt die Zahl der Breitbandhaushalte über das TV-Kabel stark an. Deutschland ist durch diese Trends im europäischen Vergleich des Anteils der Breitbandanschlüsse im oberen Mittelfeld angelangt. Durch die gemeinsamen Anstrengungen von Wirtschaft und Politik ist es in den vergangenen Jahren gelungen, die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen auf über 98 Prozent aller Haushalte⁷ zu steigern. Davon können rund 70 Prozent einen Anschluss mit 2 Mbit/s oder besser erhalten⁸. In sechs vom BMWi geförderten Pilotprojekten wurden Möglichkeiten zur Versorgung ländlicher Regionen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass Versorgungslücken im ländlichen Raum in vielen Fällen schnell und ohne den Einsatz von Subventionen geschlossen werden können. Die

Lösungen basieren überwiegend auf Funktechnologien und sind für die Endkunden in Preis und Leistungsfähigkeit vergleichbar mit DSL-Angeboten in Ballungszentren. Die Ergebnisse, die auch als Vorbild für andere Kommunen dienen können, sind als Best-Practice-Beispiele über das Breitbandportal des BMWi (www.zukunft-breitband.de) zugänglich. Dort finden sich auch Checklisten für interessierte Kommunen, ein Überblick über alle nationalen und europäischen Fördermöglichkeiten sowie der Breitbandatlas, der u. a. auch ein Verzeichnis der regional tätigen Unternehmen enthält.

3.1 Grenzen des Anschlusswachstums

Allerdings verfügen aktuell nur rund 80 Prozent aller deutschen Privathaushalte über einen PC und nur 71 Prozent der Haushalte nutzen heute das Internet. Die Erschließung der so genannten Nonliner-Haushalte – Haushalte, die das Internet bislang überhaupt nicht nutzen – dürfte deutlich langwieriger sein als

Bild 2: Breitbandentwicklung in Deutschland und EU-Vergleich



⁷Basierend auf der Definition der EU mit Übertragungsraten größer als 128 kbit/s; in Deutschland de facto mindestens 384 kbit/s, da keine Angebote zwischen 128 und 384 kbit/s am Markt verfügbar sind. ⁸Quelle: Breitbandatlas des BMWi, siehe: www.zukunft-breitband.de

der Wechsel von Schmal- zu Breitbandanschlüssen. Die Grenzen des weiteren Breitbandwachstums sind damit absehbar. Spätestens ab 2010 ist mit einer deutlichen Verlangsamung des absoluten Wachstums bei den Anschlusszahlen zu rechnen.

3.2 Verkehrsvolumen und Bandbreitenbedarf steigen weiter an

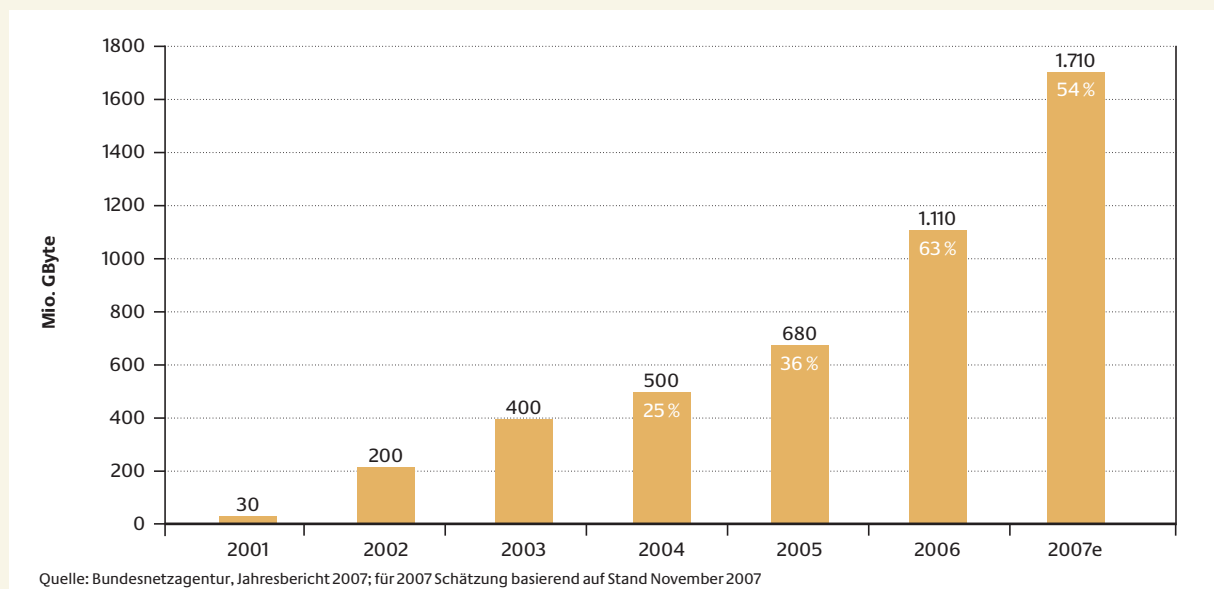
Parallel zum Wachstum der Breitbandanschlüsse sind in den letzten Jahren die Bandbreiten im Accessbereich kontinuierlich angestiegen. Anschlüsse mit „nur“ 1 oder 2 Mbit/s werden inzwischen kaum noch aktiv vermarktet.

Einhergehend auch mit einer intensiveren Nutzung des Internets hat sich das Breitband-Verkehrsvolumen in den letzten Jahren noch deutlich schneller entwickelt als das Teilnehmerwachstum. Nach einer Untersuchung von Cisco⁹ nimmt der IP-Verkehr in Westeuropa in 2008 um rund 70 Prozent zu und wird bis 2012 gegenüber 2007 – also innerhalb von fünf Jahren – auf das Achtfache anwachsen. Moderne Kommunikations- und Mediendienste, Web 2.0-Anwendungen, insbesondere aber Videoportale und Streaming-Angebote führen zu einem deutlichen Anstieg des Bandbreitenbedarfs und des Verkehrsvolumens bei den Nutzern.

So beginnen die notwendigen Datenübertragungsraten für hochauflösende Fernsehbilder ab etwa 20 Mbit/s. Insbesondere erfordern interaktive Dienste (z. B. Suche in Datenbanken, Austausch großer Dateien) symmetrische Anschlüsse mit hohen Bandbreiten in beiden Richtungen und kurzen Reaktionszeiten. Dies kann zu einem Bedarf nach Übertragungsraten von 1 Gbit/s und höher führen.

Aber auch in vielen anderen Anwendungsbereichen ist ein kontinuierlicher Anstieg der Datenvolumina zu verzeichnen. So haben sich beispielsweise die Auflösungen bei Digitalkameras in den letzten acht Jahren verfünffacht. Mit High-Dynamic- und High-Colour-Range sowie 3D stehen weitere Entwicklungen an der Schwelle zum Massenmarkt und insbesondere die zunehmende Verbreitung von hochauflösenden Videos (HD) wird die Datenvolumina weiter ansteigen lassen. Durch diese Entwicklung wird der Bandbreitenbedarf der Nutzer in den kommenden Jahren weiter kontinuierlich zunehmen.

Bild 3: Breitbandverkehrsvolumen in Deutschland und Wachstum in Prozent

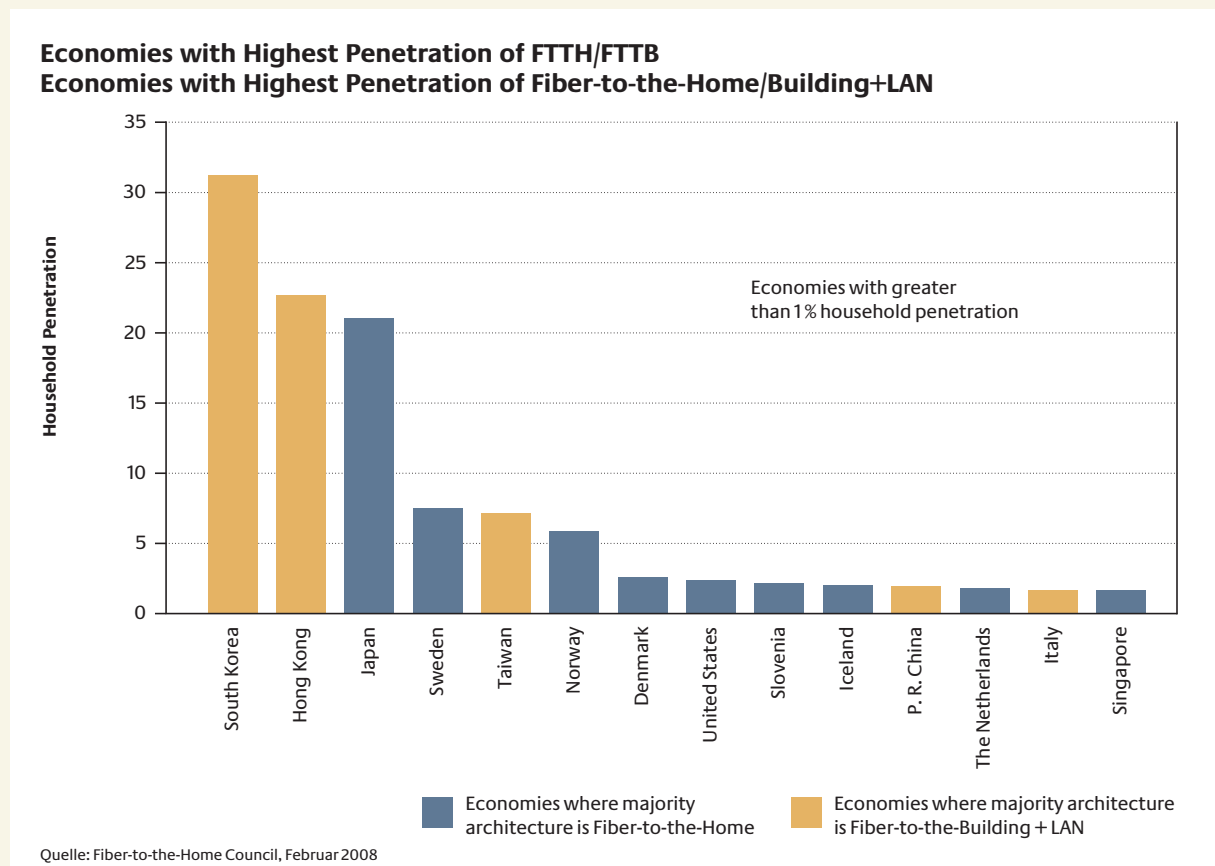


⁹„Approaching the Zettabyte Era“, Teil des Cisco Visual Networking Index, einer kontinuierlichen Analyse und Vorhersage der Entwicklung des Internetverkehrs, Juni 2008

Bislang konnte mit der technologischen Weiterentwicklung bei DSL die Reichweite verbessert und gleichzeitig auf den steigenden Bandbreitenbedarf reagiert werden. Höhere Geschwindigkeiten wie bei VDSL gehen jedoch zu Lasten der Reichweite. So kann also nur ein kleinerer Teil der Haushalte mit sehr hohen Geschwindigkeiten versorgt werden. Dementsprechend ist es erforderlich, die Glasfaser näher an bzw. bis in die Haushalte zu bringen. Verglichen mit den weltweit führenden Nationen spielt der Glasfaserausbau (Fiber to the Building / Fiber to the Home) in Deutschland bis heute aber nur eine untergeordnete Rolle im Breitbandmarkt.

Die asiatischen Märkte sind derzeit Europa in der Entwicklung der Telekommunikationsnetze und ihrer Nutzung voraus. Mit Glasfaserdirektanschlüssen erreicht man in Südkorea und Japan Bandbreiten von bis zu 100 Mbit/s. In Japan gibt es mehr Glasfaserkunden als ADSL-Nutzer. In Südkorea liegt der Anteil der schnellen Glasfaserdirektanschlüsse bei 30 Prozent. Das Experten-Innovationsranking der Entwicklung und Anwendung von Breitband-Internet sieht Südkorea, Japan und Singapur daher an der Spitze.

Bild 4: Verbreitung von Glasfaseranschlüssen



3.3 Mobile Breitbanddienste werden immer wichtiger

Parallel, wenn auch mit etwas Zeitversatz zur Entwicklung der stationären Breitbandnutzung, vollzieht sich ein ähnlicher Trend bei der mobilen Breitbandnutzung. Die UMTS-Nutzerzahlen sind in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen. Trotz parallel stark gefallener Preise werden die reinen Datenumsätze in 2008 einen etwa gleich hohen Beitrag zu den Umsätzen der Mobilfunkanbieter leisten wie die Messaging-Dienste.

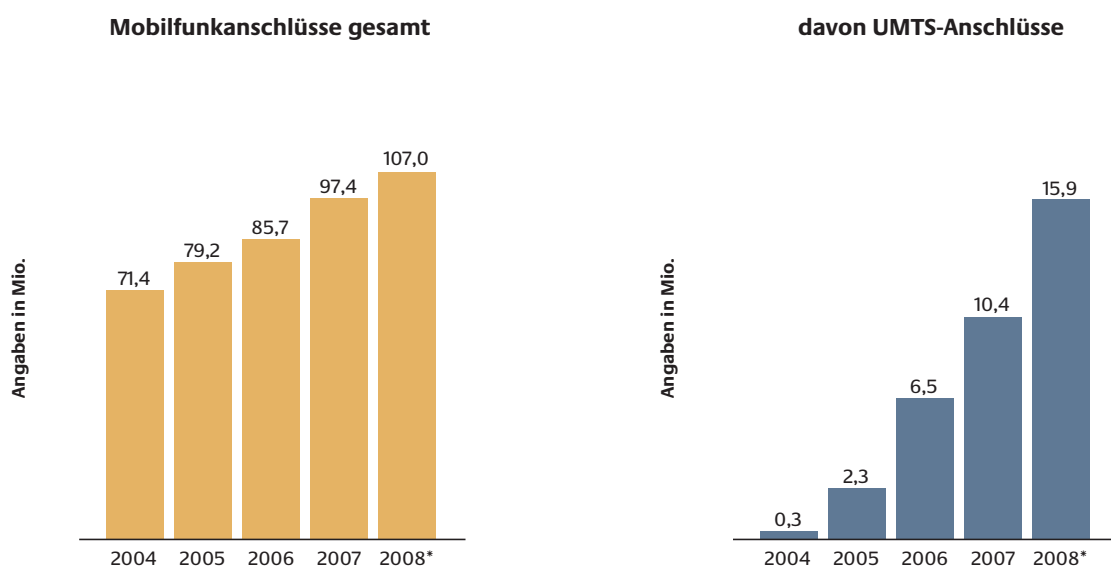
Erst durch breitbandige Mobilfunknetze wird Breitband überall und jederzeit verfügbar. Sie können dabei nicht nur einen Beitrag zum Lückenschluss bei der Versorgung in der Fläche leisten, sondern sind insbesondere bei der Versorgung fernab des Büroarbeitsplatzes oder von zu Hause unabdingbar.

Mit der Einführung von High-Speed-Packet-Access (HSDPA und HSUPA) in den Mobilfunknetzen sind die Übertragungsraten weiter angestiegen. Der Ausbau beschränkt sich bisher aber auf Ballungsräume, Städte und Gebiete entlang wichtiger Verkehrswege. Die bislang in Deutschland für breitbandigen Mobilfunk vergebenen Frequenzen lassen nur relativ kleinzellige Netze zu. Eine flächendeckende Versorgung ist damit nicht möglich. Für einen weiteren Ausbau in der Fläche ist es daher von Vorteil, wenn zusätzliche Frequenzen unterhalb von 1 GHz für die Breitbandversorgung genutzt werden können.

Bild 5: Wachstum bei mobiler Breitbandnutzung

UMTS setzt sich durch

Fast elf Prozent aller deutschen Mobilfunkanschlüsse sind UMTS-fähig



Quelle: BITKOM; * Schätzung

4. Breitbandige Zukunftstechnologien

4.1 Bemerkungen zum Bandbreitenwachstum im Netz

4.1.1 Breitband als Basis für wirtschaftliches und soziales Wachstum

Zwischen dem Zuwachs des Internetverkehrs und dem Anstieg der physikalischen Bitraten im Zugangnetz besteht zwar ein Zusammenhang, die

Bild 6: Der Nutzen der Breitbandversorgung



Wachstumsraten sind aber nicht streng gekoppelt. Der Grund für das Wachstum der Zugangsbitraten liegt vor allem darin, die Latenzzeiten bei der Übertragung sehr großer Datenmengen zu reduzieren. Ein Videofilm in HD-Qualität kann beispielsweise eine Datenmenge von 50 Gbit/s erreichen.

