

Die Privatkundennachfrage nach hochbitratigem Breit- bandinternet im Jahr 2025

Autoren:

Dr. Sonia Strube Martins
Dr. Christian Wernick
Dr. Thomas Plückebaum
Dr. Iris Henseler-Unger

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef

Bad Honnef, März 2017

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
2 Das WIK-Marktpotenzialmodell	3
2.1 Grundstruktur und Methodik des Modells	3
2.2 Herleitung der Annahmen des Modells	4
2.2.1 Anwendungskategorien und Bandbreitenbedarf	4
2.2.2 Nutzertypologien	14
2.2.3 Haushaltsverteilung	20
3 Schätzergebnisse	20
4 Fazit	25
Literaturverzeichnis	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Das WIK-Marktpotenzialmodell	3
Abbildung 2-2: Anwendungskategorien im WIK-Marktpotenzialmodell	5
Abbildung 2-3: Datenvolumen Breitband in Festnetzen in Deutschland	9
Abbildung 2-4: Auslastung des DE-CIX Knotens in Frankfurt	9
Abbildung 2-5: Bandbreitenentwicklung Nielsen's Law	10
Abbildung 2-6: Verteilung der Nutzertypologien auf die Bevölkerung	19
Abbildung 3-1: Nachfragepotenzial für Breitbandanschlüsse in Deutschland in 2025	21
Abbildung 3-2: Das Nachfragepotenzial für stationäre Breitbandanschlüsse in Deutschland bei geringeren Wachstumsannahmen für bandbreitenintensive TV-Anwendungen und VPN	22
Abbildung 3-3: Das Nachfragepotenzial für stationäre Breitbandanschlüsse in Deutschland bei einer intensiveren parallelen Nutzung von Anwendungen	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Im WIK-Marktpotenzialmodell berücksichtigte Anwendungskategorien und Anwendungsbeispiele	8
Tabelle 2-2:	Anwendungskategorien, erforderliche Bandbreiten und Qualitätsanforderungen	14
Tabelle 2-3:	Übersicht über Nutzertypologien	15
Tabelle 2-4:	Zuordnung der digitalen Anwendungen zu Nutzertypen	17
Tabelle 3-1:	Annahmen im WIK-Marktpotenzialmodell	20
Tabelle 3-2:	Übersicht der Zuordnung von Anwendungen zu Nutzertypologien in Alternativszenario 2	23

1 Einführung

Die zukünftige Entwicklung der Nachfrage nach Bandbreiten steht derzeit in der politischen wie gesellschaftlichen Diskussion.

Die aktuelle Breitbandstrategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel, bis 2018 alle deutschen Haushalte mit 50 Mbit/s zu versorgen.¹ Allerdings gehen die Überlegungen der einzelnen nationalen Akteure inzwischen weiter. So wird im Kursbuch der Netzallianz darauf hingewiesen, dass „mit Blick auf das weiterhin steigende Datenvolumen der kontinuierliche Ausbau noch leistungsfähigerer Breitbandanschlüsse bereits jetzt und auch nach dem Jahr 2018 von großer Wichtigkeit ist, damit eine zukünftige Versorgung im Gigabit-Bereich gelingt.“² Das BMWi fordert in der Digitalen Strategie 2025 und im Grünbuch Digitale Plattformen den Aufbau von Gigabit-Glasfasernetzen bis zum Jahr 2025, „die Geschwindigkeiten im Bereich mehrerer Gigabit pro Sekunde symmetrisch sowohl im Downstream als auch im Upstream bieten, zuverlässige echtzeitfähige Übertragung sicherstellen und Internetdienste hoher Qualität ermöglichen.“³

Auch die EU-Kommission stellt in ihrem Vorschlagspaket vom September 2016 die Entwicklung zur Gigabit-Gesellschaft in den Vordergrund. Wohl dem europäischen Durchschnitt geschuldet setzt sie das Ziel, dass Europa bis 2025 flächendeckend mit Anschlüssen versorgt werden soll, die Bandbreiten von 100 Mbit/s ermöglichen und zu Gigabitgeschwindigkeiten skaliert werden können.⁴ Diese Zielsetzung der Kommission erscheint aus deutscher Sicht überraschend defensiv.

Die zukünftig erwartete Datennutzung und die Bedeutung von Gigabitnetzen ist im Kontext des Breitbandausbaus ein entscheidendes Thema.

Vor diesem Hintergrund besteht Bedarf für objektive Analysen bzgl. der Frage, welche Bandbreitennachfrage zukünftig zu erwarten ist. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass der Ausbau von Gigabitnetzen zeitintensiv ist und frühzeitig (d. h. heute) in Angriff genommen werden muss, wenn man in 10-15 Jahren über eine entsprechende Infrastruktur verfügen möchte.

In jüngerer Zeit hat sich das WIK mit verschiedenen Fragestellungen im Kontext des Breitbandausbaus auseinandergesetzt. Es wurde analysiert, wie die Breitbandnutzung und -verfügbarkeit für Kunden aus dem gewerblichen Bereich aussieht⁵, welchen Beitrag regionale Akteure zum Breitbandausbau in Deutschland leisten können⁶ sowie welche Faktoren erfolgreiche FTTB/H-Ausbauprojekte auszeichnen.⁷ Das vorliegende

¹ Vgl. BMWi; BMI; BMVI (2014).

² Vgl. BMVI (2014), S. 3.

³ Vgl. BMWi (2016a), S. 14 und BMWi (2016b), S. 33.

⁴ Vgl. European Commission (2016a und b).

⁵ Vgl. Wernick et al. (2016a).

⁶ Vgl. Wernick et al. (2016b).

⁷ Vgl. Wernick et al. (2016c).

Papier beschäftigt sich mit dem Nachfragepotenzial nach hohen Bandbreiten und fügt sich damit in die Reihe dieser Fragestellungen nahtlos ein.

Im Jahr 2012 hat das WIK mit dem Marktpotenzialmodell einen systematischen Modellansatz entworfen, der zu untersuchen erlaubt, wie sich in einer langfristigen Perspektive das Marktpotenzial für stationäre Breitbandanschlüsse in Deutschland strukturell und quantitativ darstellen wird.⁸ Im Zuge der derzeitigen Diskussion und angesichts neuer Entwicklungen und Schätzungen, die darauf hindeuten, dass die Berechnungen von 2012 nicht mehr den aktuellen marktlichen und technischen Erkenntnissen entsprechen, haben die Autoren des vorliegenden Papiers die Schätzungen auf der Grundlage des WIK-Marktpotenzialmodells aktualisiert, um unter Berücksichtigung neuer Erkenntnisse und Entwicklungen die Bandbreitennachfrage im Jahr 2025 zu schätzen.⁹

⁸ Vgl. Doose et al. (2011) und Monti, A.; Schäfer, R. (2012).

⁹ Die Ergebnisse der Fortschreibung der Nachfrageschätzung von 2012 sind bereits in die Studie „Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen“ sowie in den TK-Review der EU-Kommission eingeflossen. Vgl. Gries, C. et al. (2016) und European Commission (2016 a, b, c und d).

2 Das WIK-Marktpotenzialmodell

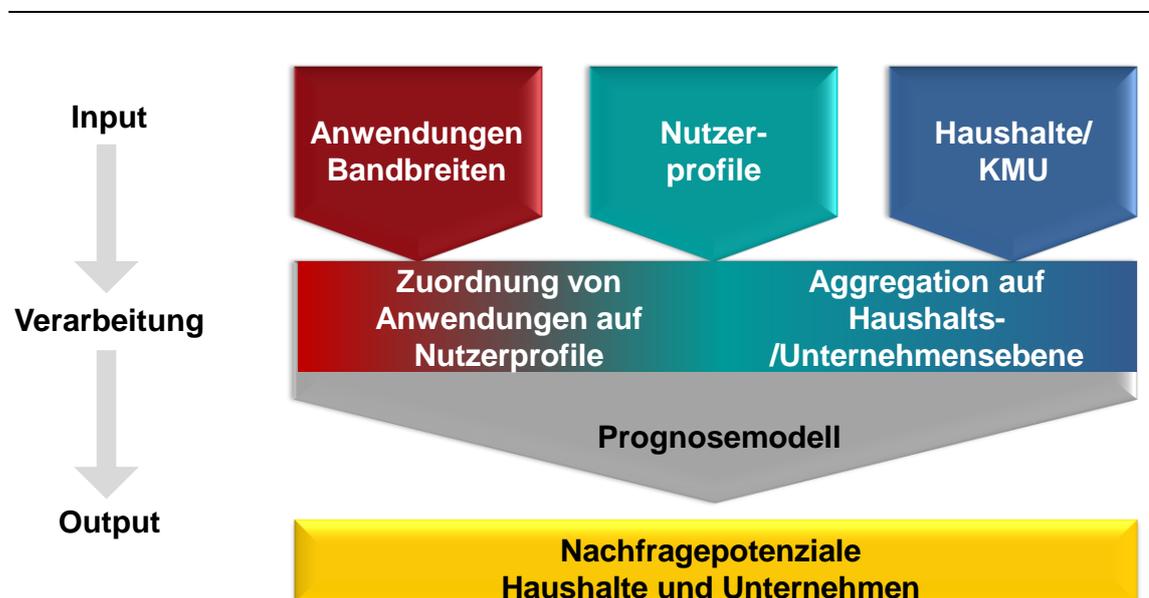
2.1 Grundstruktur und Methodik des Modells

Ausgangspunkt für die Bandbreitennachfrageschätzung im WIK-Marktpotenzialmodell ist das Nutzungsverhalten der Endkunden.¹⁰ Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Verfügbarkeit von Anschlüssen und die Zahlungsbereitschaft der Endkunden dabei nicht berücksichtigt wird, d. h. die Haushalte unterliegen in der Nachfrageschätzung keinen technischen und kommerziellen Restriktionen.

Das WIK-Marktpotenzialmodell schätzt die zukünftige Privatkundennachfrage nach Bandbreite auf der Grundlage von drei Inputparametern:

- Der Anwendungen, die zukünftig von Privatkunden genutzt werden, und der dafür erforderlichen Bandbreite
- Der Nutzerprofile, die typischerweise in Deutschland zu erwarten sind, und des entsprechenden Anteils der Nutzerprofile an der Bevölkerung
- Der Haushaltsstruktur, die 2025 zu erwarten ist, und der Verteilung der Nutzergruppen auf die Haushaltsstruktur

Abbildung 2-1: Das WIK-Marktpotenzialmodell



Quelle: Monti, A.; Schäfer, R. (2012).

¹⁰ Vgl. zum WIK-Marktpotenzialmodell im Detail Monti, A.; Schäfer, R. (2012) und Doose, A.-M. et al. (2011).

Im Nachfragemodell werden die Inputparameter verarbeitet, indem die Anwendungen den Nutzerprofilen zugeordnet werden, damit eingeschätzt werden kann, welchen Bandbreitenbedarf die jeweiligen Nutzertypen haben. In einem weiteren Schritt werden die Nutzerprofile 1-Personen-, 2-Personen- oder 3+-Personenhaushalten zugeordnet, unter der Annahme, dass Nutzerprofile in einem Haushalt sich ähneln.

Aus der Zuordnung der Anwendungen auf Nutzerprofile und der Zusammenführung der Nutzerprofile auf Haushaltsebene lässt sich ein konkreter Bandbreitenbedarf für Privathaushalte in 2025 ableiten.