Weil diese Datenmengen im betrieblichen Umfeld aber auch bei der privaten Nutzung anfallen, wird es mittel- und langfristig keine Unterschiede im Bandbreitenbedarf von städtischen und ländlichen Regionen mehr geben. Der breitbandige Anschluss wird zum Beispiel immer mehr ein Kriterium für junge Familien bei Umzug und Neubau, da sie ihren Kindern Wettbewerbsnachteile in Schule, Studium und Beruf ersparen möchten. Damit ist der breitbandige Anschluss Basis für wirtschaftliches und soziales Wachstum.

4.1.2 Bandbreitenbedarf in der Zukunft

Betrachtet man den Bandbreitenbedarf in der Vergangenheit in verschiedenen Ländern Europas, so

Bild 7: Zukünftiges Bandbreitenwachstum der Zugangsbitraten

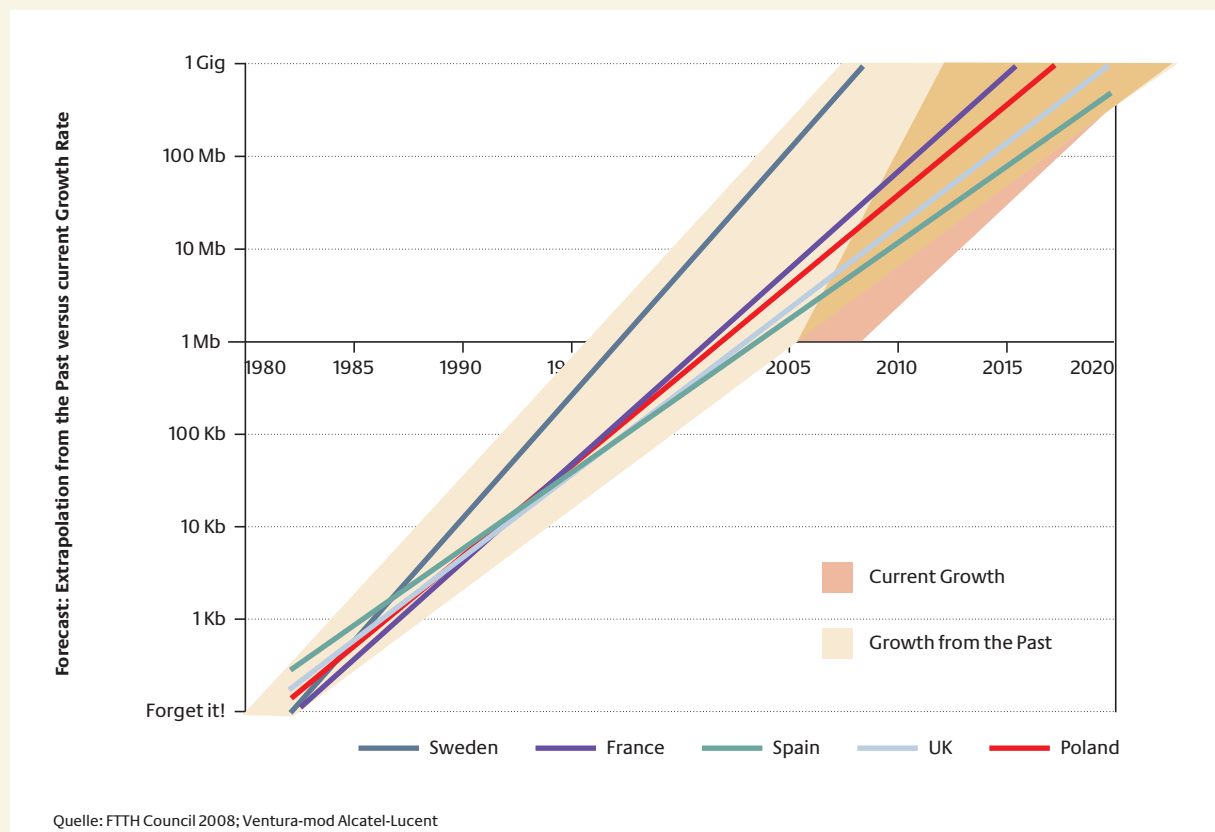
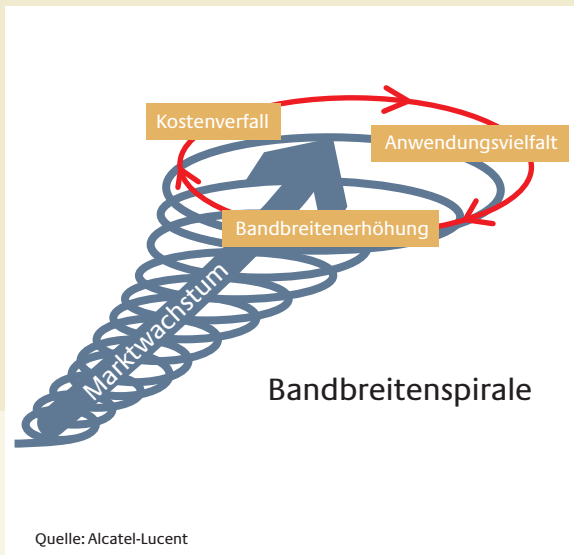
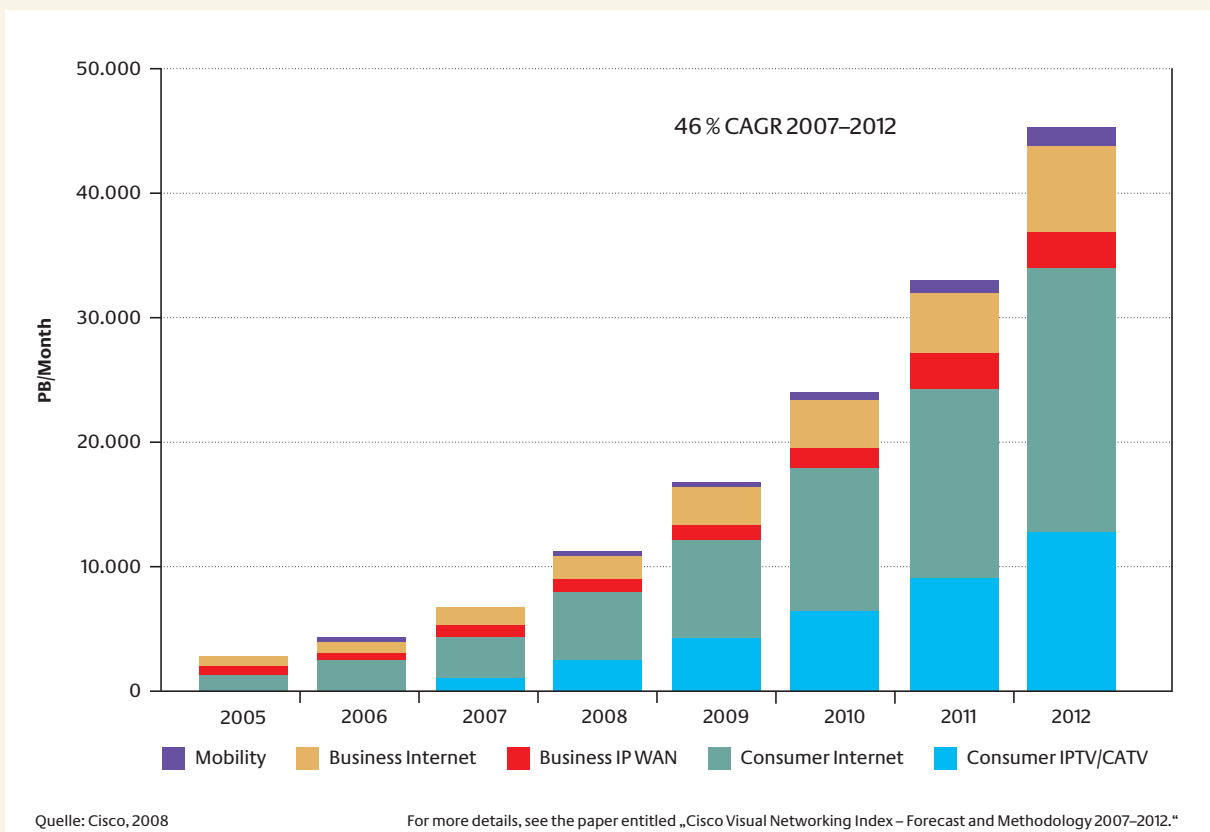


Bild 8: Wachstumsspirale im Bandbreitenbedarf



lässt sich dieser sehr leicht in die Zukunft extrapolieren und bietet somit einen Anhaltswert für zukünftige Bandbreiten. Bild 7 stellt das Wachstum der Zugangsbitraten dar und postuliert ein stetiges exponentielles Wachstum (logarithmische y-Achse).

Bild 9: Breitbandprognose für das Internet



Die derzeit von verschiedenen Netzbetreibern angebotenen und von Teilnehmern akzeptierten Bandbreiten lassen aber ein noch größeres Wachstum erwarten als eine reine Extrapolation aus der Vergangenheit. Dies ist dadurch zu erklären, dass neue Anwendungen den Bandbreitenbedarf stimulieren und mit realisierten höheren Bandbreiten wieder neue Anwendungen Raum greifen können (Bild 8).

Bild 9 stellt das Wachstum des Verkehrs im Internet dar, welches ebenfalls exponentiell ist (lineare y-Achse), aber, wie bereits dargestellt, nicht streng mit der Anschlussbandbreite gekoppelt ist.

4.1.3 Auswirkungen der Bandbreitenversorgung auf die Umwelt

Zukunftstechnologien werden heutzutage auch daran gemessen, welchen Beitrag sie zur Umwelt liefern. Ein beliebtes Kriterium ist beispielsweise die Ökobilanz. Darauf ausgerichtete Studien betrachten den Zeitraum, bis diese ausgeglichen ist. Dabei werden alle Umweltverbräuche bzw. Umweltbelastungen (nicht erneuerbare Energie, Auszehrung abiotischer

Umweltfaktoren¹⁰, Treibhauseffekt, Saurer Regen, Ozongehalt der Luft, Eutrophierung¹¹ und Toxizität) von der Produktion über den Ausbau und die Inbetriebnahme in Betracht gezogen. Eine entsprechende Studie, die Price-Waterhouse-Coopers für das FTTH Council Europe erstellt hat, kommt zu dem Ergebnis, dass allein durch Anwendungen wie Telearbeit, Telemedizin und Medizinischer Heimsupport die Ökobilanz einer FTTH Installation bereits nach 15 Jahren ausgeglichen ist. Die Autoren der Studie erwarten, dass die Nutzung weiterer Anwendungen die Ökobilanz noch weiter verbessern wird.

4.2 Kupferanschlusstechnologie

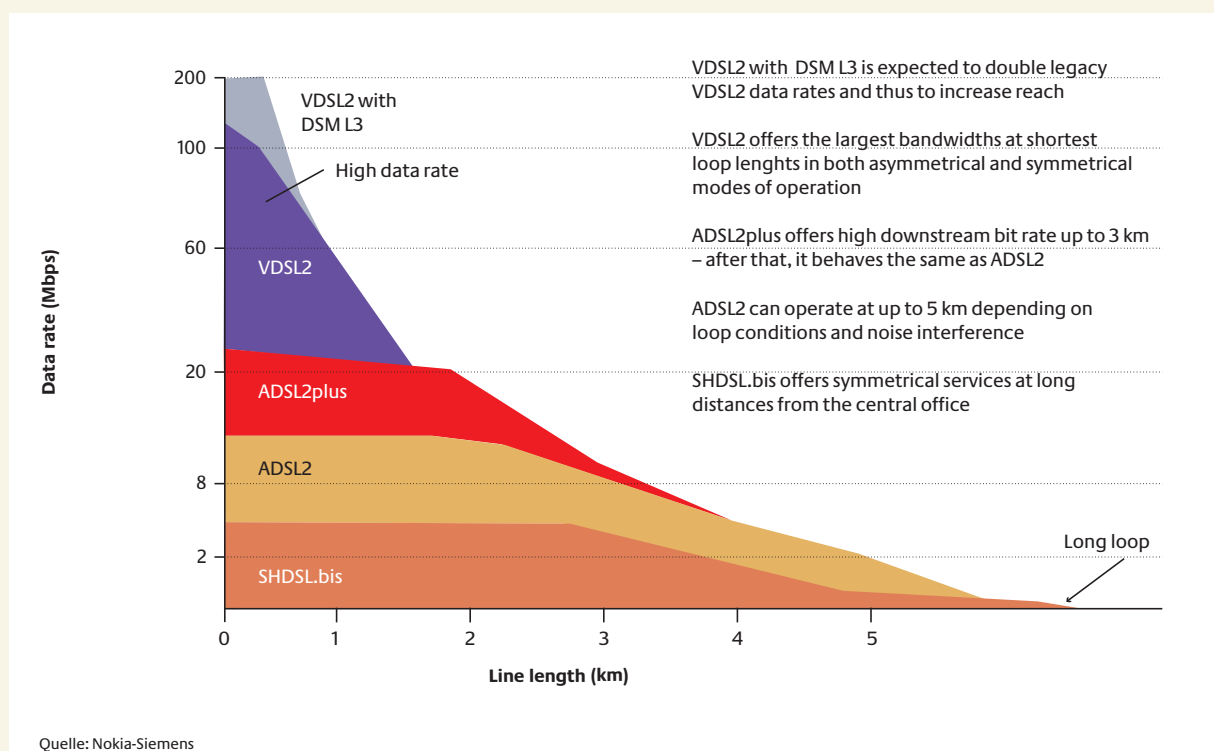
4.2.1 Kurze Beschreibung der Technologie

DSL ist die heutzutage am weitesten verbreitete Breitbandtechnologie. Dies ist hauptsächlich der Tatsache zu verdanken, dass DSL die vorhandene Kupferinfrastruktur nutzt, um über ADSL2+-Bandbreiten bis zu 20 Mbit/s im Downstream und 1 Mbit/s im Upstream zu ermöglichen. ADSL2+ ist auch die gängigste DSL-Technologie – hierbei steht der DSLAM im Point of Presence (PoP) des Betreibers und die Teilnehmer sind

über die bestehenden Telefonleitungen angebunden. DSL ist für solche Betreiber interessant, die eine Kupferinfrastruktur besitzen oder kostengünstig darauf zugreifen können. Neueste DSL-Entwicklungen wie VDSL2 ermöglichen Bandbreiten von bis zu 100 Mbit/s in beide Richtungen. In asymmetrischen Betriebsmodi sind die Downstreamdatenraten typischerweise sehr viel höher als im Upstream. Im symmetrischen Modus sind die Datenraten gleich. Die hohen Bandbreiten können allerdings nur über kurze Kupferlängen realisiert werden (siehe Bild 10).

Infolgedessen muss der DSLAM näher an den Teilnehmer gebracht werden; an den PoP wird er über Glasfaser angebunden. Aus diesem Grund wird VDSL2 oft auch im Zusammenhang mit Glasfasertechnologien genannt, stellt sie doch eine Hybridlösung aus Kupfer und Glasfaser dar. Je nachdem wie nahe der DSLAM am Teilnehmer ist, spricht man von Fibre-to-the-Curb (FTTC) bzw. Fibre-to-the-Node (FTTN) – hier steht der DSLAM in einem Schrank neben einem Kabelverzweiger (KVz) im Feld – oder von Fibre-to-the-Building (FTTB), bei dem der DSLAM im Keller eines Mehrfamilienhauses steht.

Bild 10: Schematische Darstellung der Downstream-Datenraten verschiedener DSL-Technologien



¹⁰Als abiotisch werden alle Umweltfaktoren zusammengefasst, an denen Lebewesen nicht erkennbar beteiligt sind. Sie umfassen unter anderem Klima, Atmosphäre, Wasser, Wärme, Temperatur, Licht, Strömung, Salinität, Konzentration an Nährsalzen und anderen chemischen Stoffen.

¹¹Eutrophierung ist die Nährstoffanreicherung in einem Gewässer und damit verbundenes übermäßiges Wachstum von Wasserpflanzen.