Wie oben erwähnt, haben sich seit der ersten Schätzung auf der Grundlage des WIK-Marktpotenzialmodells neue Erkenntnisse ergeben, z. B. über die für die Nutzung einer Anwendung erforderlichen Bandbreiten und die Verteilung der Nutzerprofile auf die Bevölkerung, die eine Anpassung der Annahmen über die Inputparameter nahelegen.

2.2 Herleitung der Annahmen des Modells

Im WIK-Marktpotenzialmodell werden auf der Grundlage von Desk Research und Expertenmeinungen Annahmen zu folgenden Inputparametern getroffen:

- Für die zukünftige Bandbreitennachfrage relevante Anwendungskategorien und deren Bandbreitenbedarf
- Die Nutzerprofile der Nachfrager einschließlich der Zuordnung der Anwendungskategorien auf die Nutzerprofile und die Verteilung der Bevölkerung auf die Nutzerprofile
- Verteilung der Nutzerprofile auf 1-Personen-, 2-Personen-, 3-Personen- und Mehrpersonenhaushalte

Auf die Herleitung der Annahmen über die Inputparameter wird in den Kapiteln 2.2.1, 2.2.2 und 2.2.3 näher eingegangen.

2.2.1 Anwendungskategorien und Bandbreitenbedarf

2.2.1.1 Anwendungskategorien

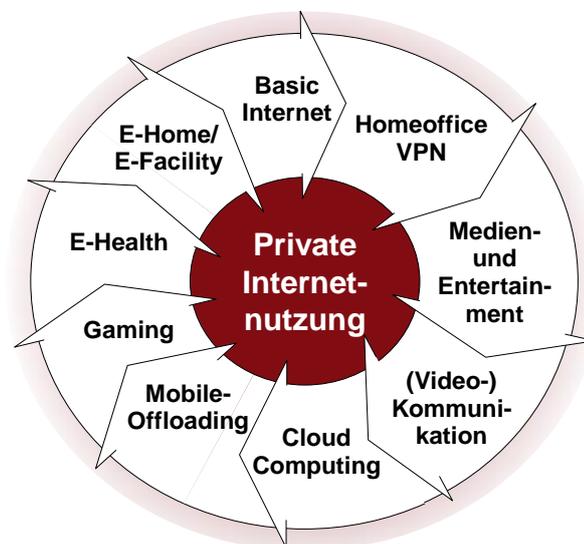
Die Entwicklung der zukünftigen Nachfrage nach Bandbreiten ist getrieben durch hochbitratige Breitbandanwendungen, die zum einen nach hohen Datenübertragungsraten verlangen, zum anderen dedizierte Qualitätsanforderungen hinsichtlich Latenz und Paketverlustrate an die Breitbandanschlüsse stellen. Allerdings wäre es verfehlt, die zukünftige Entwicklung der Breitbandnachfrage darauf abzustellen, dass es eine Killerapplikation gibt, die in den nächsten Jahren für die Nachfrage nach hohen Bandbreiten verantwortlich sein wird. Vielmehr sind die Vielzahl und Vielfalt an digitalen Anwendungen sowie die Nutzung mehrerer Endgeräte für die hohen Anforderungen an Breitbandanschlüssen verantwortlich.

Eine besondere Rolle spielt in Zukunft das Internet der Dinge.¹¹ Das Internet der Dinge bezieht sich auf die Vernetzung von Gegenständen, die bei einer Vielzahl der Anwendungen über das Internet kommunizieren.¹² Allein bis 2019 prognostiziert BI Intelligence, dass die Anzahl vernetzter Geräte mit einer CAGR von 35% wachsen wird.¹³ Das Internet der Dinge umfasst vielfältige Dienste, wie Connected Car, Connected Home, Entertainment, Umweltüberwachung, aber auch Anwendungen im Bereich Gesundheit und Bildung.¹⁴

Auch bei elektronischen Endgeräten geht der Trend immer weiter zu vernetzbaren Produkten. Im Jahr 2015 lag der Anteil des Umsatzes mit Smartphones, Smart TVs, Tablet Computern, Laptops, Blu-Ray Playern, vernetzbaren Audiogeräten und Digitalkameras (von denen Bilder direkt in die Cloud geladen werden) bei 82% gegenüber 71% in 2012.¹⁵

In Abbildung 2-2 sind die Anwendungskategorien aufgeführt, die derzeit im Mittelpunkt der Diskussion stehen, an der Marktteilnehmer, Experten sowie Verbände und öffentliche Träger beteiligt sind,¹⁶ und welche zukünftig hohe Anforderungen an Bandbreite und Qualität der Breitbandanschlüsse stellen.

Abbildung 2-2: Anwendungskategorien im WIK-Marktpotenzialmodell



Quellen: Doose, A.-M. et al. (2011); Monti, A.; Schäfer, R. (2012).

¹¹ Vgl. FTTH Council (2016), S. 27.

¹² Vgl. Deloitte; Bitkom (2015), S. 42.

¹³ Vgl. <http://www.businessinsider.com/internet-of-everything-2015-bi-2014-12?IR=T>.

¹⁴ Vgl. FTTH Council (2016), S. 28.

¹⁵ Vgl. Deloitte; Bitkom (2015), S. 12.

¹⁶ Vgl. dazu beispielsweise IW Consult GmbH (2016), FTTH-Council (2016), Bitkom (2014 und 2015), Initiative D21 (2015 und 2016), Cisco (2015) sowie <https://www.akamai.com/de/de/our-thinking/state-of-the-internet-report/>.

In Tabelle 2-1 sind Anwendungsbeispiele für die jeweiligen Anwendungskategorien aufgeführt.¹⁷

Basic Internet bezieht sich auf herkömmliche Internetdienste, wie Mail-Kommunikation, Surfen im Internet und die Kommunikation auf sozialen Netzwerken. Auch hier spielt die Übertragung von hochauflösenden Bildern, z. B. bei online getätigten Einkäufen, eine zunehmende Rolle.

Die Anwendungskategorie Medien und Entertainment ist bereits heute einer der Haupttreiber der Bandbreitennachfrage und beinhaltet Dienste wie IPTV, Streaming und Video-Downloads. Zum einen werden Rundfunkprogramme als IPTV-Angebot nachgefragt. Zum anderen verlagert sich der TV-Konsum immer stärker auf Videostreaming und Downloads aus dem Internet.¹⁸ Die Anwendungskategorie Medien und Entertainment wird, abhängig von der verwendeten Technologie bzw. Auflösung der Bilder/Videos, differenziert in zwei Unterkategorien. Für das Jahr 2025 kann erwartet werden, dass neben konventionellen TV-Angeboten in UltraHD, 4k u. a. progressive TV-Standards wie 8k verbreitet sein werden. Genauso wie andere Dienste werden auch beim Fernsehen immer mehr Endgeräte genutzt, vom Tablet über Smart TV, PC und vernetzte Konsolen gibt es immer mehr Möglichkeiten, auf TV-Angebote zuzugreifen, die von Internetnutzern auch in Anspruch genommen werden.¹⁹

In Zukunft werden auch Virtual Reality-Anwendungen verstärkt genutzt, sei es bei der Vermarktung, z. B. durch Reisebüros bei der Präsentation von Reisezielen oder Architekturbüros zur Präsentation von Projekten. Mercedes Benz bietet beispielsweise eine virtuelle Rundfahrt als Beifahrer eines Rennfahrer-Testimonials in einem ihrer Sportwagen an. Oder Coca-Cola veranstaltete bei der letzten Fußball-Weltmeisterschaft in Brasilien ein Virtual Reality-Event, bei dem sich die Teilnehmer virtuell im Fußballstadion bewegen konnten, auch ohne Eintrittskarte.²⁰ Vergleichbare Anwendungen, die auf Video-Streaming basieren, sind mit Blick auf das Jahr 2025 auch in den eigenen vier Wänden zu erwarten. Eine Qualitätssteigerung wird dabei über die Zahl von aus unterschiedlichen Perspektiven eingesetzten Kamera-Streams erreicht, die die benötigten Bandbreiten vervielfachen.

Virtual Private Networks (VPNs) werden bei Privatkunden vor allem von Arbeitnehmern genutzt, die Telearbeit einsetzen, um auf Nachrichten, Daten und Systeme zugreifen zu können.

Cloud Computing beinhaltet sowohl die Speicherung von Daten, Bildern, Videos etc. als auch die Nutzung von cloudbasierter Software. Die Speicherung von Daten spielt auch im Zusammenhang mit der Nutzung von E-Health, E-Learning und E-Home eine Rolle, da davon ausgegangen wird, dass auch Privatkunden vor allem bei E-Health Big Data

¹⁷ Vgl. zu den Anwendungskategorien im Detail auch Doose et al. (2011).

¹⁸ Vgl. BCG;Liberty Global (2016), S. 43 ff.

¹⁹ Vgl. BCG;Liberty Global (2016), S. 48 ff.

²⁰ Vgl. <https://vrodo.de/virtual-reality-in-marketing-und-kommunikation/>.

einsetzen können und damit umfangreiche Daten in der Cloud ablegen.²¹ Bei Cloud Computing wird im Rahmen dieser Schätzung davon ausgegangen, dass die Sicherheitsbedenken gegenüber Cloud Computing zukünftig abgebaut werden, u. a. weil Lösungen für verbesserte Sicherheitsvorkehrungen und Privacy gefunden werden.

Gaming ist nicht nur geprägt durch die individuelle Nutzung von Gaming-Angeboten im Internet, sondern durch die Vernetzung von online gemeinsam spielenden Nutzern, bei der die Übertragung hochauflösender Grafiken, die Simulation virtueller Welten und die Nutzung von Gaming-Software mit hohen Ansprüchen an die TK-Infrastruktur Voraussetzung ist, beispielsweise im Hinblick auf eine Echtzeitübertragung.

Die Nutzung von Kommunikationsanwendungen bezieht sich zum einen auf die einfache Kommunikation wie Telefonie und Chats. Zum anderen gewinnt zukünftig die Videokommunikation im Rahmen von Videokonferenzen, Videotelefonie aber auch von E-Learning zunehmend an Bedeutung. Der Sprachanteil wird dabei verschwindend gering.

„E-Health ist ein Sammelbegriff für den Einsatz digitaler Technologien im Gesundheitswesen. Er bezeichnet alle Hilfsmittel und Dienstleistungen, bei denen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zum Einsatz kommen, und die der Vorbeugung, Diagnose, Behandlung, Überwachung und Verwaltung im Gesundheitswesen dienen.“²²

In E-Health wird das Potenzial gesehen, die Zugänglichkeit und Qualität der Behandlungen zu verbessern und Effizienzsteigerungen im Gesundheitssektor zu erzielen. Im Rahmen von E-Health werden Informationen und Daten zwischen Patienten und Gesundheitsdiensten, Krankenhäusern, Beschäftigten im Gesundheitsbereich sowie Informationsnetzen zum Thema Gesundheit ausgetauscht.²³ Besondere bandbreitenrelevante Bedeutung erlangen dabei hochauflösende Bilder (Foto, Röntgen, NMR, Ultraschall) und 3D-Rekonstruktionen des Körpers aus diesem Bildmaterial sowie deren Übertragung zu Experten über das Netz.

E-Home oder auch Smart Home „dient als Oberbegriff für technische Verfahren und Systeme in Wohnräumen und -häusern, in deren Mittelpunkt eine Erhöhung von Wohn- und Lebensqualität, Sicherheit und effizienter Energienutzung auf Basis vernetzter und fernsteuerbarer Geräte und Installationen sowie automatisierbarer Abläufe steht.“²⁴

Die Nutzung von Breitbandanschlüssen für das Mobile-Offloading ist genauso wie das Basic Internet bereits verbreitet. Heute werden über 60% des auf Smartphones anfallenden Verkehrs über Mobile-Offloading in das Festnetz (WiFi) abgegeben.²⁵ Angesichts des bei der Nutzung mobiler Daten prognostizierten Wachstums des Datenvolumens, ist auch hier zu erwarten, dass das Datenvolumen beim Mobile-Offloading mit zumindest gleicher Rate steigt.

²¹ Vgl. Bitkom; Nationaler IT Gipfel (2012), S. 21f.

²² Vgl. http://ec.europa.eu/health/ehealth/policy/index_de.htm sowie Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (2016), S. 1.

²³ Vgl. http://ec.europa.eu/health/ehealth/policy/index_de.htm.

²⁴ Vgl. Nationaler IT Gipfel (2015a), S. 4.

²⁵ Vgl. Cisco (2017) sowie European Commission (2013), S. 8 ff.

Tabelle 2-1: Im WIK-Marktpotenzialmodell berücksichtigte Anwendungskategorien und Anwendungsbeispiele

Anwendungskategorie	Exemplarische Anwendungen
Basic Internet	Surfen, Nachrichten/Mail, Bilder, Downloads, Videosequenzen, soziale Netzwerke, Onlinespeicher, ...
Medien und Entertainment	UltraHD, 4k , ...
	Progressive Verfahren, 8k, Hologramme, ...
VPN	Homeoffice
(Video-) Kommunikation	Telefonie, Chats, IM, ...
	Videotelefonie, Videokonferenz, E-Learning, ...
Cloud Computing	SaaS, IaaS, PaaS, ...
Gaming	Online-Gaming, MMOG, virtuelle Welten, ...
E-Health	Vitalmonitoring, Ferndiagnose, AAL, ...
E-Home/E-Facility	Smart Meter, Heimvernetzung, Smart Grid, Security, ...
Mobile-Offloading	Location-based Services, Mobile Business, Apps, WiFi-Offloading, ...

Quelle: WIK.²⁶

2.2.1.2 Die Entwicklung der Bandbreitenbedarfe einzelner Anwendungen

Das Datenvolumen im Internet ist in den letzten Jahren stark gewachsen und es besteht kein Zweifel darüber, dass das Wachstum sich in den nächsten Jahren fortsetzen wird. Diskutiert wird allenfalls über die Steigerungsrate.

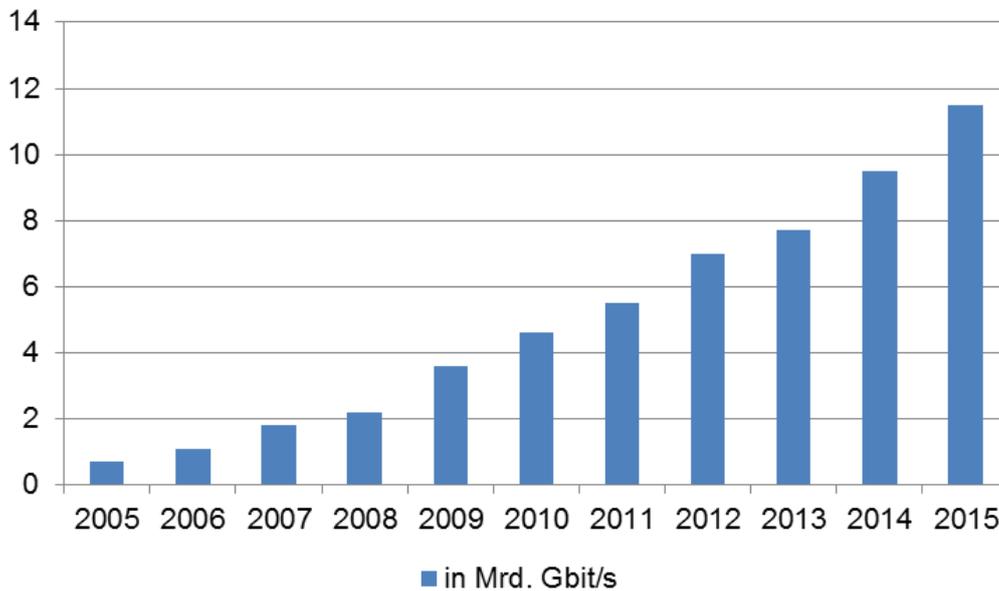
Der globale IP-Traffic hat sich in den letzten fünf Jahren verfünffacht und wird sich nach Schätzungen von Cisco von 2014 bis 2019 verdreifachen, bei einer Compound Average Growth Rate (CAGR) von 23%.²⁷

Wie in Abbildung 2-3 dargestellt, verdoppelt sich im deutschen Festnetz seit 2005 das Datenvolumen in etwa alle 30 Monate (exkl. IPTV-Dienst der DTAG, wobei IPTV von Marktteilnehmern als einer der Haupttreiber für Breitbandnachfrage gesehen wird).

²⁶ Basierend auf Doose, A.-M. et al. (2011) sowie Monti, A.; Schäfer, R. (2012).

²⁷ Vgl. Cisco (2015).

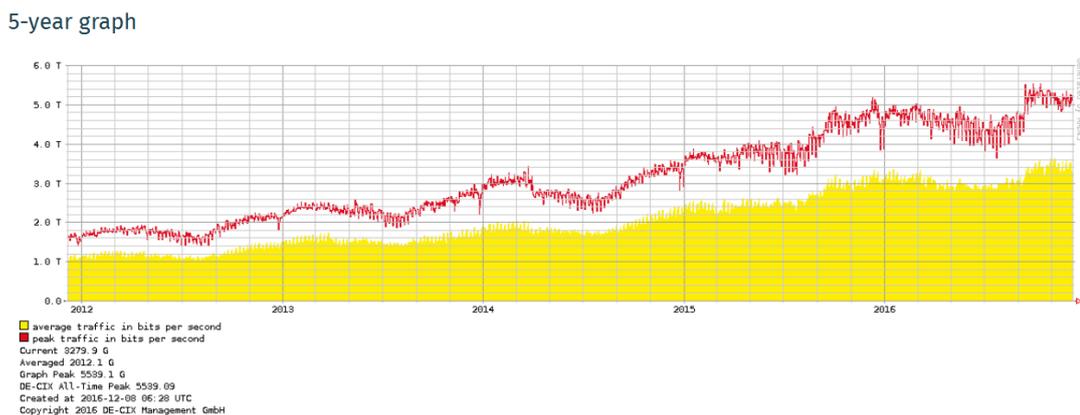
Abbildung 2-3: Datenvolumen Breitband in Festnetzen in Deutschland



Quelle: WIK.²⁸

Dieses Bild wird bestätigt durch die Entwicklung der Datenverkehre am DE-CIX in Frankfurt, die sich rasant gesteigert haben (siehe Abbildung 2-4).

Abbildung 2-4: Auslastung des DE-CIX Knotens in Frankfurt

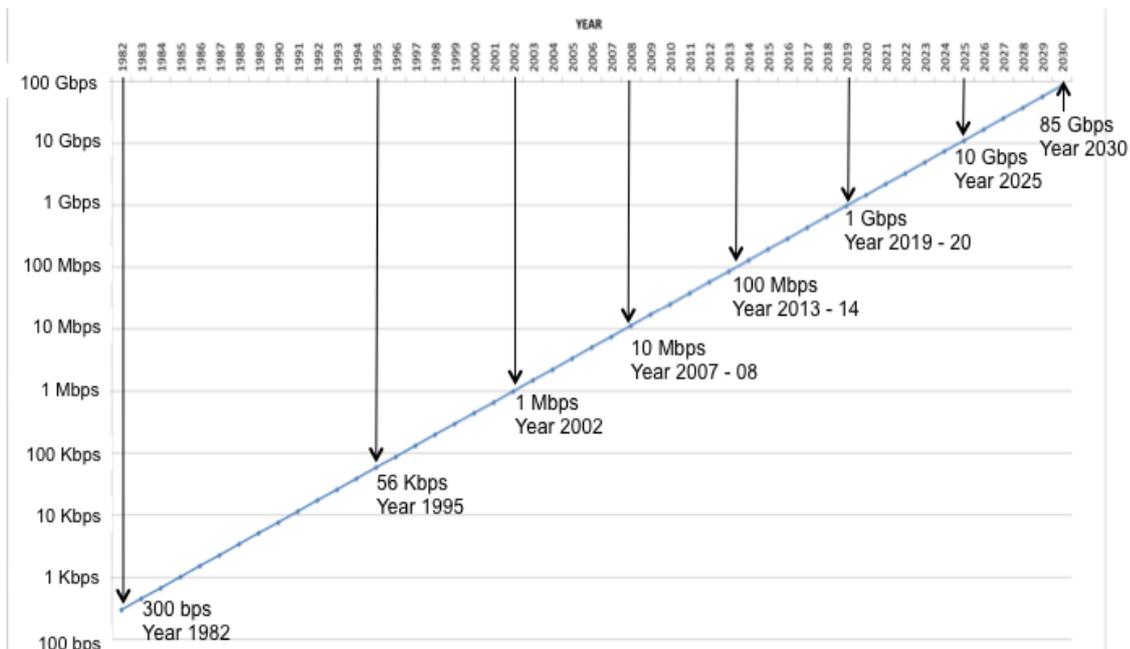


Quelle: <https://www.de-cix.net/de/locations/germany/frankfurt/statistics>.

²⁸ Basierend auf Daten von Bundesnetzagentur (2013 und 2016).

Laut Nielsen’s Law of Internet Bandwidth wächst die verfügbare Bandbreite von Datenverbindungen um 50% pro Jahr (siehe auch Abbildung 2-5). Man kann zwar hinterfragen, ob sich Nielsen’s Law tatsächlich in der Zukunft fortsetzen wird. Dennoch bleibt festzuhalten, dass die verfügbaren Bandbreiten bis und auch nach 2025 dynamisch wachsen werden, insbesondere, da „State of the Art“-Infrastrukturen wie P2P FTTH und DOCSIS 3.1 vergleichsweise kostengünstige Skalierung erlauben.

Abbildung 2-5: Bandbreitenentwicklung Nielsen’s Law



Quelle: Emmendorfer et al. (2014).

Trotz der Bedeutung der Bandbreitennachfrage für den Breitbandausbau sind seriöse Bandbreitenschätzungen Mangelware²⁹ und in vielen Fällen sind sie stark beeinflusst durch die technische Diskussion, wie die Übertragung großer Datenmengen auf herkömmlichen Netzen durch Kompressionsverfahren ermöglicht werden kann. Solche Kompressionsverfahren gehen dabei jedoch einerseits zulasten der Qualität (Signalqualität und Verzögerungszeiten) und sind zum anderen auch selbst mit hohen Kosten verbunden.

Im Rahmen der Aktualisierung des WIK-Marktpotenzialmodells wurden vor dem Hintergrund der bisherigen Entwicklung die derzeit erforderlichen Bandbreiten für die jeweiligen Anwendungskategorien mit Wachstumsraten von ca. 30% fortgeschrieben.³⁰ Die-

²⁹ Eine Untersuchung der für die Gigabit-Gesellschaft erforderlichen Netzinfrastrukturen findet sich z. B. in Fraunhofer FOKUS (2016).