ADSL2+ wird sich nur noch begrenzt weiterentwickeln können, da die physikalischen Möglichkeiten der Kupferdoppelader fast ausgereizt sind. Mit VDSL2 kann die Einssatzzeit der Kupferleitung noch etwas verlängert werden. Allerdings stellt sich hier das Problem der spektralen Verteilung der Energie im Kupferkabel, die gegenseitige Beeinflussungen auf den Doppeladern bei wachsenden Beschaltungsgraden verursacht. Durch Einführung des dynamischen Spektrummanagements DSM L3 (Dynamic Spectrum Management Level 3) bei VDSL2 hofft man, nochmals eine Verdoppelung der Datenraten bis hin zu ca. 200 Mbit/s respektive eine signifikante Reichweitenerhöhung im Vergleich zum heutigen VDSL2 zu erreichen. Maßgebliche Einschränkung ist dabei, dass alle Kupferdoppeladern eines Bündels von einem DSLAM aus bedient und koordiniert werden müssen. Die Standardisierung wird sich noch hinziehen, da einzelne Aspekte wie Stabilität und Komplexität noch nicht final gelöst sind. Jedoch stellt dies eine attraktive Lösung dar, sehr hohe Bandbreiten über Kupfer zu realisieren.

Eine weitere DSL-Art stellt SHDSL.bis dar; die symmetrisch 7,58 Mbit/s über relative große Entfernungen bereitstellt. Mit SHDSL.bis lassen sich auch mehrere Kupferdoppeladern zusammenschließen (bonden), die die Bandbreite bzw. die Reichweite erhöhen können.

4.2.2 Was tun die Unternehmen heute?

Die meisten Breitbandnetze basieren heute auf ADSL2+. In vielen Ländern, wie Russland und Indien scheint die daraus resultierende Bandbreite vorerst ausreichend zu sein. In anderen Ländern ist der Rollout von VDSL2 in vollem Gange: Die Deutsche Telekom setzt auf VDSL2 in einer FTTC Architektur, kleinere deutsche Stadtnetzbetreiber gehen noch einen Schritt weiter und stellen die DSLAMs in die Gebäude (FTTB), was aufgrund der kürzeren Kupferlängen höhere Bandbreiten ermöglicht. In beiden Fällen ist die Glasfaser, die zur Versorgung der DSLAMs dient, die Basis für den weiteren Glasfaserausbau bis zum Teilnehmer. Dazu wird es kommen, sobald der Bandbreitenbedarf die Leistung der Kupferdoppelader übersteigt, also mehr als 200 Mbit/s pro Teilnehmer erwartet werden. Zurzeit beobachten wir, dass sich der Bitratenbedarf in den Zugangsnetzen pro Jahr um etwa 50 Prozent erhöht, bzw. alle 20 Monate verdoppelt.

4.2.3 Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung

Der ursprüngliche Ansatz von VDSL2 mit DSM L3 war, als Alternative zum Glasfaseranschluss ähnliche breitbandige Anwendungen zu realisieren. Bewerbstelligt werden soll diese allein durch Upgrades der vorhandenen VDSL2-Technik. Von dieser Technologie werden allerdings hauptsächlich Teilnehmer profitieren, die sich relativ nah zum DSLAM befinden. Eine flächendeckende Breitbandversorgung kann dadurch nicht erreicht werden.

SHDSL.bis wird heutzutage oft kleineren Geschäftskunden angeboten. Es eignet sich außerdem sehr gut zur Anbindung von Basisstationen in Mobilfunk- und sonstigen Funknetzen an das Kernnetz.

4.3 Koaxialanschlusstechnologie

4.3.1 Kurze Beschreibung der Technologie

Diese Anschlusstechnologie umschreibt koaxiale Kabelfernsehnetze, die heute als so genannte Hybrid Fibre Coax (HFC)-Systeme in der Fernebene Glasfaser und im Teilnehmerbereich hochwertige Koaxialkabel verwenden. Mit einer Bandbreite von 1 GHz bietet diese Infrastruktur enorme Übertragungskapazitäten für alle Arten von Breitbanddiensten. Das erfasst zum einen die analogen und digitalen Fernseh- und Hörfunkdienste. Bei einer zukünftigen volldigitalen Rundfunkversorgung können damit mehr als 3000 TV-Programme parallel zu den Kabelkunden transportiert werden. Durch den Ausbau der Breitbandkabelnetze verfügen diese zusätzlich über einen integrierten Rückkanal, der parallel alle interaktiven Dienste, wie schnellen Breitbandinternet-Zugang, Telefonie, Gaming und Video on Demand (VoD) ermöglicht.

Das Breitbandkabel ist ein so genanntes Shared Medium. Innerhalb eines Anschlussbereiches teilen sich die Kunden die verfügbaren Ressourcen. Der Kabelnetzbetreiber sorgt dabei mit der Dimensionierung seiner Netze dafür, dass der Bandbreitenbedarf der Kunden in einem Anschlussbereich gedeckt werden kann. Innerhalb eines solchen Anschlussbereiches (Kabelsegment) stehen den Kunden insgesamt 5 Gbit/s Downstream und 270 Mbit/s Upstream zur Verfügung. Da neben dem überwiegend verwendeten DVB-Über-

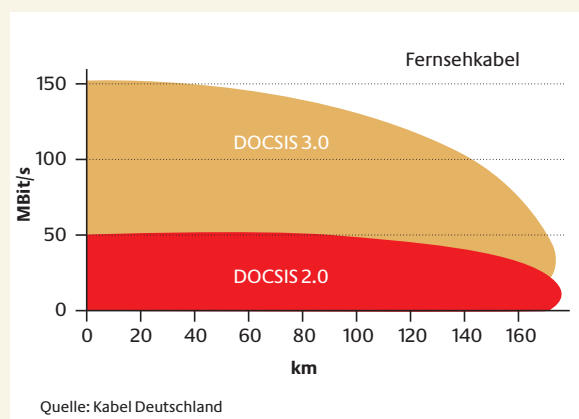
tragungsverfahren (DVB-C) zunehmend auch IP-basierte Dienste mit dem EuroDOCSIS-Standard (DOCSIS = Data Over Cable Service Interface Specification) übertragen werden, kann die zur Verfügung stehende Bandbreite pro Teilnehmer gesteigert werden. Der neueste Standard EuroDOCSIS 3.0 ermöglicht eine Bündelung von Kanälen und erlaubt es somit, pro Teilnehmer die Downstreamrate auf bis zu 200 Mbit/s und die Upstreamrate auf bis zu 120 Mbit/s zu verbessern.

DVB arbeitet zurzeit an dem Kabel-Übertragungsverfahren der zweiten Generation (DVB-C2). Ziel ist es, u.a. die Effizienz der Übertragung deutlich zu erhöhen und weitere flexible Verfahren für zukünftige optimierte HFC-Infrastrukturen zu schaffen. Dabei sind Übertragungskapazitäten von bis zu 100 Mbit/s in einem 8 MHz Kabelkanal durchaus vorstellbar. Auch wird es möglich sein, schon auf der untersten Protokollschicht (physical layer) Kanäle zu bündeln und so noch höhere Datenraten pro Kunde im Downstream zu ermöglichen.

4.3.2 Was tun die Unternehmen heute?

Nach wie vor belegen analoge TV-Angebote (meist bis zu 33 TV-Programme) einen großen Teil der Kapazitäten der Kabelfernsehnetze. Die digital ausgebauten Frequenzbereiche teilen sich digitaler Rundfunk (mit mehr als 200 TV-Programmen [ca. 2-4 Mbit/s pro Programm]) und auch HDTV [ca. 12-16 Mbit/s pro Programm]) und schneller Internet-Zugang, Mehrwertdienste und Telefonieangebote (VoIP). Ein Pilotprojekt von Kabel Deutschland, das Ende 2007 in Hamburg

Bild 11: Schematische Darstellung der Downstream-Datenraten der Koaxialkabelversorgung



startete und bei dem EuroDOCSIS 3.0 eingesetzt wird, liefert bereits Downstreamgeschwindigkeiten von über 100 Mbit/s.

4.3.3 Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung

Fernsehkabelnetze bieten mit ihren hohen Datenübertragungskapazitäten eine für den Endkunden sehr leistungsfähige und attraktive Lösung zur Breitbandversorgung an. Grundsätzlich unterscheiden sich die möglichen IP-Anwendungen im Kabel nicht von den Möglichkeiten anderer Zugangsnetze. Ein wesentlicher Vorteil der Fernsehkabelnetze liegt darin, dass hier sehr zum Vorteil der Endkunden die Breitbanddienste mit den vielfältigen Rundfunkdiensten in einem Medium vereint werden können. Zudem kann der Endkunde die Fernsehkabelsignale einfach in seiner Wohnung verteilen und sich so in vielen Räumen Zugangsmöglichkeiten zu allen Angeboten verschaffen. Im EU-Projekt ReDeSign arbeiten derzeit renommierte Netzbetreiber, Gerätehersteller und Universitäten an Lösungen zur Weiterentwicklung der HFC-Netze (Hybrid Fiber-Coaxial) in Richtung einer mittelfristigen Optimierung der Fernsehkabelinfrastrukturen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Kabelnetze für die zukünftigen vielfältigen Medienangebote.

4.4 Glasfaseranschlusstechnologien

4.4.1 Kurze Beschreibung der Technologien

Glasfaseranschlusstechnologien bieten praktisch unbegrenzte Bandbreiten. Oft kann dabei ein TV-Angebot zusätzlich auf der Faser zur Verfügung gestellt werden. Man unterscheidet zwischen Technologien, bei der Teilnehmer die Glasfasern dediziert nutzen oder gemeinsam auf die zur Verfügung gestellte Bandbreite zugreifen. Bei P2P-Technologien (Point to Point) ist jeder Teilnehmer bis zum PoP „Point of Presence“ direkt angeschlossen, so dass ihm die volle Bandbreite zur Verfügung steht. Ethernet mit 100 Mbit/s oder einem Gbit/s werden darauf üblicherweise als Übertragungstechniken genutzt.

Die nachfolgenden Technologien haben sich bisher für gemeinsam genutzte Glasfasern durchgesetzt. Bei „Active Ethernet“ wird der Leitungsabschnitt zwischen PoP und einem aktiven Verteilpunkt (Ethernet-Switch) mit gemeinsam genutzten Fasern mit hoher

Bandbreite (bis zu 10 Gbit/s) von den Teilnehmern gemeinsam genutzt. Bei PON (Passive Optical Network) wird der Leitungsabschnitt zwischen PoP und einem passiven Verteilpunkt (Splitter) gemeinsam genutzt. Der einzige PON-Standard, der im europäischen Markt derzeit Bedeutung hat, ist GPON (Gigabit Passive Optical Network). Die für ein GPON gemeinsam zur Verfügung gestellte Bandbreite beläuft sich derzeit auf 2,5 Gbit/s in Richtung Teilnehmer (downstream). Zukünftig werden es 10 Gbit/s sein. Vom Teilnehmer in Richtung PoP (upstream) stehen bis zu 1,25 Gbit/s zur Verfügung. Zukünftig werden es 2,5 Gbit/s sein. GPON kann derzeit bis zu 64 Teilnehmer und zukünftig bis zu 128 Teilnehmer versorgen. Um die Bandbreite effizient über die Teilnehmer zu verteilen, nutzt GPON eine dynamische Bandbreiten-Anpassung (Dynamic Bandwidth Allocation), die die Bandbreite, die von einem Teilnehmer im GPON-Baum nicht genutzt wird, auf andere Teilnehmer verteilt. Die Technologie ist für 20 km Reichweite ausgelegt. Ein weiterer Entwicklungspfad ist die Verschmelzung von Wellenlängenmultiplexen und GPON, d. h. dass auf jeder Glasfaser mehrere Wellenlängen ausgenutzt werden können.

Ferner stehen Technologien vor der Markteinführung, die individuelle Kunden über dedizierte Wellenlängen (WDM PON) anschließen. Jeder Teilnehmer wird up- und downstream jeweils über eine Wellenlänge angeschlossen, was einer logischen Punkt-zu-Punkt-Verbindung entspricht.

4.4.2 Was tun die Unternehmen heute?

Diese Technologien werden derzeit von städtischen Versorgern als auch von regionalen Netzbetreibern sowohl technisch als auch wirtschaftlich untersucht. Die Deutsche Telekom testet die GPON-Technologie derzeit im Rahmen eines Pilotprojektes in Dresden-Striesen. Über Labortests und Feldversuche hinaus haben sich einige Netzbetreiber schon entschieden, Glasfasertechnologie einzusetzen. Der Reiz in großen Städten und Gemeinden ist die Möglichkeit, Glasfasern in bestehenden Leerrohren, Wasser- Gas- und Abwasserkanälen kostengünstig nachträglich zu installieren, wenn sie nicht schon im Rahmen anderer Baumaßnahmen in der Vergangenheit mitverlegt wurden. Sowohl die PON, als auch die Ethernet-Technologie lassen sich als FTTB (Fibre To The Building) oder FTTH (Fibre To The Home) realisieren.

4.4.3 Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung

Glasfaseranschlusstechnologien sind die ultimativen Breitbandtechnologien, wenn höchste Bandbreiten mit hohen Qualitätsanforderungen zur Verfügung gestellt werden sollen. Sie sind gerüstet für alle Arten jetziger und zukünftiger Anwendungen. Die Glasfaser wird langfristig die bestehenden Kupfernetze ablösen. Sie bietet damit die Basis und das höchste Zukunftspotenzial – sowohl für Teilnehmer als auch für Netzbetreiber. Ungeachtet der Höhe der Anfangsinvestitionen eignet sich die Glasfasertechnologie neben dicht besiedelten Stadtbereichen auch zur breitbandigen Versorgung von abgelegenen Gemeinden und Ortsteilen. Aus ökonomischen Gesichtspunkten lukrativer werden aber auch Mischmodelle wie Glasfaser bis zu Mehrfamilienhäusern und im Gebäude VDSL2 über Kupfer.

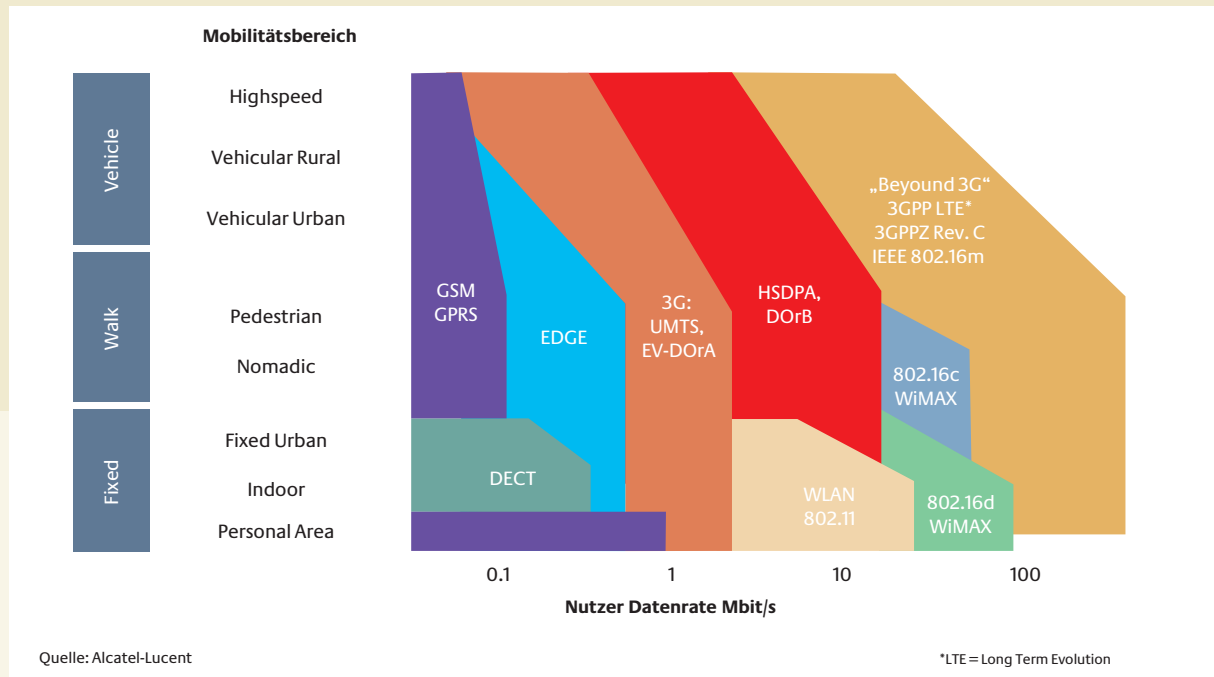
4.5 Funktechnologien

4.5.1 Kurze Beschreibung der Technologien

Funktechnologien zeigen ihre Stärke in dünn besiedelten und unzugänglichen Gebieten. Mit ihrer Hilfe kann schnell und effizient eine multimediale mobile Breitbandversorgung geschaffen werden. Außerdem sind sie die Grundlage für die mobile bzw. nomadische Breitbandnutzung. Aus Nutzersicht wird die flächendeckende Verfügbarkeit einer mobilen Breitbandversorgung in wenigen Jahren ebenso unverzichtbar sein, wie es der stationäre Breitbandzugang bereits heute für den Großteil der Bevölkerung ist. Die technische Entwicklung ist weitgehend abgeschlossen – nun geht es im Wesentlichen darum, zeitnah die erforderlichen Entscheidungen zu treffen. Dazu gehört eine baldige Klarheit darüber, wie vorhandene Frequenzen mittel- bis langfristig den Breitbandausbau in der Fläche unterstützen können.