³⁰ Für konventionelles TV wurde allerdings eine deutlich geringere Wachstumsrate von ca. 15% unterstellt.

se Wachstumsrate ist vor dem Hintergrund der in der Vergangenheit beobachteten Entwicklung des Datenvolumens zu sehen, die wohlgermerkt durch die Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen und Zahlungsbereitschaft der Kunden eingeschränkt wurde. Zudem berücksichtigen die Wachstumsraten in Deutschland nicht das IPTV-Angebot der DTAG. Dabei kann IPTV als einer der Haupttreiber der Bandbreitennachfrage betrachtet werden. Der steigende Trend weg vom linearen TV zum Ansehen der Sendungen aus Mediatheken zu einem gefälligeren Zeitpunkt als dem der ursprünglichen Ausstrahlung und das Abonnieren von Media-Content (z. B. Netflix) führt zu Streaming-TV. Hier können die bandbreitensparenden Multicast Verfahren des IP-TVs nicht greifen. Es kommt heute schon zu einer Vervielfachung der individuellen Videostreams. Die Ergebnisse der Fortschreibung wurden zudem durch Desk Research zum Datenbedarf einzelner Anwendungen und durch Expertenmeinungen kritisch hinterfragt.³¹

Eine besondere Rolle über alle Anwendungskategorien hinweg spielt der Einsatz von virtuellen Welten (Virtual Reality). Virtual Reality ist das nächste Level der 3D-Simulation und bezeichnet simulierte Umgebungen, „die der Nutzer mit Hilfe von speziell dafür entwickelten VR-Brillen direkt aus seiner eigenen Perspektive und nicht mehr nur statisch auf einem Bildschirm wahrnimmt. In Kombination mit Bewegungssensoren ermöglicht dies die Erkundung von 3D-Welten durch eigene Kopf- und Körperbewegungen, demgemäß auf eine natürliche und unmittelbare Art und Weise.“³² Virtual Reality ist in verschiedensten Branchen einsetzbar. Fantastische Erfahrungen im Unterhaltungsbereich, das Nahebringen von entlegenen Orten oder Ereignissen im Journalismus, virtuelle Betriebsrundgänge und Architektur-Vorstellungen oder auch virtuelle Behandlungen von Phobien und Traumata sind nur einige Beispiele der potenziellen Anwendungsbereiche.³³

Virtual Reality-Anwendungen haben hohe Anforderungen an Bandbreite und Latenz. Die Übertragung eines realistischen Bildes, z. B. in der Produktentwicklung, generiert schnell hunderte Megabyte. Je kleiner die Hardware ist, die genutzt wird, desto mehr Informationen müssen dann aus der Cloud bezogen werden, was die Anforderungen an die Bandbreite weiter erhöht.³⁴

Die erforderlichen Bandbreiten wachsen auch im Bereich von Basic Internet und Kommunikation, da hier zunehmend hochauflösende Bilder und Videos übertragen werden und, wie bereits erwähnt, auch Virtual Reality, z. B. bei der Vermarktung von Produkten auf Websites, genutzt wird.

³¹ In diesem Zusammenhang ist es wichtig, zu berücksichtigen, dass die erforderliche Bandbreite keinen technischen Restriktionen unterliegt. Solche technischen Restriktionen können dazu führen, dass durch technische Verfahren wie Kompression versucht wird, die erforderliche Bandbreite anzupassen. Aber auch diese Verfahren stoßen an ihre Grenzen. Neben der Bandbreite spielen die Qualitätsanforderungen der Anwendungen (niedrige Paketverlustrate und Latenz), insbesondere beim Gaming sowie bei Smart-Anwendungen wie E-Health und E-Home/E-Facility, eine wichtige Rolle.

³² Vgl. <https://www.biu-online.de/themen/virtual-reality-vr/>.

³³ Vgl. <https://www.biu-online.de/themen/virtual-reality-vr/> sowie Fraunhofer FOKUS (2016), S. 33.

³⁴ Vgl. IW Consult GmbH (2016), S. 67, ANGA (2016), S. 4.

Unter den Anwendungskategorien sind Anwendungen, die sehr hohe Bandbreiten erfordern, um einwandfrei genutzt werden zu können und damit auch für Nutzer attraktiv zu sein. Neben progressiven Bewegtbildanwendungen sind Cloud Computing, VPN und Gaming wichtige bandbreitenintensive Nachfragetreiber bei Nutzern, deren Alltag stark digitalisiert ist. Dabei ist nicht nur die Bandbreite eine wichtige Anforderung, um digitale Anwendungen attraktiv und nutzbar zu machen, sondern auch die Qualitätsansprüche an Latenz, Paketverlustrate und Jitter sind von hoher Bedeutung.

Beim konventionellem TV steigt die Bandbreitennachfrage aufgrund der verstärkten Nutzung von IPTV, Streaming und Videodownloads, allerdings mit einer geringeren Wachstumsrate als beim progressiven TV. Aktuelle Daten zum Anteil von Internet Video und IPTV am generierten Datenvolumen zeigen, dass sich die Nachfrage in diesem Bereich stärker entwickelt hat, als in 2012 prognostiziert.³⁵ Bereits 2014 entfielen rund zwei Drittel des weltweit übertragenen Datenvolumens auf Videoanwendungen und es wird mit einem weiteren starken Wachstum des Datenvolumens bei IPTV gerechnet.³⁶

Im Bereich progressives TV ist aufgrund der Einführung neuer Technologien wie 8k und Virtual Reality eine starke Zunahme der erforderlichen Bandbreiten zu erwarten. Zudem können virtuelle Welten im Medienbereich nur unter hohen Echtzeitanforderungen übertragen werden.³⁷

Beim Gaming kommt zu Virtual Reality, hochauslösenden Grafiken und anspruchsvoller Software hinzu, dass Spieler vernetzt online spielen. Beispielsweise werden eSport-Turniere³⁸ in Eventhallen veranstaltet und die Wettkämpfe im Internet übertragen. Das League of Legends Turnier im Jahr 2015 hatte 14 Millionen Zuschauer gleichzeitig. Vor diesem Hintergrund kann Virtual Reality auch im Gaming Sektor als starker Nachfragetreiber nach Bandbreiten und Qualität gesehen werden.³⁹ „Die Zukunftstechnologie des Streamens von Spielen, aus der Cloud auf die Endgeräte der Nutzer, bedarf einer ständigen Internetverbindung, die zuverlässig, breitbandig und latenzfrei ist. Das Wachstum der Branche ist maßgeblich vom schnellen Ausbau einer leistungsfähigen digitalen Infrastruktur abhängig.“⁴⁰ Bereits heute sind zahlreiche Virtual Reality Spiele veröffentlicht worden oder befinden sich in der Entwicklung. Die Spiele reichen von Sportspielen über Weltraum-Simulationen bis hin zu kreativen Mal- und Musikspielen und dabei werden nicht einfach vorhandene Spiele in die Virtual Reality-Welt übertragen, sondern es werden die neuen Möglichkeiten bewusst genutzt.⁴¹

³⁵ Vgl. Cisco (2015), S. 11, <https://www.sandvine.com/downloads/general/global-internet-phenomena/2015/global-internet-phenomena-report-apac-and-europe.pdf> und <http://winfuture.de/news.90172.html>.

³⁶ Vgl. Cisco (2015).

³⁷ Vgl. Fraunhofer FOKUS (2016), S. 31 ff.

³⁸ „eSports: Abkürzung für „elektronischer Sport“ bezeichnet den professionellen, kompetitiven Wettstreit in Computer- und Videospiele, on- oder offline, alleine oder im Team.“ Vgl. BIU (2016b).

³⁹ Vgl. BIU (2016b).

⁴⁰ BIU (2015), S. 22.

⁴¹ Vgl. <https://www.biu-online.de/themen/virtual-reality-vr/>.

Cloud umfasst die Speicherung von hochauflösenden Bildern, Filmen und umfangreichen Daten ebenso wie die Nutzung von Software in der Cloud. Hier wächst der Bandbreitenbedarf u. a., weil die über das Internet übertragenen Inhalte einen immer größeren Datenumfang besitzen. Während bei der Übertragung einer Textnachricht nur wenige Kilobyte an Daten anfallen, benötigt ein Full HD Video oft mehrere Gigabyte an Datenvolumen. Die zunehmende Nutzung von E-Health- und Smart Home-Anwendungen generiert zusätzliches, umfangreiches Datenvolumen,⁴² das für Cloud Computing relevant ist.

Im Bereich E-Learning stellen Anwendungen im Bereich MOOC (Massive Open Online Courses) hohe Anforderungen an die netzseitigen Qualitätsparameter. Wenn es um Anwendungen geht, bei denen Nutzer interaktiv vernetzt sind, erfordert dies geringe Reaktionsraten und einen störungsfreien Ablauf. Auch hier ist die zukünftige Entwicklung geprägt durch hochauflösende audiovisuelle Inhalte und virtuelle Lernumgebungen, in denen eine hohe Anzahl von Endnutzern virtuell miteinander kommuniziert und interagiert.⁴³ Unter dem Einfluss der Entwicklungen im Gaming bringen Serious Games und andere Applied Interactive Technologies die Stärken guter Computerspiele- und Videospiele-Interaktivität, geringe Einstiegshürden und eine dauerhaft hohe Motivation in den Bildungsbereich. Gleichzeitig stellen solche E-Learning Anwendungen hohe Anforderungen an die Breitbandinfrastruktur.⁴⁴

Im Bereich E-Health verlangen vor allem innovative Anwendungen im Bereich Telemedizin nach hohen Bandbreiten. Anwendungen mit einem hohen Maß an Interaktivität, bei denen hochauflösende Bilder übertragen werden oder mit virtuellen Hologrammen gearbeitet wird, stellen hohe Anforderungen an Bandbreite, insbesondere störungsfreie Verbindungen in Echtzeit.⁴⁵ Neben den Anwendungen, die nach heutigem Kenntnisstand als Zukunftstrends erkennbar sind, ist zudem zu erwarten, dass weitere Anwendungen entwickelt werden. Vor allem die Verfügbarkeit von Infrastrukturen schafft Anreize für innovative und attraktive Angebote. Wenn Anbieter wissen, dass die Infrastruktur kein Engpass ist, können sie ohne netzseitige Restriktionen Anwendungen entwickeln und sie entsprechend vermarkten.

Aktuelle Entwicklungen in Südkorea untermauern die hohe Wahrscheinlichkeit, dass in 2025 entsprechende Bandbreiten benötigt werden. Hier werden Dienste entwickelt, die Bandbreiten von 1 Gbit/s benötigen, wie z. B. Live-Streaming von Virtual Reality-Welten, die zur Winterolympiade 2018 verfügbar sein sollen.⁴⁶

⁴² Vgl. DCTI (2015) sowie Nationaler IT Gipfel (2015b).

⁴³ Vgl. Bonk (2015).

⁴⁴ Vgl. <https://www.biu-online.de/2016/11/16/zum-beginn-des-nationalen-it-gipfels-der-bundesregierung-verband-der-computer-und-videospielbranche-weist-auf-schluesselrolle-von-games-bei-der-digitalisierung-hin/>.

⁴⁵ Vgl. <https://www.sciencedaily.com/releases/2014/01/140122134146.htm>. Mit digitalen Anwendungen beschäftigen sich Arnold, R. et al. (2015) und Tenbrock et al. (2016) im Rahmen eines Digitalisierungs-Indexes. Informationen aus diesen nicht veröffentlichten Zwischenberichten werden Teil einer noch zu veröffentlichenden Website sein.