Das sich gerade im Ausbau befindliche WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) als DSL-Ersatz bietet derzeit bis zu 40 Mbit/s pro Zelle, zukünftig bis zu 80 Mbit/s. Für mobile Breitbanddienste ist in europäischen Mobilfunknetzen die HSPA (High Speed Packet Access)-Technik im Einsatz bzw. im Ausbau, die Breitbandversion der etablierten GSM-/UMTS-Technik. Die Anstrengungen der Mobilfunkindustrie richten sich nun auf die von 3GPP (Third Generation Partnership Project) standardisierte LTE (Long Term

Bild 12: Schematischer Überblick der erzielbaren Bandbreiten im Funk



Evolution)-Technik. Die Bandbreite pro Zelle bei dieser Funktechnik wird deutlich über 100 Mbit/s liegen. Hierbei ist zu beachten, dass sich – ähnlich wie in Fernsehkabelnetzen – alle in einer Zelle befindlichen Endgeräte die Bandbreite teilen müssen.

4.5.2 Die Technik heute und die Entwicklungspotenziale

Für die drahtlose Breitbandversorgung stehen leistungsfähige standardisierte Technologien zur Verfügung, die laufend weiter entwickelt werden. Das Ziel ist eine bessere Nutzung der zur Verfügung stehenden Funkfrequenzen (Erhöhung der spektralen Effizienz) und damit die Realisierung eines möglichst hohen Datendurchsatzes. Überschlüssig kann festgestellt werden, dass sich im betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2010 die erreichbare Datenrate pro Jahr verdoppelt.

Für die weitere Entwicklung in Europa ist – neben der für die Hotspot-Versorgung interessanten WiMAX-Technik – vor allem die mobile Breitbandtechnik LTE (Long Term Evolution) wichtig. Dieses System, das Mitte 2009 in den USA aufgebaut und ab etwa 2010 für den Regeleinsatz in Europa verfügbar sein wird, wird heutige Festnetzgeschwindigkeit erreichen (über 100 Mbit/s in der Spitze). Sowohl WiMAX als

auch LTE nutzen gleiche Techniken, um die Leistungsfähigkeit und die Effizienz der Übertragung zu erhöhen. Hierzu gehören insbesondere die Ausnutzung neuer adaptiver Antennentechniken und der Einsatz des besonders effektiven Modulationsverfahrens OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).

Die für den mobilen Breitbandzugang schon heute eingesetzte HSPA-Technik erreicht derzeit Datenraten bis zu 14,4 Mbit/s und zukünftig bis zu 42 Mbit/s. LTE unterstützt Datenraten bis zu 173 Mbit/s und zukünftig bis zu 326 Mbit/s.

4.5.3 Was tun die Unternehmen heute?

Die deutschen Mobilfunknetzbetreiber sind Mitglieder der NGNM (Next Generation Mobile Networks Alliance) – einer Arbeitsgruppe von weltweit 18 Mobilfunknetzbetreibern. Deren Ziel ist es, die technische Entwicklung, Standardisierung und weltweite Harmonisierung der LTE voranzutreiben. Netzbetreiber und Gerätehersteller bereiten sich im Rahmen der LSTI (LTE-SAE Trial Initiative) auf erste Anwendungen der LTE-Technik mit ausführlichen Feldversuchen und Labortests für das Jahr 2009 vor, um die reibungslose kommerzielle Einführung ab dem Jahr 2010 sicherzustellen. WiMAX wird derzeit in Form von verschiedenen Feldversuchen getestet. Für großräumige Versorgung

sind Träger geringer Frequenz – z. B. 700 MHz – unabdingbar, da bei diesen relativ niedrigen Frequenzen eine deutlich größere Reichweite möglich ist. Vor diesem Hintergrund wird diskutiert, inwieweit dazu Frequenzen aus dem vom Rundfunk genutzten UHF-Band genutzt werden können: Es wird erwartet, dass im Zuge der Umstellung vom analogen auf digitalen Rundfunk Frequenzen aus dem UHF-Band frei werden (so genannte Digitale Dividende).

4.5.3.1 Breitbandpilotbetrieb Berlin-Brandenburg

Vor dem Hintergrund der Diskussion um die Nutzung der digitalen Dividende findet auch bei den Medienregulierern in nahezu allen Bundesländern eine Diskussion um die Mitnutzung der Rundfunkfrequenzen für breitbandige Internetzugänge statt. So hat die Medienanstalt Berlin-Brandenburg (mabb) zu diesem Zweck im Jahre 2007 einen Pilotversuch ausgeschrieben, um Erkenntnisse über die Möglichkeiten einer Versorgung mit Breitbandanschlüssen und den mit einer Funkanbindung verbundenen Implikationen zu gewinnen. Den Zuschlag für die Durchführung erhielt T-Mobile Deutschland.

In Wittstock in Brandenburg wird dabei auf einem vorhandenen Funkturm eine Versorgung der Bevölkerung mit der zum UMTS-Standard gehörenden IP-wireless Technologie aufgebaut. Es wird vorgesehen, eine kleine Anzahl von ca. 100 Teilnehmern

mit mobilen breitbandigen Anschlüssen auszustatten. Die Technik wird von T-Mobile bereits kommerziell zur Breitbandversorgung in der Tschechischen Republik im 870 MHz Band eingesetzt und muss für den Pilotbetrieb angepasst werden.

4.5.3.2 Mobile Breitbandversorgung am Beispiel der Slowakei

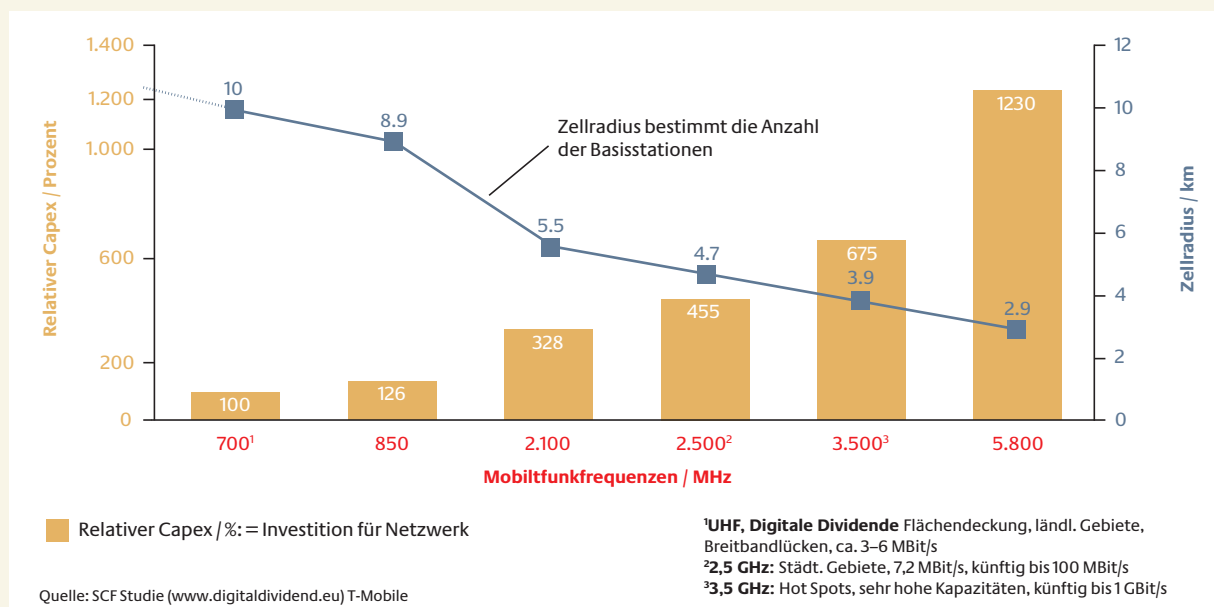
Ein erster Eindruck von der enormen Leistungsfähigkeit vorhandener Technologien wird heute bereits mit einer zwischen UMTS und LTE stehenden Entwicklung, der Flash-OFDM Technik, vermittelt, die beispielsweise von T-Mobile in der Slowakischen Republik eingesetzt wird. 70 Prozent der Bevölkerung wurden hier in nur zwei Jahren mit mobilem Breitband versorgt. Bei einer schwierigen Topographie des Landes werden selbst entlegene Gebiete versorgt. Bei bis zu 5,6 Mbit/s (brutto) pro Zelle stehen dem Kunden mindestens 2,5 Mbit/s zur Verfügung.

Begrenzt wird das System aber durch die extreme Frequenzknappheit, es stehen nur 4,43 MHz Bandbreite zur Verfügung, die bei den enormen Datenverkehrssteigerungen von derzeit ca. 80 Prozent keine Spielräume mehr offen lässt.

4.5.4 Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung

Der Vorteil mobiler Breitbandtechnologie ist die Orts-

Bild 13: Reichweiten und relative Netzkosten in Abhängigkeit vom Frequenzbereich



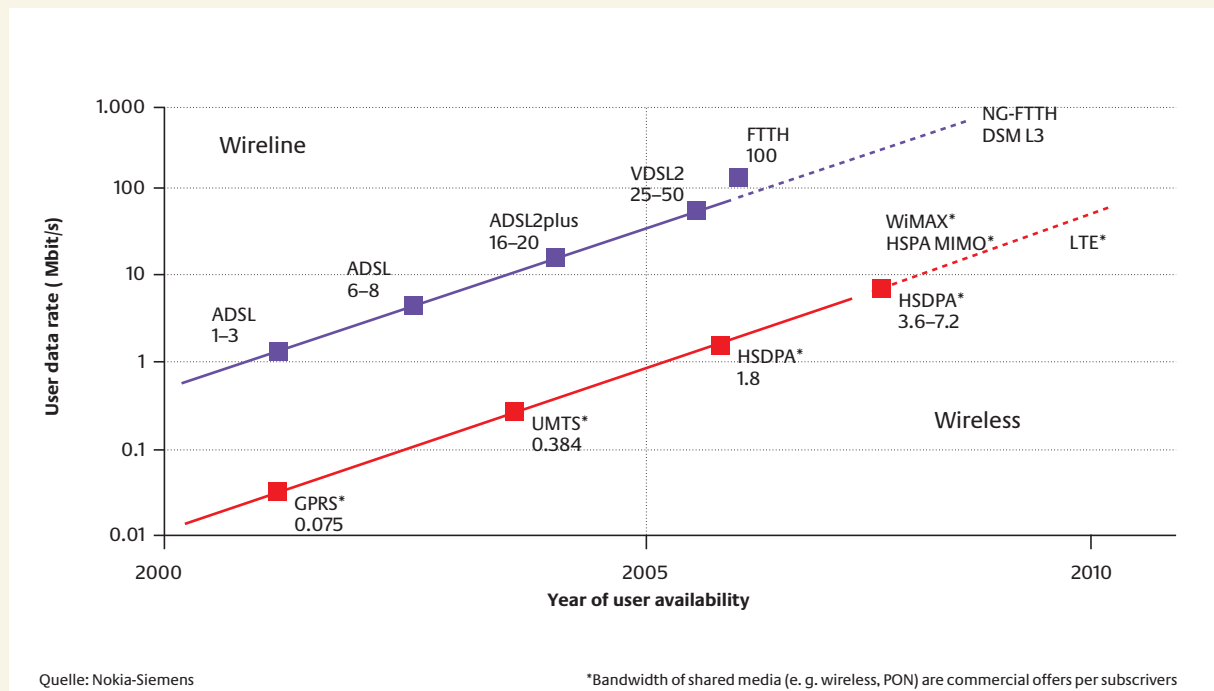
unabhängigkeit, wodurch in den Kombinationen von Fest-, nomadischen (von wechselnden Standorten) und Mobilanschlüssen neue Anwendungsmöglichkeiten und ein verändertes Nutzungsverhalten entstehen werden. Mobile Breitbandtechnologien können zudem dort eingesetzt werden, wo leitungsgebundene Techniken nicht wirtschaftlich sind und so zur Vermeidung der digitalen Kluft beitragen.

Dies ist jedoch nur möglich, wenn ausreichend Frequenz-Spektrum zur Verfügung steht. Für einen wirtschaftlichen flächendeckenden Ausbau sind dabei aufgrund der unterschiedlichen Ausbreitungsbedingungen Frequenzen unterhalb von 1 GHz von großer Bedeutung. Bild 13 zeigt den Zusammenhang zwischen der verwendeten Funkfrequenz und den daraus resultierenden Investitionen (CAPEX). Bei niedrigeren Frequenzen (z. B. 700 MHz) haben die Funk-Signale wesentlich günstigere Ausbreitungsbedingungen, so dass mit einer Zelle wesentlich größere Gebiete versorgt werden können. Demgegenüber steigen die Investitionskosten für eine flächendeckende Versorgung bei 2,1 GHz (heute: UMTS) auf das 3,3-fache, bei 3,5 GHz (heute: Broadband Wireless Access / WiMAX) schon auf das 6,8-fache und für den kürzlich von der Bundesnetzagentur freigegeben

Bereich bei 5,8 GHz sogar auf das 12,3-fache. Die zukünftige Breitbandversorgung in der Fläche lässt sich daher mittel- bis langfristig weiter verbessern, wenn Teile des heute für Rundfunk genutzten UHF-Bandes für die Breitbandversorgung zur Verfügung gestellt werden. Auswirkungen zur Breitbandversorgung in ländlichen Bereichen müssen für alle zur Verfügung stehenden Frequenzen von Fall zu Fall untersucht und entschieden werden. Eine wichtige Rolle für die flächendeckende Breitbandversorgung spielen die Zubringerleitungen, weil auch die Funknetze ein gut ausgebautes und leistungsfähiges Zugangsnetz benötigen. Damit sind erhebliche Synergien zwischen den unterschiedlichen Arten der Breitbandversorgung zu erreichen.

Bild 14 stellt die Entwicklung der Spitzendatenraten in dedizierten (z.B. kabelgebundenen) und gemeinsam genutzten (z.B. drahtlosen) Medien gegenüber. Die Darstellung der Datenraten pro Nutzer hängt natürlich von der Verkehrsumgebung ab. So kann die Datenrate in einem gemeinsam genutzten Medium in der Nacht, wenn man der einzige Nutzer ist, die Zellenbitrate erreichen. In der Hauptverkehrsstunde muss man sich gegebenenfalls die gesamte Bandbreite und mehreren hundert Nutzern aufteilen,

Bild 14: Entwicklung der realen drahtgebundenen und drahtlosen Nutzerdatenraten



wobei allerdings durch statistische Effekte in der Regel der einzelne Nutzer kaum Bandbreitenbeschränkungen erfährt.

4.6 Sonstige Anschlusstechnologien

4.6.1 Kurze Beschreibung der Technologien

In diesem Kapitel werden – ergänzend zu den zuvor behandelten – die wesentlichen weiteren Technologien Powerline, Satellitenanbindung und DVB-T (Digital Video Broadcasting Terrestrial) thematisiert.

Powerline nutzt das Kupfer des Niederspannungsnetzes 230/400V. Es kann mit einer Gesamtbandbreite von acht Mbit/s pro Netz bis zu 150 Teilnehmer in einem Radius von 150-200 m versorgen. Da die Leitungen ungeschirmt sind, ergeben sich in vielen Fällen Störungen durch Interferenzen mit Funkdiensten.

Die Satellitenanbindung stellt eine Gesamtbandbreite für die ausgeleuchtete Zone von 40 Mbit/s pro Transponder zur Verfügung. Die Ausleuchtzone kann sehr groß sein, die Anzahl der Transponder ist stark begrenzt. Der Rückkanal wird meist über eine andere Technologie realisiert oder mit einer aufwändigen

Technik. Die Technik ist nur von festen Standorten mit Satellitenantenne möglich. Seit dem Sommer 2008 werden vermehrt auch bidirektionale Satellitenanbindungen angeboten. Bei diesen so genannten „Zwei-Wege-Lösungen“ werden die Daten nicht nur über den Satelliten empfangen sondern auch gesendet (Rückkanal). Mit dieser Technik sind derzeit Datenraten bis max. zwei Mbit/s möglich.

Ähnlich der Satellitenanbindung kann auch das DVB-T Signal zur Breitbandversorgung mit verwendet werden. Frequenzen stehen in Deutschland für diese Variante nicht zur Verfügung. Diese Technologie bietet 16 Mbit/s pro Zelle bis zu einer Reichweite von ca. 50 km. Es hat gute Ausbreitungseigenschaften und eignet sich auch zur Inhouse-Versorgung. Auch hier muss der Rückkanal über eine andere Technologie bereitgestellt werden.

4.6.2 Anwendungen, Nutzen und Auswirkungen zur Breitbandversorgung

Aufgrund technischer und kommerzieller Hürden werden die oben beschriebenen Technologien bislang nur vereinzelt eingesetzt und spielen nur eine ergänzende Rolle in der flächendeckenden Breitbandversorgung.

5. Hausverteil- und Wohnungsnetze

Die leistungsfähigen Breitbandnetze (Wide Area Network – WAN) enden am Übergabepunkt des Gebäudes. Es muss daher zusätzlich die Leistungsfähigkeit der Netze innerhalb des Gebäudes betrachtet werden, ob diese für die angestrebten Anwendungen mittel- und langfristig ausreichend ist.

Dabei muss zwischen Mehrfamilienhäusern und Einfamilienhäusern/Wohnungen unterschieden werden. Bei Mehrfamilienhäusern bezeichnet man den Bereich zwischen WAN-Zugangspunkt des Hauses und dem Wohnungsübergabepunkt als Steigbereich (siehe Bild 15). Die Verteilung innerhalb einer Wohneinheit definiert man als Heim-Netzwerk. Für die Übertragung der Datensignale muss sowohl das geeignete Medium (Kabel oder Funk), als auch der Standard der digitalen Signalübertragung abgestimmt aufeinander zur Verfügung stehen. In der heutigen Zeit stehen als Medien im Wesentlichen die Stromversorgungsleitungen, Telefonleitungen sowie Koaxialkabel (siehe Bild 15) zur Verfügung. Diese werden im Haushalt durch WLAN- und DECT-Funksysteme ergänzt. Über die Systeme können verschieden hohe Datenraten übertragen werden.

Tabelle 1 fasst die maximalen Datenraten zusammen, die bereits heute und für die nächste Generation erwartet werden.

5.1 Steigbereich

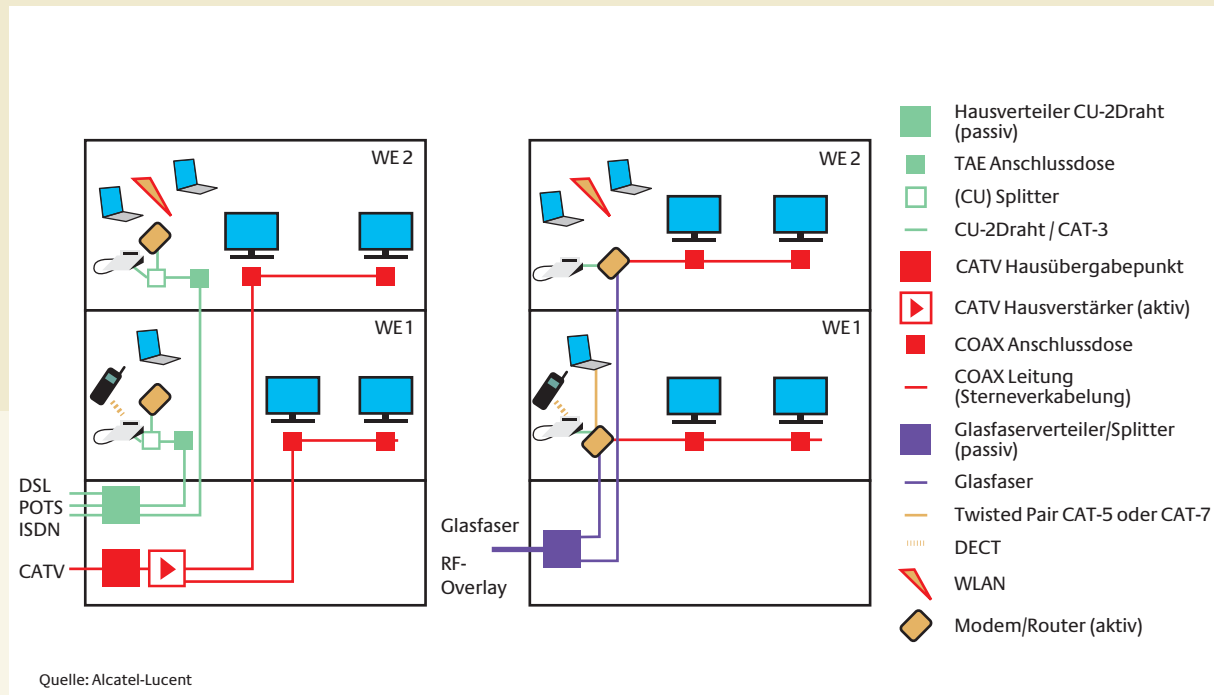
Im Steigbereich wird bei den klassischen Breitbandanschlusstechniken die vorhandene Infrastruktur in Form von Kupferdoppeladern oder Koaxialkabeln verwendet. Auf den Kupferdoppeladern können Übertragungstechnologien wie ADSL, ADSL2+ und VDSL2 verwendet werden. Damit können auch die derzeit im Aufbau befindlichen FTTC/FTTN Installationen diese Infrastruktur nutzen.

FTTB-Installationen sollen den Endkunden höhere Bitraten zur Verfügung stellen als bisher. Deshalb muss in diesem Zusammenhang eine Entscheidung bezüglich der Medien im Steigbereich getroffen werden. Wird ein DSLAM im Gebäude aufgestellt, können die vorhandenen Kupferdoppeladern mit VDSL2-Technologie genutzt werden und erlauben damit symmetrische Übertragung bis etwa 100 Mbit/s. Sollen Bitraten deutlich über diese Grenze hinaus wachsen, können mehrere VDSL-Leitungen gebündelt werden oder es muss auf andere Medien ausgewichen werden. Cat-5- oder Cat-6-Kabel können Gigabit-Ethernet über eine Entfernung von bis zu 100 m übertragen. Glasfasern, insbesondere Single-Mode-Fasern stellen praktisch unbegrenzte Bitraten und Reichweiten zur Verfügung und sind damit eine zukunftssichere Investition. Nachrüstung eines Gebäudes mit

Tabelle 1: Übersicht der maximalen Datenraten

Typ	Maximale Datenrate über 100 m – heute	Maximale Datenrate über 100 m – nächste Generation	Status
Stromleitung (Home Plug)	150 Mbit/s		Installiert
Telefonleitung (Home PNA)	320 Mbit/s	ITU-T Standard in Entwicklung (Projekt G.hn) mit maximaler Datenrate von 1000 Mbit/s	Installiert
Coaxialkabel (Moca)	175 Mbit/s		Installiert
Ethernet (G-Ethernet)	1000 Mbit/s	1000 Mbit/s	Neuinstallation
Glasfaser/POF	100 Mbit/s	1000 Mbit/s	Neuinstallation
Funk DECT	n.a.	300 Kbit/s	Installiert
Funk WLAN	54 Mbit/s (802.11 g/b)	Bis 600 Mbit/s (je nach Anzahl der Antennen)	Partiell installiert

Bild 15: Derzeitiger und zukünftiger Verkabelungsstandard



Cat-5- oder CAT-6-Kabeln oder Glasfasern ist jedoch mit einem deutlich erhöhten Aufwand verbunden gegenüber der Benutzung bestehender Infrastruktur.

Fiber to the Home (FTTH)-Installationen erfordern definitionsgemäß die Installation von Glasfaserkabeln im Steigbereich. Moderne Glasfaserkabel lassen sich leicht verlegen und sind wesentlich dünner und inzwischen billiger als entsprechende Kupferkabel. Glasfaserkabel lassen sich auch, anders als Cat-5-/Cat-6-Kabel, in die vorhandenen Rohrsysteme gemeinsam mit der vorhandenen Elektroinstallation verlegen oder passen aufgrund ihrer Dimensionen oft noch in bestehende Steigleitungsschächte. Allerdings sind die optischen Komponenten wie Transceiver teurer als jene für Kupferkabel.

Eine weitere Alternative ist die Verwendung von bestehenden Koaxialkabeln im Steigbereich. Hier gibt es mehrere Standards, die den parallelen Betrieb von Breitbandzugang und bestehenden Diensten auf dem Kabel erlauben; der ITU-T G.hn beschäftigt sich mit der dazu notwendigen Standardisierung (siehe Tabelle 1).

Ein weiterer Punkt, der bei der Installation einer Infrastruktur im Steigbereich berücksichtigt werden soll, ist die mögliche Nutzung für ein lokales Netz innerhalb des Mehrfamilienhauses. Dieses würde den Zugriff auf gemeinsam genutzte Ressourcen im Gebäude (z. B. File-Server, Waschmaschinen-Pool) effizient nutzen. Zusätzliche Überwachungsfunktionen (z.B. Überwachungskameras, Brandmeldeanlagen, Wasserschadensmelder) könnten darüber hinaus auch die Sicherheit der Wohngemeinschaft erhöhen. Eine weitere Erleichterung im Umgang mit vorhandenen Versorgungseinrichtungen kann Smart Metering (Zählerstand von Gas, Wasser, Strom, etc.) sein.

5.2 Wohnungsnetze

Wohnungsnetze bilden aus der Sicht eines Netzbetreibers das Bindeglied zwischen dem Wohnungsanschluss und dem Endgerät. Sie basieren auf verschiedenen Technologien im Kabel- als auch im Funkbereich. Besonders flexibel für einzelne Nutzer sind Hybridlösungen, die hohe Bandbreiten über Kabel zu- und abführen und über Funk die letzten Meter überbrücken oder verteilen.

Bei der in Deutschland üblichen Bauweise mit Betondecken reichen Funktechnologien aber in der Regel nicht aus, um das Haus oder die Wohnung komplett mit hohen Bitraten via Funk zu versorgen. Zu wenig Beachtung findet deshalb bislang noch die schnell wachsende Bedeutung einer strukturierten Verkabelung in Privathaushalten sowohl in Einfamilienhäusern, als auch in Wohnungen. Dabei wächst die Zahl der netzwerkfähigen Geräte in den Privathaushalten rasant an: Mehrere PCs, Notebooks, zentrale Geräte zur Datenspeicherung und -sicherung, IPTV, Multimediasserver für Musik, Filme und Fotos, Spielekonsolen, Internetradios, Personal-Video-Recorder (PVR). IPTV wird sich, wie in Bild 16 oben dargestellt, dabei besonders stark entwickeln und erfordert signifikante Bandbreiten. Diese große Gruppe von netzwerkfähigen Endgeräten wird nicht nur mit der Außenwelt kommunizieren, sondern wird immer stärker auf Ressourcen innerhalb des Haushaltes zugreifen. Damit werden die Bandbreitenanforderungen innerhalb der Haushalte noch deut-

lich stärker anwachsen als die Zugangsbitraten, die von den Netzbetreibern zur Verfügung gestellt werden können. Bei der Betrachtung der Dimensionierung des Wohnungsnetzes muss dieser Entwicklung Rechnung getragen werden. So müssen z. B. bei gleichzeitigem Betrieb von IPTV, Internet und zentralen Datensicherungssystemen Datenraten im Bereich von mehreren Hundert Mbit/s bewältigt und im Haus flexibel und energiesparend verteilt werden können. Bild 16 unten veranschaulicht die Vielzahl der Kombinationen von möglichen Anwendungsfällen.

Die ITU-T G.hn beschäftigt sich bereits mit der Entwicklung von Standards, um die bestehenden Medien wie Stromleitungen, Telefonleitungen und Koaxialkabel für sehr hohe Datenraten tauglich zu machen.

Für Neuinstallationen eignet sich die LAN-Technologie, vorzugsweise mit Gigabit-Ethernet, die bereits in Firmen zum Standard gehört. Moderne Ethernet-

Bild 16: IPTV-Anwendung

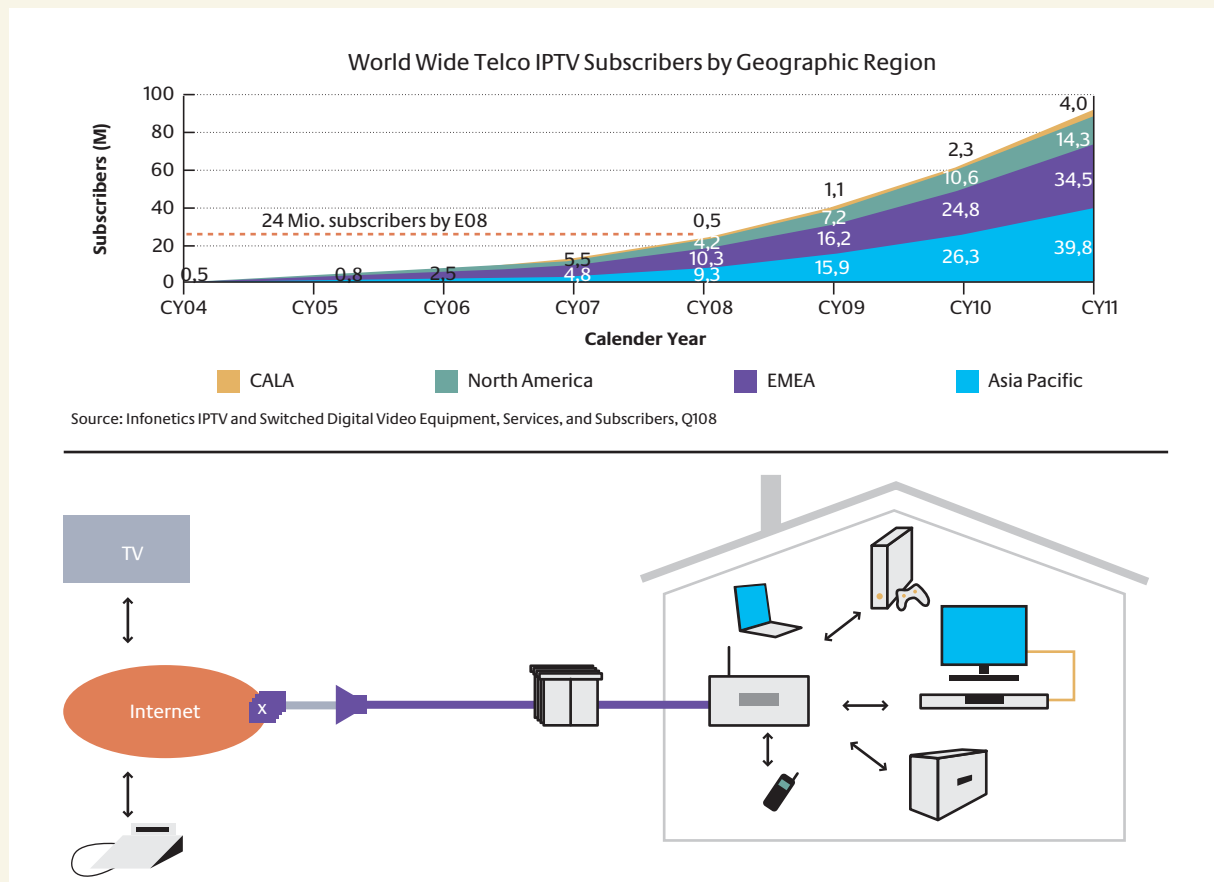
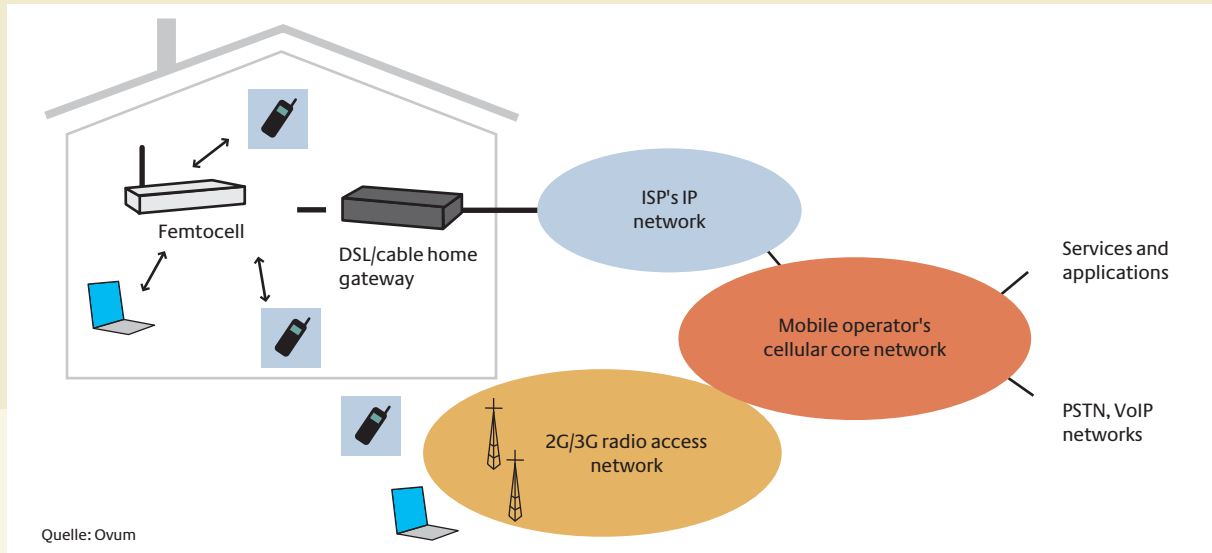


Bild 17: Das Femto-Zugangsrouter Konzept



Lösungen sind darüber hinaus außerordentlich energiesparend. So hat z. B. Gigabit-Ethernet eine um den Faktor 3 höhere Energieeffizienz als das weitverbreitete Fast-Ethernet. Bei allen Neubauten oder bei Renovierungsarbeiten sollten daher Leerrohre oder eine Ethernetverkabelung (CAT-6) sternförmig aus jedem Raum zu einem zentralen Punkt verlegt werden.