⁴⁶ Vgl. Teltarif (2016). Welche Bedeutung Virtual Reality beigemessen wird, kommt auch darin zum Ausdruck, dass der taiwanesischen Smartphone-Hersteller HTC eine strategische Kooperation mit der

Tabelle 2-2: Anwendungskategorien, erforderliche Bandbreiten und Qualitätsanforderungen

Anwendungskategorie	Downstream (Mbit/s)	Upstream (Mbit/s)	Paketverlust	Latenz
Basic Internet	≈20	≈16	o	o
Homeoffice/VPN	≈250	≈250	+	+
Cloud Computing	≈250	≈250	+	++
Konventionelles TV (4k/Ultra-HD)	≈90	≈20	++	+
Progressives TV (8k, ...)	≈300	≈60	++	+
Kommunikation	≈8	≈8	++	+
Videokommunikation (HD)	≈25	≈25	++	++
Gaming	≈300	≈150	++	++
E-Health	≈50	≈50	++	+
E-Home/E-Facility	≈50	≈50	o	o
Mobile-Offloading	≈15	≈12	o	o

Quelle: WIK.

2.2.2 Nutzertypologien

In Anlehnung an den D21-Digital-Index, ergänzt durch Daten des statistischen Bundesamtes und von ARD/ZDF zum Online-Verhalten, werden im WIK-Marktpotenzialmodell Nutzertypologien abgeleitet.

Diese Nutzertypologien haben hinsichtlich der Anwendungskategorien, die ihnen zugeordnet werden, Nutzungsschwerpunkte. Dabei gibt es drei Nutzerprofile, die jeweils eine der drei bandbreitenintensivsten Anwendungen VPN, progressives TV und Gaming nutzen. Dazu zählen der Berufsnutzer, der avantgardistische Nutzer und der Profinutzer. Weitere zwei Nutzerprofile, der Gelegenheitsnutzer und der Skeptiker, sind eher zurückhaltend in Bezug auf den Einsatz digitaler Anwendungen, während der Trendnutzer zwar weder VPN, 8k oder Gaming nutzt, aber dennoch mit verschiedensten Anwendungen, zu denen auch Cloud Computing mit einem sehr hohen Bandbreitenbedarf gehört, digital unterwegs ist.

Lokalregierung des chinesischen Bezirks Shenzhen geschlossen hat, die zwei Maßnahmen vorsieht. Zum einen hilft die Regierung dem Hersteller der VR-Brille Vive dabei, ein "China VR Research Institute" in Shenzhen aufzubauen. Zum anderen legen die Kooperationspartner gemeinsam einen 1,36 Mrd. Euro schweren "Shenzhen VR Investment Fund" auf, der speziell auf Virtual Reality fokussiert ist. Vgl. <http://www.mediabiz.de/games/news/htc-milliarden-vr-invest-in-china/413147>. Im Sommer 2016 hatte sich HTC bereits an einem Virtual Reality-Konsortium beteiligt. An der sogenannten Virtual Reality Venture Capital Alliance, die über 10 Mrd. Dollar verfügen soll, hatten sich 28 Firmen beteiligt. Das Konsortium selbst will sich sechs Mal im Jahr treffen, um über eingegangene Anfragen zu beraten. Grundsätzlich sei man bereit, in Start-ups jeglicher Größenordnung und aus allen Ländern der Welt zu investieren, solange diese sich im Bereich Virtual Reality, Augmented Reality oder Mixed Reality bewegen. Vgl. <http://www.mediabiz.de/games/news/milliardenschweres-vc-konsortium-fuer-virtual-reality-gegruendet/408778>.

Neben den sechs Nutzerprofilen, die mehr oder weniger intensiv digitale Anwendungen nutzen, gibt es die Gruppe der Breitbandverweigerer sowie der Nutzer, die ausschließlich mobil unterwegs sind.

Tabelle 2-3: Übersicht über Nutzertypologien

Nutzertyp	Beschreibung
Digitaler Skeptiker	Digitale Skeptiker sind vor allem ältere Nutzer, die im Vergleich zu den anderen Nutzertypen das niedrigste digitale Potenzial haben. Sie nutzen nur wenig Computer und Internet und haben die negativste Einstellung gegenüber den Themen aus dem IKT-Bereich.
Gelegenheitsnutzer	Gelegenheitsnutzer weisen eine einfache oder mittlere formale Bildung auf und leben überwiegend in Partnerschaft. Sie verfügen über Basiskompetenzen in der ITK-Welt, die sie im Bereich Basic Internet, Kommunikation, E-Health und Mobile Offloading nutzen.
Digitaler Profi	Digitale Profis besitzen eine hohe ITK-Kompetenz und weisen eine umfangreiche Ausstattung mit entsprechender ITK-Infrastruktur auf. Der Computer bzw. das Tablet sowie das 8k Fernsehgerät werden privat intensiv genutzt. Auch Virtual Reality-Angebote und E-Home-Anwendungen sind in dieser technikaffinen Nutzergruppe vertreten. Zu den digitalen Profis zählen sowohl Berufstätige, aber durchaus auch Nutzer aus sozial schwachen Gruppen, die im Medienbereich Wert darauf legen, auf dem neuesten Stand zu sein. Auch jüngere Generationen sind in der Tendenz experimentierfreudig und steigen in Zukunft in das progressive TV ein, das sehr hohe Bandbreiten erfordert.
Trendnutzer	Die Gruppe der Trendnutzer hat einen hohen Männeranteil. Sie sind in Haushalten mit 3 oder mehr Personen stark vertreten, verfügen über eine gute digitale Infrastruktur und eine umfassende ITK-Kompetenz, die vielseitig eingesetzt wird, wenn auch nicht in bandbreitenintensiven Anwendungen wie Gaming, 4k/8k oder VPN. Die Präferenz der Trendnutzer verteilt sich auf Anwendungen wie konventionelles TV, Videokommunikation sowie E-Health- und E-Home-Anwendungen. Cloud Computing und Mobile-Offloading laufen in dieser Nutzergruppe im Hintergrund, so dass in der Summe die Nachfrage nach Bandbreite und Qualität des Internetanschlusses bei Trendnutzern ebenfalls anspruchsvoll ist.
Berufsnutzer	Berufsnutzer haben einen hohen Anteil an Berufstätigen und leben überwiegend in Haushalten mit zwei oder mehr Personen. Sie haben eine sehr gute digitale Infrastruktur und nutzen dementsprechend auch überdurchschnittlich das Internet. Da sie ITK-Anwendungen intensiv während der Arbeitszeit nutzen, sind ihre ITK-Kompetenzen deutlich erweitert. Die hervorragende digitale Infrastruktur ermöglicht es ihnen, auf der Grundlage von VPN im Home Office zu arbeiten. Abgesehen davon sind sie in den Bereichen Basic Internet, Medien und Entertainment sowie Videokommunikation mit hochauflösenden Bildern unterwegs und nutzen wie alle anderen Nutzergruppen das Mobile-Offloading, um die mobile Datennutzung zu entlasten.

Nutzertyp	Beschreibung
Digitaler Avantgardist	Die Gruppe der digitalen Avantgardisten verfügt über die beste digitale Ausstattung mit Geräten und Peripherie. Der Avantgardist ist sehr souverän und professionell im Umgang mit Hardware und Software. Zur Nutzergruppe der digitalen Avantgarde gehören sowohl Berufstätige mit einer hohen formalen Bildung als auch junge Nutzer, die einen hohen Anteil ihrer Zeit mit Gaming verbringen. Sie ist somit sehr heterogen. Die Anforderungen an den Breitbandanschluss sind getrieben durch digitale Anwendungen wie Gaming und E-Home/E-Facility. Im Hintergrund laufen Anwendungen wie Cloud Computing und Mobile-Offloading. Genauso wie bei den anderen Nutzergruppen gehört das Basic Internet zum digitalen Alltag.

Quelle: WIK. ⁴⁷

2.2.2.1 Übersicht über Zuordnung der Anwendungen auf die Nutzertypologien

In Tabelle 2-4 ist die Zuordnung der digitalen Anwendungen zu den Nutzerprofilen in einer Übersicht dargestellt.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass zukünftig ein deutlich höherer Anteil an Internetnutzern in der Cloud sein wird, wenn es auf der Angebotsseite keine Einschränkungen hinsichtlich der verfügbaren Bandbreiten gibt. Dann läuft Cloud Computing bei technikaffinen Nutzerprofilen (Trendnutzer, Profinutzer und Avantgarde) im Hintergrund. Voraussetzung dafür ist, dass die Sicherheitsbedenken gegenüber der Nutzung von Cloud sich aufgrund besserer Schutzmechanismen bis 2025 stark verringern. Die Cloud dient dabei nicht nur zur Ablage von Daten (hochauflösenden Bildern und Videos, Musik, etc.), sondern auch zum Einsatz von Software und zur Unterstützung von Anwendungen im E-Home- und E-Health-Bereich. Nicht zu vergessen ist in diesem Zusammenhang, dass das Modell davon ausgeht, dass es keine technischen Restriktionen gibt, d. h. Nutzer haben keinen Anlass, dafür zu sorgen, dass Softwareupdates, Synchronisierungen und ähnliche Funktionen in ihren Anwendungen zu Uhrzeiten durchgeführt werden, in denen das Internet nicht so intensiv genutzt wird.

⁴⁷ Nutzertypologien u. a. hergeleitet auf der Grundlage von Initiative D21 (2015 und 2016), von Schwartz, M. (2016), S. 12 ff., <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/index.php?id=540>, <http://www.ard-werbung.de/media-perspektiven/publikationen/fachzeitschrift/2015/artikel/massenkommunikation-2015-mediennutzung-im-intermediavergleich/>.

Tabelle 2-4: Zuordnung der digitalen Anwendungen zu Nutzertypen

Anwendungskategorie	Gelegenheit	Skeptiker	Beruf	Trend	Avantgarde	Profi
Basic Internet	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Homeoffice/VPN			✓			
Cloud Computing				✓	✓	✓
Konventionelles TV (4k/Ultra-HD)			✓	✓		
Progressives TV (8k, ...)						✓
Kommunikation	✓					
Videokommunikation (HD)			✓	✓		
Gaming					✓	
E-Health	✓			✓		
E-Home/E-Facility				✓	✓	✓
Mobile-Offloading	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Quelle: WIK.

Es ist davon auszugehen, dass in Privathaushalten typischerweise abends ab 20 Uhr digitale Anwendungen wie Cloud, TV und Gaming besonders intensiv genutzt werden und vor allem auch parallel zu anderen Anwendungen, da dies das Zeitfenster für Berufstätige ist, an dem sie Zeit haben für elektronische Medien.⁴⁸ Dieses Zeitfenster wird in der Netzplanung Busy-Hour genannt.

Das WIK-Marktpotenzial ermittelt damit eine Peak-Bandbreitennachfrage für die Busy-Hour und orientiert sich somit an der Logik der Netzplanung, die die Kapazität ihrer Netzinfrastrukturen ebenfalls an den Bedürfnissen während der Hauptlastphase ausrichtet.

2.2.2.2 Die Verteilung der Nutzertypen auf die Gesamtpopulation

Die Verteilung der Nutzerprofile auf die Gesamtbevölkerung ist zunächst dadurch geprägt, dass die heute jungen Generationen (mit einer deutlich höheren Technikaffinität) in die Nutzergruppen hineinwachsen und digitale Anwendungen stärker verbreitet sein werden als heute. Der Anteil an Internetnutzern liegt in der Altersgruppe der 10- bis 44-Jährigen bei 99%, während 90% der 45- bis 65-Jährigen das Internet nutzen. Demgegenüber nutzen nur 49% der Altersgruppe ab 66 Jahren das Internet.⁴⁹ Es kann also davon ausgegangen werden, dass nur ein geringer Anteil der Bevölkerung im Jahr

⁴⁸ Vgl. http://www.ard.de/home/intern/presse/pressearchiv/50_Jahre_ARD_ZDF_Studie_Massenkommunikation/2115394/index.html sowie <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/index.php?id=540>.