Alternativ zu Kupferverkabelung wird zukünftig die Verkabelung mit Glasfasern z. B. mit Polymer Optical Fibers (POF) oder Multi-Mode Fibers (MMF) eine größere Rolle spielen, da diese nachträglich wesentlich leichter verlegt werden können als Cat-5- oder Cat-6-Kabel. Allerdings sind derzeit noch zu wenige Endgeräte mit den entsprechenden Schnittstellen versehen, so dass die Benutzung dieser Technologie nur mit Schnittstellenkonvertern möglich ist.

Eine weitere Variante sind neue Funk/Festnetz-Hybridlösungen. Hohe Bandbreiten werden über das Festnetz an einer so genannten Femtozelle (Home Base Station) bereitgestellt. Die Femtozelle ist dabei eine in den Wohn- bzw. Bürobereich verlegte UMTS-Basisstation, vergleichbar mit dem Zugangspunkt

(Access Point) bei einem Wireless-LAN (siehe Bild 17). Die Femtozelle arbeitet mit sehr geringer Leistung und verbessert die Inhouse-Funkversorgung entscheidend. Diese Basisstationen kleinster Leistung werden über Breitband an das UMTS-Netz des jeweiligen Betreibers angebunden und von diesem gesteuert, um gegenseitige Störungen auszuschließen. Die Endgeräte sind reguläre Mobilfunkgeräte verschiedener Ausprägung sowie andere tragbare Geräte mit eingebautem Modem. Diese Lösung ist sowohl für Verbindungen im Innenbereich, als auch für kürzere Reichweiten außerhalb des Hauses geeignet und ermöglicht eine nahtlose Verbindungsübergabe zwischen den Bereichen. T-Mobile startete ihren Femtozellen-Pilotversuch im Großraum Köln/Bonn im Juni 2008. Dabei soll festgestellt werden, ob und wie die Qualität der UMTS-Sprachverbindungen als auch die Nutzbarkeit von schnellen Datenverbindungen per HSDPA und HSUPA deutlich verbessert werden und eine effektivere Bündelung von mobilen Diensten und breitbandigen Diensten im Festnetz erreicht werden kann. Natürlich kann dabei die nutzbare Datenrate in der Funkzelle nicht höher sein als die von der Breitbandanbindung zur Verfügung gestellte.

6. Politische Rahmenbedingungen für die Breitbandentwicklung

Die Hebung der aufgezeigten Potenziale einer modernen, hochleistungsfähigen Breitbandinfrastruktur setzt optimale politische Rahmenbedingungen voraus. Nur so kann eine zukunftsfähige Breitband-Infrastruktur entstehen und ihre Dynamik entfalten. Dies erfordert dreierlei:

- ▶ konkrete politische Unterstützungsmaßnahmen
- ▶ eine angemessene Frequenzpolitik, die auch eine effiziente Nutzung der digitalen Dividende einschließt und insbesondere
- ▶ einen langfristig angelegten Regulierungsrahmen, der Anreize für Infrastrukturinvestitionen schafft, und Regulierung konsequent zurücknimmt, wo die Voraussetzungen für einen funktionierenden Infrastrukturwettbewerb vorhanden sind.

Die Verpflichtung zu einem Universaldienst gehört nicht dazu.

6.1 Wie die Politik den Ausbau flächendeckender Breitbandinfrastrukturen unterstützen kann

Damit Deutschland auch weiterhin seine internationale Spitzenposition im Bereich der TK-Infrastruktur behaupten kann, muss die Breitbandinfrastruktur konsequent überall in Deutschland ausgebaut und die Bandbreiten in den nächsten Jahren sukzessive durch den Einsatz neuer, innovativer Technologien gesteigert werden.

Moderne Hochgeschwindigkeitsnetze bilden das infrastrukturelle Rückgrat der Informationsgesellschaft und sind ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in der Wissensgesellschaft des 21. Jahrhunderts. Die Verfügbarkeit einer hochleistungsfähigen Kommunikationsinfrastruktur ist für Deutschland im internationalen Standortwettbewerb ein bedeutender Erfolgsfaktor. Die positiven volkswirtschaftlichen Effekte entstehen u. a. durch die Steigerung der Innovationsrate, Effizienz- und Leistungsverbesserungen im Bildungs- und im Gesundheitswesen, eine Stärkung der regionalen Entwicklung sowie eine deutliche Entlastung der Umwelt durch Substitution von Verkehr durch Kommunikation.

Studien gehen heute davon aus, dass die Nachfrage nach Bandbreite und damit die Anforderungen an die Qualität der Netze in den nächsten Jahren weiterhin stark steigen werden. Innovative Anwendungen wie HDTV, Software aus dem Netz, Maschine-zu-Maschine-Kommunikation oder auch medizinische Anwendungen werden Bandbreiten von mehr als 30 Mbit/s erfordern.

Die Verfügbarkeit dieser Bandbreiten wird zunehmend die Qualität des Standortes Deutschland bestimmen – sowohl für Geschäfts- aber auch Privatkunden. Das heutige, kupferbasierte Festnetz erreicht seine Kapazitätsgrenzen. Deutschland benötigt eine grundlegende Debatte über die Zukunft der Breitbandnetze. Wenn die Lissabon-Strategie aufgehen soll, Europa zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensgestützten Wirtschaftsraum der Welt zu machen, bedarf es erheblicher Anstrengungen der Wirtschaft und Unterstützung der Politik.

Deutschland benötigt eine flächendeckende und hochleistungsfähige Breitbandinfrastruktur. Dazu müssen Politik und Wirtschaft gemeinsam entscheidende Weichenstellungen vornehmen, um folgende Ziele bis 2015 zu erreichen:

1. **Breitband für möglichst alle:** Derzeit haben über 98 Prozent aller Haushalte die Möglichkeit einen Breitbandzugang zu erhalten (siehe Bericht 2008 zum Breitbandatlas unter <http://www.zukunft-breitband.de/BBA/Navigation/Service/publikationen,did=224230.html>). Damit liegt Deutschland derzeit im europäischen Spitzenfeld. Die Lücken der Breitbandversorgung insbesondere in ländlichen Räumen müssen geschlossen werden, damit alle Bürger und Unternehmen unabhängig von ihrem Standort an den Vorteilen des Internets teilhaben können. Kurzfristig ist sicherzustellen, dass flächendeckend Breitbandanschlüsse mit einer Downloadrate von mindestens 1 Mbit/s verfügbar sind. Diese Grenze muss im Zeitablauf sukzessive angehoben werden.
2. **Aufbau von Hochgeschwindigkeitsnetzen:** Durch den Einsatz von neuen Technologien wie Glasfaser oder Kabel sind Bandbreiten über 100 Mbit/s möglich. Nur wenn Investitionen unterstützt werden, ist es möglich, derartige neue und

moderne Netze zu finanzieren. Einzelne Unternehmen wie die Deutsche Telekom, Kabel Deutschland sowie einige Regionalcarrier investieren stark in den Aufbau von Hochleistungsnetzen. Allerdings liegt der Schwerpunkt hierbei oftmals auf Ballungsräumen. Ein flächendeckender Ausbau ist zumeist nicht wirtschaftlich realisierbar. Daher ist es notwendig, dass Unternehmen, die in moderne Breitbandnetze investieren, entsprechende investitionsfreundliche regulatorische Rahmenbedingungen erhalten. Die Bundesregierung und die Länder werden dies unterstützen.

3. **Unterstützung und Weiterentwicklung von Breitbandanwendungen:** Die neuen Infrastrukturen sind kein Selbstzweck. In Deutschland müssen neue Anwendungen wie Telearbeit, E-Government, E-Learning, Telemedizin, Geoinformationswirtschaft, IPTV, Video-on-Demand, E-Business, E-Entertainment usw. stärker genutzt bzw. zu diesen Anwendungen neue Dienste entwickelt werden.

Um diese Ziele zu erreichen, sind folgende Maßnahmen notwendig:

1. Die Erstellung eines deutschlandweiten Glasfaser-, Kabel- und Leerrohratlases, um einen Überblick über die vorhandene, entsprechende Infrastruktur sämtlicher Anbieter zu erhalten.
2. Die Entwicklung eines Leerrohrmasterplans, um systematisch die Lücken zwischen den vorhandenen Backbone-Netzen und den ländlichen Gemeinden zu definieren und deren Schließung zu planen. Dazu gehört beispielsweise eine möglichst generelle, deutschlandweite Verpflichtung, dass bei allen öffentlichen Infrastruktur-, insbesondere Verkehrsbaumaßnahmen des Bundes, der Länder und der Kommunen immer auch wettbewerbsneutrale Leerrohre mitverlegt werden, um auf möglichst effiziente Weise den finanziell aufwendigsten Teil des Netzaufbaus umzusetzen.
3. Die politische Unterstützung der Mitnutzung vorhandener, alternativer Infrastrukturen, insbesondere auch nicht TK-spezifischer Infrastrukturen (Straßen, Eisenbahntrassen, Wasser-/ Abwasser-

leitungen, Energienetze, Masten, Türme etc.) gegen entsprechende Kostenbeteiligung.

4. Die Erweiterung der Bauvorschriften dahingehend, dass bei Hausneubauten und -sanierungen Leerrohre oder strukturierte Datennetz-Verkabelung vorgesehen werden.
5. Die Nutzung von Synergieeffekten in den Regionen durch eine überkommunale Planung, Koordination und Zusammenarbeit. Hierdurch sollen attraktive Marktzutrittsgebiete für potenzielle Anbieter und eine Kostendegression erzeugt werden.
6. Die Initiierung von Public-Private-Partnerships zur Finanzierung neuer Infrastrukturnetze, wo eine solche aus rein privaten Mitteln nicht realisiert werden kann.
7. Die Überprüfung und Rückführung der bisherigen Zugangsverpflichtungen soweit bereits funktionierender und nachhaltiger Infrastrukturwettbewerb vorhanden ist bzw. die Voraussetzungen für ein Level-playing-field geschaffen worden sind. Schaffung von Rechtssicherheit für die zukünftigen regulatorischen Rahmenbedingungen von Next-Generation-Access-Netzwerken. Hierzu zählt die Schaffung eines transparenten, investitionsfreundlichen Regulierungsrahmens, der beispielsweise ein Risk-Sharing zwischen verschiedenen Betreibern ermöglicht, die vom Infrastrukturausbau profitieren. Zudem müssen die Unternehmen, die investieren und damit ein Geschäftsrisiko eingehen, eine langfristig angemessene Rendite erwirtschaften können.
8. Öffentlichkeitsarbeit zur Bedeutung von Infrastrukturprojekten. Es werden Kampagnen benötigt, die zeigen, dass es sich bei Infrastrukturprojekten um faszinierende Projekte handelt, die innovativ, modern und voller Ideen sind. Zusammen mit einer „Infrastrukturoffensive“ von Bund, Ländern und Kommunen sowie der Wirtschaft kann dies als Aufbruchsignal wirken.
9. Die Ermöglichung notwendiger Konsolidierungen im Kabelmarkt, damit der volkswirtschaftlich gewünschte und chancengleiche Wettbewerb der Infrastrukturen weiter voran getrieben wird.

Diese Maßnahmen sind nur zu verwirklichen, wenn es zu einer konzertierten Aktion aller Beteiligten kommt. Alle führenden Netzbetreiber in Deutschland sowie Bund, Länder und Kommunen müssen bereit sein, möglichst vollständig Informationen zu ihren schon vorhandenen Glasfaser-, Kabel- und Leerrohrnetzen bereitzustellen, um die oben genannten Datengrundlagen zu schaffen.

Außerdem muss eine enge Zusammenarbeit zwischen Bundes-, Landes- und kommunalen Verwaltungen angestrebt werden, um möglichst schnell Effizienzsteigerungen und Synergieeffekte bei öffentlichen Infrastrukturmaßnahmen zu erreichen (Mitzunutzung vorhandener Infrastrukturen, Kosteneinsparungen bei Tiefbaumassnahmen z. B. durch Mitverlegung von Leerrohren). Dazu findet sich in der Anlage eine Übersicht über die bisherigen Breitbandaktivitäten in den einzelnen Bundesländern.

Die Projektgruppe Breitband der Zukunft strebt ihrerseits an, über den 3. IT-Gipfel hinaus weiterhin die gemeinsamen Aktivitäten voran zu treiben und lädt hierzu weitere interessierte Gruppen ein.

6.2 Warum der Universaldienst keine Lösung für die flächendeckende Breitbandversorgung ist

In der öffentlichen Diskussion über einen schnellen und effektiven Weg zur Schließung der Breitbandlücken, insbesondere im ländlichen Raum, wird regelmäßig die Erweiterung des sog. Universaldienstes um Breitbanddienste vorgeschlagen. Damit ist meistens eine Verpflichtung eines Netzbetreibers gemeint, auch in den für ihn nicht rentablen, dünn besiedelten ländlichen Regionen jedem Bürger die DSL-Technologie anzubieten.

Aus folgenden Gründen ist diese Lösung weder kurzfristig möglich, noch wirtschaftlich und technologisch sinnvoll:

1. Der Universaldienst ist ein im europäischen Rechtsrahmen verankertes Konzept, mit dem eine Grundversorgung, d.h. flächendeckende Mindestversorgung mit Telekommunikationsdiensten gewährleistet werden soll. Die aktuellen Universaldienstregelungen umfassen keine

Breitbanddienste. Mögliche Erweiterungen um solche Dienste werden zwar diskutiert, werden aber auf europäischer Ebene nicht vor 2009 und national nicht vor 2010/2011 in Kraft treten können. Folglich liefert das Universaldienstkonzept keinen kurzfristigen Lösungsansatz.

Im Übrigen basiert das europäische Telekommunikationsrecht auf dem Grundsatz der Technologieutralität. Insoweit wäre es zwar möglich, Breitbanddienste in den Universaldienst zu definieren, sicher aber nicht konkrete Technologien wie DSL

Auch die direkte Verpflichtung bestimmter Unternehmen ist im Regelfall nicht möglich. Nach Festlegung eines bestimmten Versorgungsniveaus müsste zunächst geprüft werden, ob entsprechende Dienste im Wettbewerb angeboten werden. Wenn nicht, müsste im Rahmen von Ausschreibungsverfahren das Unternehmen identifiziert werden, das für den gewünschten Dienst den geringsten Zuschussbedarf ausweist.

2. Eine direkte Verpflichtung bestimmter Unternehmen wäre im Übrigen auch ökonomisch wenig sinnvoll, da die Erschließung weißer Flecken durch alternative Technologien vielfach wesentlich günstiger zu bewerkstelligen ist als durch einen DSL-Ausbau. Da nach allgemeiner Auffassung in den meisten der bisher nicht oder schlecht versorgten Kommunen ökonomisch tragfähige Marktlösungen möglich sind, kommt dem Universaldienstkonzept in der Praxis ohnehin eine nur nachrangige Bedeutung zu. Im Übrigen ist zu erwarten, dass europäische Breitbanddefinitionen für den Universaldienst qualitativ den hiesigen Anforderungen nicht genügen würden. So wurde kürzlich in der Schweiz ein Universaldienst definiert, der eine Downloadrate von 600 Kbit/s vorsieht. Ein solcher Dienst ist in Deutschland bereits heute flächendeckend über Satellit verfügbar.
3. Im Rahmen einer etwaigen politischen Debatte um mögliche Universaldienstenerweiterungen und Subventionierungen ist daher darauf zu achten, dass hierdurch vielfältige positive Marktentwicklungen nicht konterkariert werden.

4. Zielführender als die Festlegung von Universaldiensten ist eine adäquate Informationspolitik sowie investitionsfreundliche regulatorische Rahmenbedingungen. Dadurch kann Hilfe zur Selbsthilfe geleistet und die Entwicklung von Marktprozessen unterstützt werden.

Durch eine konzertierte Aktion von Bund, Ländern, Kommunen und Wirtschaft ist es möglich, die Breitbandversorgung in Deutschland auch ohne Subventionierungen und Erweiterungen des Universaldienstes auf qualitativ hohem Niveau deutlich voranzutreiben und noch vorhandene Lücken rasch zu schließen.

6.3 Frequenzpolitik im Wandel – Handlungsnotwendigkeiten und Optionen

6.3.1 Heutiges Frequenzmanagement

Die Zuordnung von Frequenzen zu Nutzungen (Frequenzallokation) wird auf weltweiter Basis im Zyklus von vier Jahren im Rahmen der World Radio Conferences (WRC), einer Unterorganisation der Vereinten Nationen, festgeschrieben. Die Industrie ist über Experten eingebunden und beratend vertreten. Die Mitgliedsländer treffen die Entscheidungen. Die technisch-physikalisch interessanten Frequenzbereiche sind heute nahezu schon durchgängig belegt. Es kann daher mehr als zehn Jahre dauern, bis Frequenzen für eine neue Nutzung zur Verfügung stehen.

Durch die technologische Entwicklung mit ihren immer schneller werdenden Zyklen erweist sich das derzeitige System der Festschreibung bestimmter Nutzungen als zu unflexibel. Gegenüber Planungszeiträumen von Jahrzehnten finden in der Kommunikationstechnik Entwicklungsquantensprünge in deutlich kürzeren Rhythmen statt. Die politischen Prozesse sollten auf nationaler wie internationaler Ebene dahingehend optimiert werden, dass sie eine effiziente Frequenznutzung bestmöglich unterstützen.

6.3.2 Europäische Frequenzpolitik im Wandel – die Basis ist gelegt

Die Europäische Konferenz der Post und Telekommunikationsverwaltungen (CEPT) und die Europäische Kommission tragen mit ihrer Frequenzliberalisierungspolitik den Markterfordernissen und Bedürfnissen

der Bevölkerung Rechnung. Im Grundsatz soll durch mehr Flexibilität bei der Frequenzvergabe dafür gesorgt werden, dass schneller auf die Markterfordernisse reagiert werden kann und damit die Bedarfe besser und schneller gedeckt werden können.

Wesentliche Merkmale der neuen Politik sind die Einführung von Technologie- und Servicenutralität, die Möglichkeit zu Nutzungsänderungen (so genanntes Refarming) und der Frequenzhandel. Des Weiteren schlägt die EU vor, die Digitale Dividende auch für Nicht-Rundfunkdienste nutzbar zu machen.

Die Europäische Politik hat den richtigen Rahmen geschaffen. Auf internationaler Ebene ist ebenfalls der erste Schritt getan: Die Weltfunkkonferenz (WRC) hat 2007 dem wachsenden Bedarf an Frequenzen für eine mobile Breitbandversorgung in der Fläche Rechnung getragen. Aufgrund des in Europa nach wie vor starken Bedarfs für die terrestrische Rundfunkverbreitung hat man allerdings nur 72 MHz zwischen 790 und 862 MHz im oberen Teil des UHF-Bandes für eine Mitnutzung durch den Mobilfunk identifiziert. Dieser Frequenzbereich ist aufgrund seiner physikalischen Ausbreitungsbedingungen für die Versorgung insbesondere in der Fläche, d.h. auch der ländlichen Gebiete, äußerst geeignet.

In den anderen Weltregionen (Amerika, Asien) wurde deutlich mehr Frequenzspektrum unterhalb von 1 GHz für den Mobilfunk geöffnet.

6.3.3 Nationale Frequenzpolitik – Umsetzung muss noch erfolgen

Die Digitalisierung des terrestrischen Rundfunks erfolgt in Europa einschließlich der Mitgliedsstaaten der EU zu verschiedenen Zeitpunkten. In Deutschland ist 2009 mit dem Abschluss zu rechnen. In Deutschland könnte direkt mit einer Planung für die zusätzliche Übertragungskapazität begonnen werden. Hierzu müssen zunächst die nationalen Frequenzpläne angepasst werden. Um eine zukunftsgerichtete Basis zu erhalten, sollte hier zunächst der tatsächliche heutige Bedarf für den Rundfunk durch die Länder neu ermittelt werden und der Frequenzbereich 790-862 MHz analog zu den Beschlüssen der WRC 07 für Nicht-Rundfunkdienste geöffnet werden.

Die Zuteilungspraxis der BNetzA sollte sich in enger Zusammenarbeit mit den Bundesländern darauf ausrichten, den oberen Teil des UHF-Bandes, der durch die Digitalisierung demnächst frei wird, stärker für die flächendeckende Breitbandkommunikation zu nutzen. Damit könnten mittelfristig neue Zugangstechnologien in der Breitbandkommunikation eingesetzt und Deutschland könnte hier zum Vorreiter werden.

6.3.4 Auskömmliches Miteinander – Sicherheit für den Rundfunk und Perspektive für den Mobilfunk

Der obere von der WRC identifizierte Bereich ist heute hauptsächlich von militärischen Anwendungen belegt, allerdings auslaufend. Aufgrund der militärischen Nutzung werden bisher nur einzelne Kanäle an wenigen Standorten für Rundfunk genutzt. Darüber hinaus gibt es u. a. Sekundärnutzungsmöglichkeiten für drahtlose Mikrofonanlagen, die bei Planungen zu berücksichtigen sind.

Das Bild 18 zeigt das heutige Band IV/V mit dem von der WRC-07 für eine co-primäre Nutzung identifizierten Bereich im Vergleich zu dem vom TK-Markt aufgezeigten Frequenzbedarf für eine mobile flächendeckende Versorgung mit einer Datenrate von 6 Mbit/s.

Ein harmonisches Nebeneinander von Rundfunk und Breitbandkommunikation innerhalb des UHF-Bandes sollte das Ziel sein. Es muss dabei gewährleistet sein, dass es nicht zu Störungen bei der Rundfunkübertragung über andere Infrastrukturen kommt. Hierzu besteht noch Untersuchungsbedarf. Zieht man darüber hinaus in Betracht, dass die breitbandigen Zugänge zu den Kunden transparent sind und

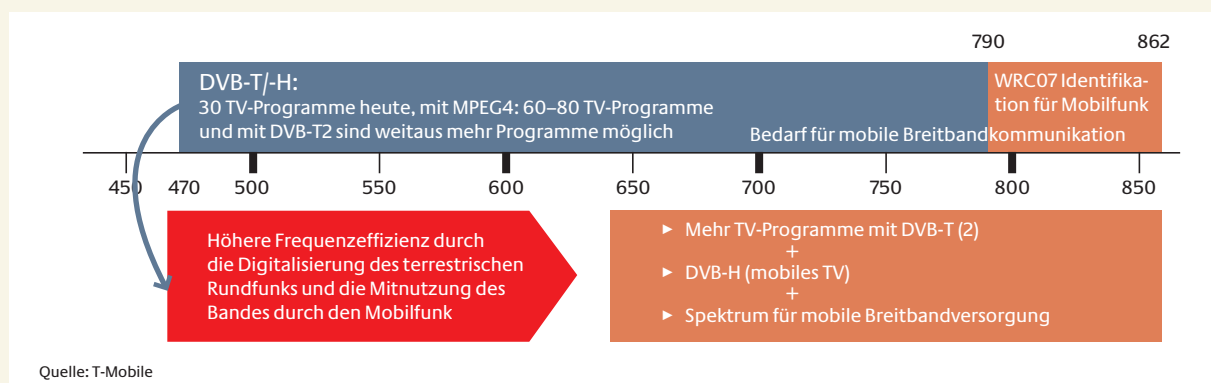
das zunehmend Rundfunk über das Internet transportiert und konsumiert wird – also auch für den Rundfunk neue Verbreitungswege entstehen – dann wird überdeutlich, dass mit der flächendeckenden Breitbanderschließung auch über Frequenzen aus der Digitalen Dividende eine Win-Win-Situation entsteht: Zumindest für den privaten Rundfunk scheint ein flächendeckender DVB-T-Ausbau unwirtschaftlich zu sein. Gleichzeitig ist aber auch für Rundfunkanbieter das Internet schon heute ein wichtiger Kanal für die Verbreitung von programmbegleitenden Informationen und für die Vermarktung der eigenen Angebote geworden. So können sowohl die Rundfunkanbieter als auch die Bürger, die damit Zugang zu diesen Angeboten und dem World Wide Web insgesamt erhalten, von einer Nutzung der Digitalen Dividende für den Breitbandausbau profitieren.

6.3.5 Notwendige nächste Schritte

Die Umsetzung des WRC-Ergebnisses zur Zuweisung von 72 MHz im oberen Bereich des UHF-Bandes sollte zunächst in nationales Recht umgesetzt werden, um frühzeitig Planungssicherheit herzustellen. Die regulatorischen Rahmenbedingungen sind im Konsens mit den Bundesländern zu entwickeln. Der Forderung nach Versorgung für die Fläche kann so zunächst Rechnung getragen werden.

In einem zweiten Schritt, wenn sich die Win-Win Situation für Rundfunk und Mobilfunk bestätigt, sollte dann weiteres Spektrum zur Verfügung gestellt werden. In diesem Szenario wäre dann auch die für eine effiziente Entwicklung notwendige Förderung von Wettbewerb möglich.

Bild 18: Das TV-Rundfunkband heute und mit dem Bedarf des TK-Marktes für flächendeckendes Breitband



6.4 Weitere Rahmenbedingungen für die Breitbandentwicklung

Weitere wichtige politische Rahmenbedingungen für die Breitbandentwicklung sind:

- ▶ die Förderung künftiger Breitbandanwendungen wie der Telemedizin, von
- ▶ eGovernmentanwendungen, E-learning und von Anwendungen der
- ▶ Geoinformationswirtschaft, die eine neue Geodateninfrastruktur benötigt,
- ▶ die Netzwetkbildung auf kommunaler, Landes- und Bundesebene – es laufen noch zu viele Breitbandaktivitäten parallel,
- ▶ die Ausrichtung eines Wettbewerbs zwischen den Regionen und Kommunen um die modernste Breitbandinfrastruktur,
- ▶ die Forschungsförderung von Breitbandtechnologien (Datenkompression; Gigabit-Technologien im Nahbereich und auf Glasfaser usw.)

Anlage 1: Breitband-Aktivitäten der Flächenländer

Tabellarische Kurzübersicht¹²

Land	Aktionsprogramm	Finanzielle Förderung
BB	Breitbandinitiative Brandenburg	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Gewerbegebiete über GA-I ▶ Breitbanddienste (F&E) ▶ Ländl. Raum (GAK) ab 2008
BW	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Breitband-Initiative Ländlicher Raum BW ▶ Clearingstelle: Neue Medien im ländl. Raum ▶ AK Mediendörfer ▶ Modellprojekte (Modellversuch Sternenfels, Modellprojekt UMTS) 	Förderung von Modellprojekten und Breitbandinfrastruktur; Förderschwerpunkt sind so genannte Breitbandtrassen, d. h. primär die Verlegung von Leerrohren inkl. erforderlicher Tiefbauarbeiten
BY	Breitbandinitiative Bayern mit Aktionsprogramm „Breitband für Bayern“	Ein Förderprogramm im Verfahren zur Notifizierung bei der EU; Förderung nach GAK sowie mit eigenen Landesmitteln
HE	Initiative „Mehr Breitband für Hessen“	<p>Förderung von Modellprojekten und Breitbandinfrastruktur im Rahmen von GAK</p> <p>Schwerpunkt auf „Beratung und Infoaktivitäten“ im Rahmen von EFRE</p>
MV	Breitbandinitiative Mecklenburg-Vorpommern	<p>Bedingt</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Gewerbegebiete über GA ▶ Gemeinden über GAK ▶ Pilotprojekt Nutzung Rundfunkfrequenzen in Vorbereitung
NI	Breitbandinitiative Niedersachsen www.breitband-niedersachsen.de	<ul style="list-style-type: none"> ▶ EFRE (Infrastruktur) ▶ ELA (Vorstudie) ▶ GAK (ländlicher Raum) ▶ GA (Gewerbegebiete) ▶ Wirtschaftsförderfonds (Breitband Komp. Zentr.) ▶ Stiftung „Zukunfts- und Innovationsfonds“ Niedersachsen (Pilot)
NW	IKT-Cluster (eigene Geschäftsstelle)	<p>Ja</p> <p>Gewerbegebiete über GA</p> <p>ländl. Raum über GAK</p>

Info-Veranstaltungen/ Info-Material	Netzwerk- bildung	Differenzierung nach Bedarfsträgern	Bedarfserhebung
Ja	Nein	Nein	Breitbandbedarfs-atlas www.breitbandatlas- brandenburg.de
Ja	Aktionsgemeinschaft „Breitband im Ländlichen Raum“	Nein	Nein
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Internet-Portal ▶ Regionalkonferenzen ▶ Workshops 	Unterstützung durch staatliches Beratungsangebot	Nein	Mit Hilfe von lokalen Breitbandpaten und Internetportal www.breitband. bayern.de
Ja	Ja	Nein	Zum Teil regional durch Landkreise /Kommunen
Ja Zwölf Infoveranstaltungen (eine je LK) in 2008 Breitbandbroschüre	Beratungsstelle beim Städte- und Gemeindetag M-V	Ja	Anfang 2007 für alle Gewerbegebiete, Mitte 2008 für alle ländlichen Regionen
Ja	Ja	Nein	Ja
Ja/Ja	Ja	Nein	Regional

Land	Aktionsprogramm	Finanzielle Förderung
RP	Breitband-Initiative Rheinland-Pfalz	Ländl. Raum im Rahmen von GAK ab Mitte 2008 Zuschüsse zu Infrastrukturinvestitionen sowie Planungsarbeiten, Machbarkeitsstudien etc.
SL	Nein	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Infrastrukturförderung aus EFRE ▶ Pilotprojekt WiMAX Funkfeldplanung ▶ Ländl. Raum (GAK) in Planung
SN	„Sachsen macht sich breitbandig“	Nichtinvestive GAK-Förderung schon gestartet, investive startet direkt nach Notifizierung Ergänzung durch Landesmittel
ST	Nein	Bedingt <ul style="list-style-type: none"> ▶ Pilotprojekt WiMAX ▶ Gewerbegebiete in Ausnahmefällen
SH	Nein	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Förderprogramm „Breitband“ des MWV tritt außer Kraft ▶ GAK-Förderung ab 2008
TH	Bevorstehender Start „Breitbandinitiative für Thüringen“	GAK-Förderung