⁴⁹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2016), S. 16.

2025 kein Internet nutzen wird. Im Modell wird nur die Bevölkerung ab 15 Jahren berücksichtigt, was den konservativen Ansatz der Marktpotenzialberechnung unterstreicht, wenn man bedenkt, dass die Gruppe der unter 15-jährigen Nutzer ausnahmslos aus dem Segment der Digital Natives stammt.

Betrachtet man den Anteil Haushalte mit einem Internetzugang in Deutschland, ist dieser von 61% im Jahr 2006 bis 85% im Jahr 2015 stetig gestiegen. Die Haushalte sind jeden oder fast jeden Tag im Internet. Von den Haushalten mit Internetzugang haben 93% einen Festnetzanschluss.⁵⁰ Im WIK-Marktpotenzialmodell wird angenommen, dass auch 2025 mehr als 90% der Nutzer einen stationären Breitbandanschluss haben werden.

Einige der oben genannten Anwendungskategorien sind derzeit bereits stark verbreitet, wie z. B. Basic Internet und TV in HD Qualität.⁵¹ Mehr als drei Viertel aller Internetnutzer in Deutschland über 14 Jahren (76%) schauen in 2015 Videos per Stream. Das entspricht gut 42 Millionen Bundesbürgern.⁵²

Anwendungen, wie VPN, Gaming und Videokommunikation, werden bereits genutzt, aber das Potenzial wird erst bei einer Verfügbarkeit hochbitratiger Breitbandanschlüsse voll ausgeschöpft.

Die Nutzung von Virtual Reality-Anwendungen stößt bei einem hohen Anteil der Bevölkerung auf Interesse. So hat eine Befragung von Bitkom im Jahr 2015 ergeben, dass sich jeder fünfte Bundesbürger (20%) ab 14 Jahren vorstellen kann, eine VR-Brille zu nutzen. Das entspricht circa 14 Millionen potenziellen Anwendern. Vor allem bei den Jüngeren sind die Geräte beliebt: Drei von zehn Deutschen (28%) zwischen 14 und 29 Jahren können sich vorstellen, eine VR-Brille zu nutzen.⁵³

E-Health- und Smart-Anwendungen wird großes disruptives Potenzial zugesprochen, vor allem wenn die dafür erforderlichen Infrastrukturen vorhanden sind, insbesondere auch für die Entwickler attraktiver Anwendungen.⁵⁴ Die Nutzung hatte bis 2015 bereits soweit zugenommen, dass sie als neue Kategorien im D21-Digital-Index 2015 berücksichtigt wurden.⁵⁵

Dementsprechend ist zu erwarten, dass bis 2025 der Anteil der Trendnutzer, die Anwendungen wie Smart Home, konventionelles TV sowie Videokommunikation nutzen, recht hoch ist. Demgegenüber liegt der Anteil der Nutzertypen digitale Avantgarde, Berufsnutzer und digitaler Profi unter 20%.

⁵⁰ Vgl. Statistisches Bundesamt (2016), S. 10 f. und 43.

⁵¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2016) und <http://www.ard-werbung.de/media-perspektiven/publikationen/fachzeitschrift/2015/artikel/massenkommunikation-2015-mediennutzung-im-intermediavergleich/>.

⁵² Vgl. Deloitte; Bitkom (2015), S. 19.

⁵³ Vgl. Deloitte; Bitkom (2015), S. 18.

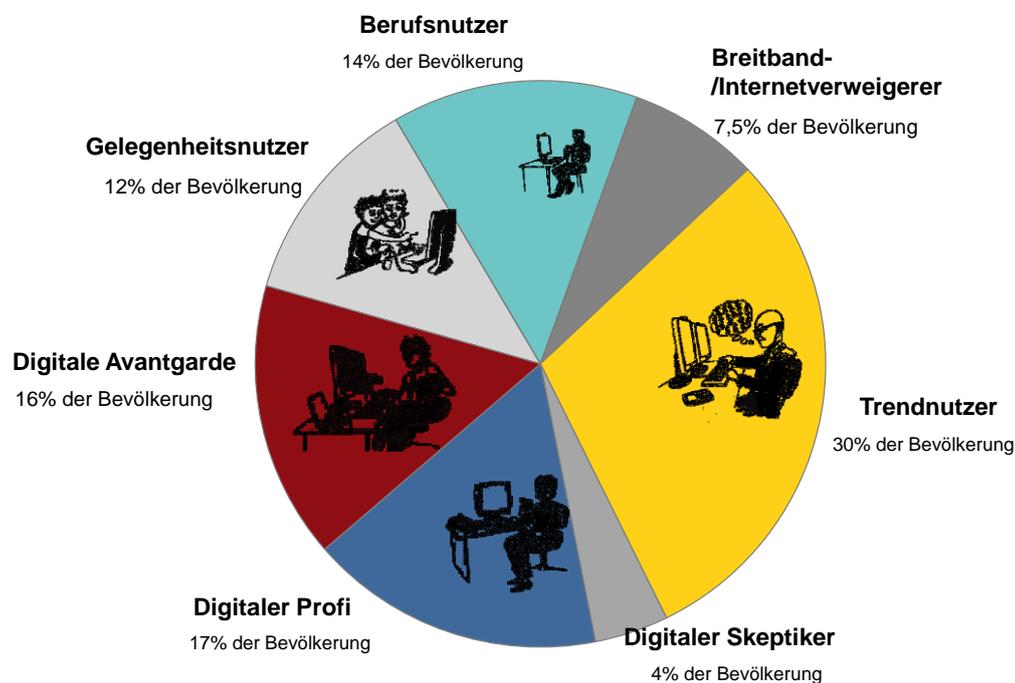
⁵⁴ Vgl. Nationaler IT Gipfel (2015a und b), Bitkom (2014), DCTI (2015) und IW Consult GmbH (2016).

⁵⁵ Vgl. Initiative D21 (2015 und 2016).

Vor dem Hintergrund, dass bereits heute 24% der Internetnutzer im Home Office arbeiten, erscheint der Anteil von 14% (vertreten durch Berufsnutzer) durchaus realistisch. Progressives TV in 8k Qualität wird ausschließlich durch die Nutzergruppe der digitalen Profis, die 17% der Bevölkerung ausmachen, genutzt.

Gaming ist mittlerweile unter ca. der Hälfte der Bevölkerung verbreitet. Dabei beschränkt sich die Nutzung nicht auf einzelne Alters- oder Bildungsgruppen. Menschen aus allen sozialen Schichten und Altersgruppen spielen am PC, auf der Konsole oder unterwegs auf dem Tablet und dem Smartphone.⁵⁶

Abbildung 2-6: Verteilung der Nutzertypologien auf die Bevölkerung



Anmerkung: Bevölkerung über 14 Jahren in 2025: 70,98 Mio.

Quelle: WIK.⁵⁷

⁵⁶ Vgl. BIU (2016a), S. 30 ff.

⁵⁷ Verteilung der Nutzerprofile auf die Bevölkerung auf Basis von Initiative D21 (2015 und 2016), Statistisches Bundesamt (2016), http://www.ard.de/home/intern/presse/pressearchiv/50_Jahre_ARD_ZDF_Studie_Massenkommunikation/2115394/index.html sowie <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/index.php?id=540>.

2.2.3 Haushaltsverteilung

Die Aggregation der Bandbreitennachfrage der Nutzergruppen in der Bevölkerung auf die Bandbreitennachfrage der Haushalte erfolgt auf der Grundlage der für 2025 geschätzten Bevölkerungszahl und Haushaltstruktur. Dabei wurde aus der für 2025 geschätzten Gesamtbevölkerung von ca. 81,6 Mio. die Altersgruppe unter 15 Jahren (13% der Bevölkerung) herausgerechnet.⁵⁸ Die so ermittelte Anzahl Nutzer pro Nutzergruppe wird der Haushaltsstruktur der Privathaushalte, die vom statistischen Bundesamt in einer Vorausberechnung zur Bevölkerungsentwicklung für 2025 geschätzt wurde, zugeordnet.⁵⁹

Der Anteil der Haushalte mit mehr als 3 Personen wurde nach unten korrigiert, da die Altersgruppe unter 15 Jahren nicht berücksichtigt wurde und diese Gruppe typischerweise in Mehrpersonenhaushalten lebt. Dadurch wird in der Schätzung sicherlich ein beträchtlicher Anteil an Nutzern mit einem bandbreitenintensiven Nutzerprofil ausgeblendet, die unter Jugendlichen stark vertreten sein dürften (z .B. aufgrund der Nutzung von Gaming). Aus der Verknüpfung von Nutzern und Haushaltsstruktur ergibt sich im Endergebnis die Anzahl Haushalte pro Nachfragekategorie, wie sie in Kapitel 3 dargestellt ist.

3 Schätzergebnisse

Das auf der Grundlage der geschilderten Annahmen und Voraussetzungen im WIK-Marktpotenzialmodell geschätzte Nachfragepotenzial ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Tabelle 3–1 enthält eine Übersicht über die im Modell getroffenen Annahmen.

Tabelle 3-1: Annahmen im WIK-Marktpotenzialmodell

Bandbreitenbedarf der Anwendungskategorien	Wachstum von ca. 30%, mit Ausnahme der Kategorie konventionelles TV (siehe auch Tabelle 2-2)
Nutzerprofile und Zuordnung der Anwendungskategorien zu den Nutzerprofilen	Verweigerer, drei nutzungsintensive Profile und drei Nutzerprofile mit zurückhaltender Nutzung
Verteilung der Nutzerprofile auf die Bevölkerung der ab 15 Jahren	7,5% Verweigerer, 14% Berufsnutzer, 12% Gelegenheitsnutzer, 16% Avantgarde, 17% digitale Profis, 4% digitale Skeptiker, 30% Trendnutzer

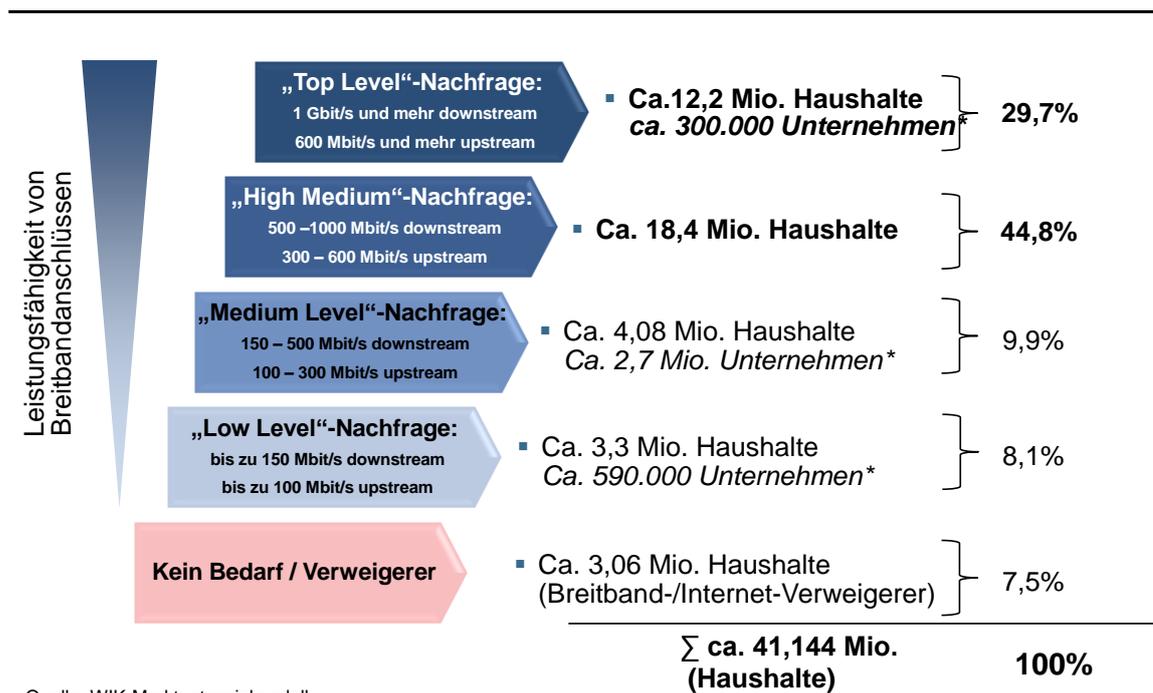
Quelle: WIK.