Info-Veranstaltungen/ Info-Material	Netzwerk- bildung	Differenzierung nach Bedarfsträgern	Bedarfserhebung
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Kongresse ▶ Workshopreihe ▶ Geschäftsstelle Breitband-Initiative ▶ Website (ab 07/08) 	Bedingt (Anlassbezogen sowie über Mittel- standsinitiative coNNect)	Bedingt Berücksichtigung im Breitband-Gutachten 2008 u. a. Verbesserung der Anbindung von Schulen etc.	Bedingt Unterstützung der Datenerhebung der komm. Spitzenverbände i.R. einer konzertierten Aktion zwischen Bund, Land, Kommunen
Ja Einzelfallberatung Gespräche mit SGT	Bedingt (Anlassbezogen)	Nein	Breitbandinfrastruktur- analyse i.V.
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tiefenuntersuchung zur Breitbanderschlies- sung im ländl. Raum ▶ Sächs. TK-Tag ▶ bei Bedarf regionale Veranstaltung ▶ Beratung und Unterstützung im Einzelfall 	Im Rahmen des Förderverfahrens	Ja – in Studie und in Förderung	Exemplarisch in 12 reprä- sentativen kleinen Orten und Ortsteilen im ländl. Raum zur Ableitung von Best-Practice-Lösungen i. R. d. Tiefenuntersuchung sowie i. R. d. Förderung
Ja	Nein	Nein	Nein
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Landesweite Informationsveran- staltung Juli 2008 ▶ Verbreitung Informationsflyer ▶ Lokale/regionale Veranstaltungen und Beratungsgespräche 	In Ansätzen <ul style="list-style-type: none"> ▶ z. B. Glasfaser- anbieter ▶ „Breitband- runde“ 	Nein	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Lokal im Rahmen der Projektförderung nach Breitband-RL; ▶ Regional in Landkreisen, Aktiv-Regionen, etc ▶ Eigene Recherchen MWV
Ja, im Rahmen der Initiative	Ja, alle Kammern, Verbände & Komm. Spitzenverbände u. öffentliche Hand	Berücksichtigt in den Umfragen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Breitbandverfügbarkeits- analyse in Arbeit (landes- weite Umfrage läuft) ▶ Bedarfsanalyse in Arbeit (landesweite Umfrage läuft) ▶ Ergänzt durch eigene Erhebungen

Anlage 2: Glossar

ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Loop/Line (asymmetrischer, digitaler Teilnehmer-Anschluss; zur Zeit häufigste Anschluss Technik von Breitbandanschlüssen)
Backbone	Verbindender Kernbereich eines Telekommunikationsnetzes
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
CAGR	Compound Annual Growth Rate (durchschnittliche jährliche Wachstumsrate)
CAPEX	Capital Expenditures (Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter)
Cat-5	Category-5 cable (Kategorie-5-Kabel sind für Betriebsfrequenzen bis 100 MHz bestimmt)
CATV	Cable TV (Kabelfernsehen)
CEPT	Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikationsverwaltungen. Dachorganisation der Regulierungsbehörden aus 48 europäischen Staaten)
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications (digitale, verbesserte schnurlose Telekommunikation)
Digitale Dividende	Durch die Digitalisierung der terrestrischen Rundfunkübertragung kann dieselbe Anzahl Programme, die vorher analog verbreitet wurde, mit wesentlich weniger Frequenzen übertragen werden. Die dabei entstehenden Effizienzgewinne bezeichnet man als Digitale Dividende
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSL-Vermittlungsstelle)
DSM L3	Dynamic Spectrum Management Level 3 (Nachfolger von VDSL zur Datenübertragung auf Kupferkabeln; bis hin zu ca. 200 Mbit/s)
DOCSIS	s. EuroDOCSIS
Downstream	Datenübertragung zum Kunden hin, d. h. Empfang von Daten
DVB-C	Digital Video Broadcasting-Cable (Digitales Fernsehen über Kabel; die zweite Generation DVB-C2 soll Übertragungskapazitäten von bis zu 100 Mbit/s in einem 8 MHz Kabelkanal erreichen)
DVB-H	Digital Video Broadcasting – Handhelds (Digitaler Videorundfunk für Handgeräte; Übertragungsstandard, mit dem digitale Rundfunkprogramme über kleine und/oder mobile Geräte empfangen werden können)
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial (terrestrische, d. h. erdgebundene Verbreitung digitaler Fernsehsignale)
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution (verbessertes Verfahren zur Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit in GSM-Mobilfunknetzen)
EFRE	Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung (wird von den Bundesländern zur Kofinanzierung z. B. der GA-I und damit der Breitbanderschließung genutzt)
Ethernet	Leitungsgebundene Technik für lokale Daten-Netzwerke
EuroDOCSIS	DOCSIS = Data Over Cable Service Interface Specification (der DOCSIS-Standard wurde dem europäischen PAL-System angepasst, da es Bandbreiten bis 8 MHz fordert; dieser firmiert unter der Bezeichnung EuroDOCSIS; EuroDOCSIS 3.0 ermöglicht durch Bündelung von Kanälen pro Teilnehmer bis zu 200 Mbit/s downstream – in Richtung Teilnehmer – und bis zu 120 Mbit/s upstream – weg vom Teilnehmer)
Flash-OFDM	Fast Low-latency Access with Seamless Handoff (Variante für den mobilen Breitbandinternetzugang und basiert auf der Modulationstechnik OFDM [Orthogonal Frequency Division Multiplexing] im Bereich 450 MHz)
FTTB	Fibre To The Building/Basement (Glasfaser bis zum Gebäude; je nachdem wie nahe der DSLAM am Teilnehmer ist, spricht man von FTTC bzw. FTTN oder von FTTB, bei dem der DSLAM im Keller eines Mehrfamilienhauses steht)
FTTH	Fibre To The Home (Glasfaser in die Wohnung)
FTTN	Fibre To The Node/Neighborhood (Glasfaser bis in die Nachbarschaft), auch FTTC – Fibre To The Curb (hier steht der DSLAM in einem Schrank neben einem Kabelverzweiger im Feld).

GA-K	Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (Gemeinsames Förderprogramm des Bundes und der Landwirtschaftsministerien, aus dem ab 2008 auch der Breitbandanschluss von Gemeinden gefördert werden kann)
GA-I	Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (Förderung der wirtschaftsnahen kommunalen Infrastruktur durch Bund und Wirtschaftsministerien der Länder, mit der der Breitbandanschluss von Gewerbegebieten gefördert werden kann)
GB	Giga-Byte (Eine Milliarde Bytes; 1 Byte = 8 Bit)
Gbit/s	Giga-Bit pro Sekunde (Übertragungsgeschwindigkeit in Milliarden Bit je Sekunde)
GHz	Giga-Hertz (eine Milliarde Schwingungen pro Sekunde)
GPON	Gigabit Passive Optical Network (Übertragungstechnologie auf Basis von passiven optischen Netzen - PON. GPON erlaubt derzeit 2,5 GBit/s downstream – künftig 10 Gbit/s)
GPRS	General Packet Radio Service (Verfahren zur paketorientierten Datenübertragung in GSM-Mobilfunknetzen)
GSM	Global System for Mobile Communication (in Europa entwickelter, weltweit erfolgreicher, digitaler Mobilfunkstandard)
HD	High Definition (hochauflösend, z.B. HDTV)
HDTV	High Definition Television (Sammelbegriff für hochauflösendes Fernsehen)
HFC	Hybrid Fiber Coaxial (Anschlusstechnologie, bei der heute koaxiale Kabelfernsehnetze in der Fernebene Glasfaser und im Teilnehmerbereich hochwertige Koaxialkabel verwenden)
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access (auch UMTS-Breitband, gestattet im Labor Downlink-Datenraten von 14,6 Mbit/s)
HSPA	High Speed Packet Access (Oberbegriff zu HSDPA und HSUPA)
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access (wird beim Mobilfunkstandard UMTS verwendet und ermöglicht höhere Datenraten im Uplink bis zu 5,8 Mbit/s)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Berufsverband und Standardisierungsorganisation in den USA)
IKT	Information, Kommunikation, Telekommunikation
IP	Internet Protocol (Übertragungen gemäß Internet-Protokoll, z. B. Voice over IP – Sprache über IP)
IPTV	IP Television (Fernsehübertragung mit dem Internet-Protokoll über gemanagte Netze)
ITU	International Telecommunication Union, Unterorganisation der UN; die ITU-T befasst sich mit technischer Standardisierung
KVz	Kabelverzweiger (Schaltschrank zur Kabelverteilung innerhalb eines Fernsprech-Ortsnetzes zwischen Ortsvermittlungsstelle und den Teilnehmern)
LAN	Local Area Network (lokal begrenztes Daten-Netzwerk)
LTE	Long Term Evolution (Nachfolgestandard von UMTS mit einer Bandbreite pro Zelle deutlich über 100 Mbit/s)
LTE-SAE	LTE System Architecture Evolution (Netzbetreiber und Gerätehersteller bereiten sich im Rahmen der LSTI [LTE-SAE Trial Initiative] auf erste Anwendungen der LTE-Technik mit ausführlichen Feldversuchen und Labortests für das Jahr 2009 vor, um die reibungslose kommerzielle Einführung ab dem Jahr 2010 sicherzustellen.)
Mbit/s	Mega-Bit pro Sekunde (Übertragungsgeschwindigkeit in Millionen Bit je Sekunde)
MMF	Multi-Mode Fibers (Bei diesem Lichtwellenleiter tragen bei diesem Lichtwellenleiter mehrere Moden zur Signalübertragung bei.)
MoCA	Multimedia over Coax Alliance (Industrieinitiative zur Datenübertragung über die oft vorhandenen Koaxialkabelnetze in Gebäuden und Wohnungen)
NGMN	Next Generation Mobile Networks Alliance (Die deutschen Mobilfunknetzbetreiber sind Mitglieder dieser Arbeitsgruppe für LTE von weltweit 18 Mobilfunknetzbetreibern)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiple Access (besonders effektives Modulationsverfahren, das bei WIMAX und LTE eingesetzt wird)
PB	Peta-Byte (10 ¹⁵ Byte; zum Vergleich heutige Festplatten haben bis zu einer Milliarde Byte – 1 Giga-Byte -, davon wären 1 Million notwendig um 1 Peta-Byte zu speichern)
PLC	Powerline Communication (Datenübertragung über das Stromnetz)
PNA	Phoneline Networking Alliance (Übertragungsstandard für Netzwerke über das Telefonnetz – auch Home PNA)
POF	Polymeric Optical Fiber (Kunststoff-Lichtwellenleiter zur Übertragung von Licht und Daten mit max. Datenrate heute über 100m 100 Mbit/s)
PON	Passive Optical Network (s. GPON)
PoP	Point of Presence (Knotenpunkt im Netz)
Powerline	siehe PLC
PVR	Personal-Video-Recorder (Ein Persönlicher Videorekorder ist ein Videorekorder mit einer Festplatte statt des üblichen Bandlaufwerks)
P2P	Point-to-Point (Punkt zu Punkt Verbindung; teilweise wird dasselbe Kürzel auch für Peer-2-Peer für den direkten Dateiaustausch zwischen zwei Teilnehmern im Zusammenhang mit Filesharing-Netzwerken verwendet)
SHDSL	Standard for Single-Pair of Highspeed Digital Subscriber Line (eine weitere DSL-Art stellt SHDSL.bis dar - symmetrisch bis 7,58 Mbit/s über relative große Entfernungen)
UHF	Ultra-High-Frequency (im Zusammenhang mit dem terrestrischen Rundfunk bezeichnet dies den Frequenzbereich zwischen 470 und 862 MHz; die Bezeichnung Ultra-High ist eher historisch zu sehen, da der Bereich in einem sehr niedrigen Bereich der heute technisch nutzbaren Frequenzen liegt)
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (Steht für den Mobilfunkstandard der dritten Generation, bei dem mit bis 7,2 Mbit/s deutlich höhere Datenübertragungsraten als mit dem GSM-Standard möglich sind)
Upstream	Datenübertragung vom Kunden weg, d.h. Versand von Daten
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line (gestattet mit downstream 52 / upstream 11 Mbit/s wesentlich höhere Datenübertragungsraten als beispielsweise ADSL)
VoD	Video on Demand (Video auf Nachfrage)
VoIP	Voice over IP (Internet-Telefonie – Telefonieren über Computernetzwerke, die nach Internet-Standards arbeiten)
WAN	Wide Area Network (großräumiges Computernetz)
WDM PON	Wavelength Division Multiplexing (Technologie, die individuelle Kunden über eigene Wellenlängen versorgen soll)
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Funksysteme nach dem Standard IEEE 802.16)
Wireless LAN	Wireless Local Area Network (drahtloses Funknetzwerk mit geringer WLAN Reichweite i. d. R. nach einem der Standards IEEE 802.11a, b, g oder n)
WRC	World Radiocommunication Conference (entscheidet auf internationaler Ebene über die Belange des Funkwesens)
3D	3-Dimensional
3GPP	3rd Generation Partnership Project (Industrieinitiative für die Standardisierung der dritten Mobilfunkgeneration, die in Europa als UMTS bekannt ist)

Anlage 3: Übersicht der Beteiligten und der Unternehmen

Name	Firma	E-Mail
Jochen Schwarz*	Alcatel-Lucent	j.schwarz@alcatel-lucent.de
Jürgen Apitz	Alcatel-Lucent	j.apitz@alcatel-lucent.de
Manfred Hammer	Alcatel-Lucent	Manfredhammer@alcatel-lucent.com
Manfred Breul	BITKOM	m.breul@bitkom.org
Dr. Robert Henkel	BMWi	Robert.Henkel@bmwi.bund.de
Dr. Wolfgang Fischer	Cisco	w.fischer@cisco.com
Patrick von Braunmühl	Cisco	Patrick.braunmuehl@cisco.com
Dr. Sven Hischke	Deutsche Telekom	Sven.hischke@telekom.de
Marcus Isermann	Deutsche Telekom	Marcus.isermann@telekom.de
Gabriele Hintzen	Deutsche Telekom	Gabriele.hintzen@telekom.de
Martina Westhues	Deutsche Telekom	M.Westhues@telekom.de
Peter Oefinger	E-Plus	Peter.oefinger@eplus.de
Dr. Michael Pöbl	Infineon	michael.poebl@infineon.com
Marja von Oppenkowski	Kabel Deutschland	Marja.vonOppenkowski@KabelDeutschland.de
Dr. Dieter Pötschke	Ministerium f. Wirtschaft des Landes Brandenburg	Dieter.poetschke@MW.Brandenburg.de
Dr. Ernst Göldner	Nokia Siemens Networks	Ernst.goeldner@nsn.com
Gerlinde Bedö	Nokia Siemens Network	Gerlinde.bedoe@nsn.com
Dr. Helmut Stocker	Nokia Siemens Network	Helmut.stocker@nsn.com
Florian König	Telefonica o2 Germany	Florian.koenig@o2.com
Karl-Heinz Laudan	T-Mobile	Karl-heinz.laudan@t-mobile.net
Jens Mühlner	T-Systems	Jens.muehlner@t-systems.com

*Leiter der Projektgruppe Breitband der Zukunft

Abbildungsverzeichnis, Tabellenverzeichnis, Anlagenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Korrelation zwischen Bruttosozialprodukt und Network Readiness Index	7
Bild 2:	Breitbandentwicklung in Deutschland und EU-Vergleich	8
Bild 3:	Breitbandverkehrsvolumen in Deutschland	9
Bild 4:	Verbreitung von Glasfaseranschlüssen	10
Bild 5:	Wachstum bei mobiler Breitbandnutzung	11
Bild 6:	Breitband als Basis für wirtschaftliches und soziales Wachstum	12
Bild 7:	Zukünftiges Bandbreitenwachstum der Zugangsbitraten	12
Bild 8:	Wachstumsspirale im Bandbreitenbedarf	13
Bild 9:	Breitbandprognose für das Internet	13
Bild 10:	Downstream-Datenraten verschiedener DSL-Technologien	14
Bild 11:	Koaxialkabelversorgung	16
Bild 12:	Überblick der erzielbaren Bandbreiten im Funk	18
Bild 13:	Reichweiten und relative Netzkosten in Abhängigkeit vom Frequenzbereich	19
Bild 14:	Entwicklung der realen drahtgebundenen und drahtlosen Nutzerdatenraten	20
Bild 15:	Derzeitige und zukünftige Hausverkabelung	23
Bild 16:	IPTV-Anwendung	24
Bild 17:	Das Femto-Zugangsrouten Konzept	25
Bild 18:	Das TV-Rundfunkband	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der maximalen Datenraten	22
------------	------------------------------------	----

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Breitband-Aktivitäten der Flächenländer – Tabellarische Kurzübersicht	32
Anlage 2:	Glossar	36
Anlage 3:	Übersicht der Beteiligten und der Unternehmen	39

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.