⁵⁸ Vgl. Statistisches Bundesamt (2015), S. 37.

⁵⁹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2011), S. 10.

Hier zeigt sich, dass ca. 75% der Haushalte Bandbreiten von über 500 Mbit/s nachfragen. Wichtig dabei ist, dass es bei vielen der Anwendungen, die 2025 genutzt werden, nicht nur um Bandbreite, sondern auch um Latenz, Paketverlustrate und störungsfreie Verbindungen geht. Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden dabei nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Abbildung 3-1: Nachfragepotenzial für Breitbandanschlüsse in Deutschland in 2025



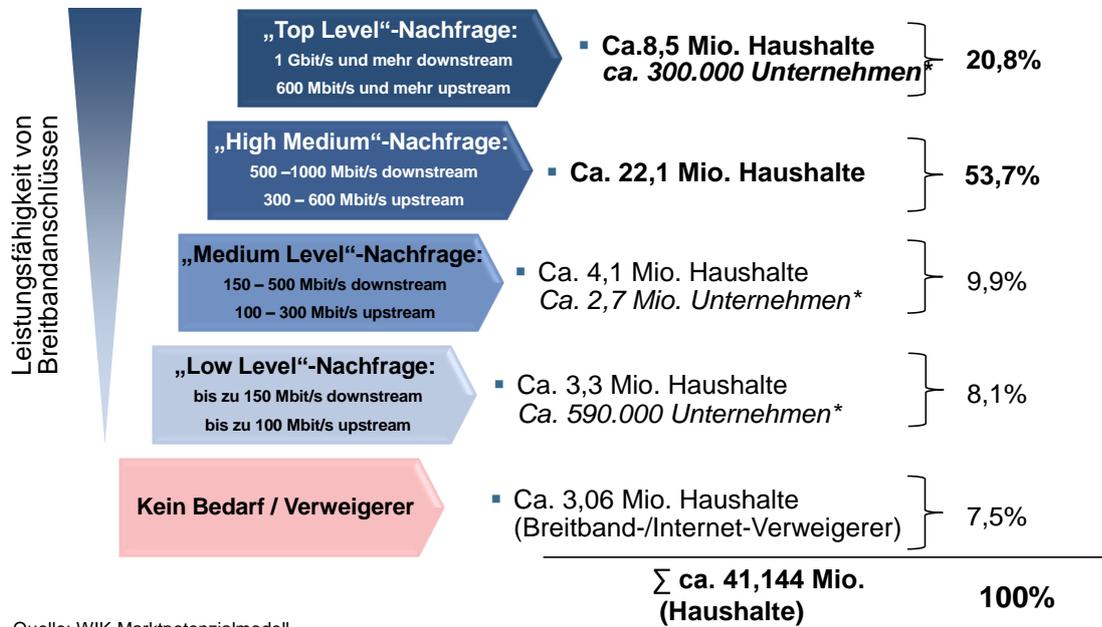
Quelle: WIK-Marktpotenzialmodell.

* Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Quelle: WIK.

Die Zuordnung der Anwendungen zu den Nutzerprofilen und die Verteilung der Nutzergruppen auf die Haushaltsstruktur erfolgt im WIK-Marktpotenzialmodell so differenziert, dass nicht der Bandbreitenbedarf einer einzelnen Anwendung den Ausschlag gibt. Dies wird deutlich, wenn in einem Alternativszenario 1 für die Anwendungskategorien Progressives TV in 8k-Qualität sowie VPN/Home Office eine langsamere Bandbreitenentwicklung unterstellt wird. Die Ergebnisse für dieses Alternativszenario sind in Abbildung 3-2 dargestellt und zeigen, dass auch hier ca. drei Viertel der Haushalte Bandbreiten über 500 Mbit/s nachfragen.

Abbildung 3-2: Das Nachfragepotenzial für stationäre Breitbandanschlüsse in Deutschland bei geringeren Wachstumsannahmen für bandbreitenintensive TV-Anwendungen und VPN



Quelle: WIK-Marktpotenzialmodell.

* Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Quelle: WIK.

Ein zweites Alternativszenario zeigt die Ergebnisse für eine Nachfrageschätzung, die eine stärkere parallele Nutzung (vor allem auch von bandbreitenintensiven Anwendungen), wie in Tabelle 3-2 aufgeführt.

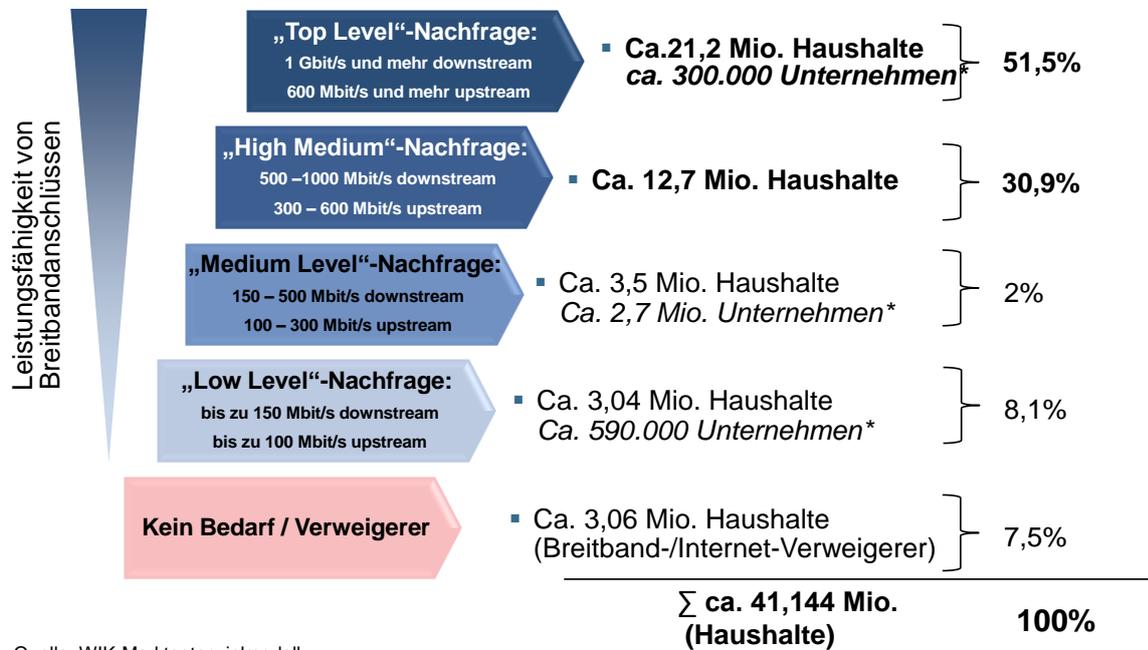
Tabelle 3-2: Übersicht der Zuordnung von Anwendungen zu Nutzertypologien in Alternativszenario 2

Anwendungskategorie	Gelegenheit	Skeptiker	Beruf	Trend	Avantgarde	Profi
Basic Internet	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Homeoffice/VPN			✓		✓	✓
Cloud Computing				✓	✓	✓
Konventionelles TV (4k/Ultra-HD)			✓			
Progressives TV (8k, ...)				✓	✓	✓
Kommunikation	✓					
Videokommunikation (HD)			✓	✓	✓	✓
Gaming					✓	
E-Health	✓		✓	✓	✓	✓
E-Home/E-Facility			✓	✓	✓	✓
Mobile-Offloading	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Quelle: WIK.

In diesem Fall verschiebt sich ein beträchtlicher Anteil der „Medium“-Nachfrage in die „High Medium“-Nachfrage und von der „High Medium“-Nachfrage in die „Top Level“-Nachfrage. Insgesamt steigt der Anteil der Haushalte, die Breitbandanschlüsse mit mehr als 500 Mbit/s Downloadrate nachfragen, um ca. 7%.

Abbildung 3-3: Das Nachfragepotenzial für stationäre Breitbandanschlüsse in Deutschland bei einer intensiveren parallelen Nutzung von Anwendungen



Quelle: WIK-Marktpotenzialmodell.

* Die Nachfrageschätzungen für Unternehmen wurden nicht aktualisiert, sondern ohne neue Berechnungen in die Ergebnisse der Fortschreibungen für Privathaushalte integriert.

Quelle: WIK.

4 Fazit

Die Nachfrageschätzungen zeigen, dass in allen Nachfrageszenarien ca. 75% der Haushalte Bandbreiten von ≥ 500 Mbit/s im Downstream nachfragen. Dabei gehen wir davon aus, dass in 2025 der Anteil der Breitbandverweigerer bzw. Mobile-only-Kunden bei unter 10% liegen wird. In den Alternativszenarien bleibt die Nachfrage nach Bandbreiten von ≥ 500 Mbit/s bei ca. 75% der Haushalte bzw. mehr. Beim ersten Szenario (mit einer niedrigeren benötigten Bandbreite für progressives TV und VPN) verändert sich lediglich die Verteilung der Haushalte zwischen dem Top-Level- (≥ 1 Gbit/s) und dem High Medium-Segment (500 Mbit/s bis 1 Gbit/s). Beim zweiten Alternativszenario (mit einer intensiveren parallelen Nutzung von Anwendungen in den nutzungsintensiven Nutzerprofilen) steigt der Anteil an High Medium- und Top Level-Haushalten insgesamt.

Die Nichtberücksichtigung der Gruppe der unter 15-jährigen Nutzer, die ausnahmslos aus dem Segment der Digital Natives stammen, unterstreicht den konservativen Ansatz der Marktpotenzialberechnung.

Die zukünftige Nachfrage ist geprägt durch Internetnutzer, die mehrere (vernetzte) Endgeräte nutzen und Anwendungen simultan einsetzen. Dies ist allerdings nur möglich mit Breitbandanschlüssen, die symmetrische Übertragungsraten bei gleichzeitig hoher Qualität (niedriger Paketverlustrate und geringer Latenz) gewährleisten können.

Aus den vorgestellten Ergebnissen ergeben sich wichtige Implikationen für die weitere Breitbandpolitik. Zum einen unterstreichen unsere Ergebnisse, dass sich in Zukunft Anwendungen, die hohe Anforderungen an die zugrunde liegenden Netzinfrastrukturen stellen, breiter Nutzung erfreuen werden. Die Politik sollte sich an diesen Anforderungen orientieren, wenn neue Zielsetzungen definiert werden. Auch dort, wo öffentliche Förderung greift, weil kein marktgetriebener Ausbau erfolgt, sollte der Netzausbau diesen hohen Anforderungen gerecht werden. Anderenfalls werden Netzinfrastrukturen zum limitierenden Faktor auf dem Weg in die Digitalisierung werden bzw. die digitale Spaltung der Bevölkerung vorantreiben.

Zugleich unterstreichen unsere Ergebnisse das gesamtwirtschaftliche Potenzial, das mit flächendeckenden Gigabitnetzen verbunden ist. Gleichwohl stellt sich mit Blick auf die Branche die Herausforderung, Geschäftsmodelle und Business Cases zu identifizieren, die einen signifikanten Beitrag für die Amortisation der mit dem Aufbau entsprechender Netze verbundenen Investitionen leisten können.

Literaturverzeichnis

- ANGA (2016): Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur, elektronisch verfügbar unter: http://www.anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-final_online.pdf
- Arnold, R.; Grimmer, W.; Pols, A.; Schneider, A.; Tenbrock, S. (2015): Index zur Digitalisierung und intelligenten Vernetzung, Zweiter (nicht veröffentlichter) Zwischenbericht – November 2015.
- BCG; Liberty Global (2016): The Value of Content, elektronisch verfügbar unter: <https://www.libertyglobal.com/pdf/public-policy/The-Value-of-Content-Digital.pdf>
- Bitkom; Nationaler IT Gipfel (2012): Heimvernetzung als Bindeglied zwischen Verbraucher und gesamtwirtschaftlichen Herausforderungen. Wirtschaftliche Erwartungen in Schlüssel-sektoren, Lösungsansätze zur Akzeptanzsteigerung, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/noindex/Publicationen/2012/Studie/Heimvernetzung-als-Bindeglied-zwischen-Verbraucher-und-gesamtwirtschaftlichen-Herausforderungen/Studie-I-Heimvernetzung-2012-I-WEB-Version.pdf>
- Bitkom (2014): Smart Home in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/noindex/Publicationen/2014/Studien/Smart-Home-in-Deutschland-Praesentation/Praesentation-Smart-Home.pdf>
- BIU (2015): Positionspapier Agenda 2020: für eine starke Computer- und Videospielebranche in Deutschland, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2015/06/20150608_BIU_Positionspapier_F%C3%B6rderung_Standort_Deutschland.pdf
- BIU (2016a): Jahresreport der Computer- und Videospielebranche in Deutschland 2016, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/07/BIU_Jahresreport_2016.pdf
- BIU (2016b): eSports, elektronisch verfügbar unter: https://www.biu-online.de/wp-content/uploads/2016/04/20160408_BIU-eSports.pdf
- BMVI (2014): Kursbuch Netzausbau der Netzallianz Digitales Deutschland, elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publicationen/DG/kursbuch-netzausbau.pdf?__blob=publicationFile
- BMWi; BMI; BMVI (2014): Digitale Agenda 2014-2017, elektronisch verfügbar unter: http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/digitale-agenda-2014-deutsch.pdf?__blob=publicationFile
- BMWi (2016a): Digitale Strategie 2025, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publicationen/digitale-strategie-2025.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- BMWi (2016b): Grünbuch Digitale Plattformen, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-digitale-plattformen.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Bonk, C. J.; Lee, M. M.; Reeves, T. C.; Reynolds, T. H. (2015): MOOCs and Open Education Around the World, elektronisch verfügbar unter: http://publicationshare.com/moocsbook/TOC_Preface_MOOCs_Open_Ed_book_by_Bonk_Lee_Reeves_Reynolds.pdf
- Bundesnetzagentur (2013): Tätigkeitsbericht Telekommunikation 2012/2013, elektronisch verfügbar unter: http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publicationen/Berichte/2013/131216_TaetigkeitsberichtTelekommunikation2012-2013.pdf?__blob=publicationFile

- Bundesnetzagentur (2016): Jahresbericht 2015, elektronisch verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2016/Jahresbericht2015.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Cisco (2015), The Zettabyte Era: Trends and Analysis, White Paper, Cisco VNI: Forecast and Methodology 2014 – 2019, elektronisch verfügbar unter: https://files.ifi.uzh.ch/hilty/t/Literature_by_RQs/RQ%20102/2015_Cisco_Zettabyte_Era.pdf
- Cisco (2017): Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2016–2021, White Paper, elektronisch verfügbar unter: <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.pdf>
- DCTI (2015): DCTI GreenGuide Smart Home 2015, Die optimale Lösung für Ihr Zuhause, elektronisch verfügbar unter: http://www.dcti.de/fileadmin/user_upload/GreenGuide_SmartHome_2015_Webversion.pdf
- Deloitte; Bitkom (2015): Zukunft der Consumer Electronics – 2015 Marktentwicklung, Schlüsseltrends, Mediennutzung Konsumentenverhalten, Neue Technologien, elektronisch verfügbar unter: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/CE_Studie_2015.pdf
- Doose, A.-M.; Monti, A.; Schäfer, R. (2011): Mittelfristige Marktpotenziale im Kontext der Nachfrage nach hochbitratigen Breitbandanschlüssen in Deutschland, WIK Diskussionsbeitrag Nr. 358, Bad Honnef
- Emmendorfer, M. J.; Cloonan, T. J. (2014): Nielsen's Law vs. Nielsen TV Viewership for network capacity planning, elektronisch verfügbar unter: <http://www.nctatechnicalpapers.com/Paper/2014/2014-nielsen-s-law-vs-nielsen-tv-viewership-for-network-capacity-planning>.
- European Commission (2013): Study on Impact of traffic off-loading and related technological trends on the demand for wireless broadband spectrum, Final Report, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK-Consult and AEGIS, elektronisch verfügbar unter: <http://bookshop.europa.eu/en/study-on-impact-of-traffic-off-loading-and-related-technological-trends-on-the-demand-for-wireless-broadband-spectrum-pbKK0113239/>
- European Commission (2016a): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Connectivity for a Competitive Digital Single Market – Towards a European Gigabit Society, COM(2016) 587 final, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity-european-gigabit-society>
- European Commission (2016b): Commission Staff Working Document accompanying the document Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Connectivity for a Competitive Digital Single Market – Towards a European Gigabit Society, COM(2016) 587 final, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connectivity-european-gigabit-society>
- European Commission (2016c): Directive of the European Parliament and of the Council establishing the European Electronic Communications Code (Recast), COM(2016) 590 final, 2016/288 (COD), elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/proposed-directive-establishing-european-electronic-communications-code>
- European Commission (2016d): Regulatory, in particular access, regimes for network investment models in Europe, A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology by WIK Consult, Deloitte, IDATE, elektronisch verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/access-regimes-network-investment-and-business-models-europe-smart-20150002>

- Fraunhofer FOKUS (2016): Netzinfrastrukturen für die Gigabitgesellschaft, elektronisch verfügbar unter: https://cdn2.scrvt.com/fokus/5468ae83a4460bd2/65e3f4ee76ad/Gigabit-Studie_komplett_final_einzelseiten.pdf
- FTTH Council (2016): FTTH Business Guide, Edition 5 Financing Committee, Revision date: 16/02/2016, elektronisch verfügbar unter: http://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/FTTH_Business_Guide_V5.pdf
- Gries, C.; Plückerbaum, T.; Strube Martins, S. (2016): Treiber für den Ausbau hochbitratiger Infrastrukturen, Studie im Auftrag von 1&1 Telecommunication SE, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter: http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/VATM_Hochbitratige_Infrastrukturen.pdf
- Initiative D21 (2015): D21-Digital-Index 2015 Die Gesellschaft in der digitalen Transformation. Eine Studie der Initiative D21, durchgeführt von TNS Infratest, elektronisch verfügbar unter: http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2015/10/D21_Digital-Index2015_WEB.pdf
- Initiative D21 (2016): 2016 D21-Digital-Index, Jährliches Lagebild zur Digitalen Gesellschaft. Eine Studie der Initiative D21, durchgeführt von Kantar TNS; elektronisch verfügbar unter: <http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2016/11/Studie-D21-Digital-Index-2016.pdf>
- IW Consult GmbH (2016): Der Weg in die Gigabitgesellschaft, wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert, elektronisch verfügbar unter: <http://www.vodafone-institut.de/wp-content/uploads/2016/07/studie-lange-version.pdf>
- Monti, A.; Schäfer, R. (2012): Marktpotenziale für hochbitratige Breitbandanschlüssen in Deutschland, Abschlussbericht für den BREKO, Bad Honnef.
- Nationaler IT Gipfel (2015a): Smart Home, Ergebnisdokument der Projektgruppe Smart Home Plattform „Digitale Netze und Mobilität“, elektronisch verfügbar unter: <http://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/IT-Gipfel/Download/2015/it-gipfel-2015-smart-home.pdf?blob=publicationFile&v=2>
- Nationaler IT Gipfel (2015b): Thesenpapier zum Schwerpunktthema Smart Data im Gesundheitswesen, elektronisch verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2016/Positionspapiere/Thesenpapier-zum-Schwerpunktthema-Smart-Data-im-Gesundheitswesen/it-gipfel-2015-thesenpapier-zum-schwerpunktthema-smart-data-im-gesundheitswesen.pdf>
- Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (2016): eHealth und mHealth – Chancen und Risiken der Digitalisierung im Gesundheitsbereich, elektronisch verfügbar unter: https://www.bmju.de/DE/Ministerium/Veranstaltungen/SaferInternetDay/01192016_Digitale_Welt_und_Gesundheit.pdf?blob=publicationFile&v=3
- Statistisches Bundesamt (2011): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit, Entwicklung der Privathaushalte bis 2030, Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung, elektronisch verfügbar unter: https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjAmdCnpbrQAhXMCMAKHqSC1sQFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.bpb.de%2Fsystem%2Ffiles%2Fdokument_pdf%2FEntwicklung%2520der%2520Privathaushalte%2520bis%25202030.pdf&usq=AFQjCNH7p5d2SYSIBC3Yqie0RBdXDyobLA
- Statistisches Bundesamt (2015): Bevölkerung Deutschlands bis 2060, Ergebnisse der 13. Koordinierten, Bevölkerungsvorausberechnung, elektronisch verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Vorausberechnung/Bevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060_5124202159004.pdf?blob=publicationFile
- Statistisches Bundesamt (2016): Private Haushalte in der Informationsgesellschaft - Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien 2015, Fachserie 15 Reihe 4, elektronisch verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbeding>

[un-
gen/PrivateHaushalte/PrivateHaushalteIKT2150400157004.pdf? blob=publicationFile](http://www.wik.org/fileadmin/PrivateHaushalte/PrivateHaushalteIKT2150400157004.pdf?blob=publicationFile)

- Teltarif (2016): Südkorea: Gigabit für alle! Elektronisch verfügbar unter:
<https://www.teltarif.de/gigabit-korea-telecom/news/66252.html>
- Tenbrock, S.; Arnold, R.; Grimmer, W.; Tas, S.; Pols, A. (2016): ANDI - Analyse und Nachfragebetrachtung zur Digitalisierung und Intelligenten Vernetzung Dritter (nicht öffentlicher) Zwischenbericht – September 2016.
- Von Schwartz, M. (2016): Das Internet ist in der Mitte der Gesellschaft angekommen, in: Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (2016): DIVSI magazin, Oktober 2016, S. 12-15.
- Wernick, C.; Strube Martins, S.; Bender, C. M.; Gries, C.-I. (2016a): Markt- und Nutzungsanalyse von hochbitratigen TK-Diensten für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft in Deutschland, Studie im Auftrag des BMWi, Bad Honnef, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Studie_BMWi_Breitbandnutzung_von_KMU.pdf
- Wernick, C.; Gries, C.-I.; Bender, C., Tenbrock, S.; Strube Martins, S. (2016b): Regionale TK-Akteure im globalen Wettbewerb, Studie im Auftrag des Breitbandbüros Hessen bei der Hessen Trade & Invest GmbH, elektronisch verfügbar unter:
http://wik.org/fileadmin/Studien/2016/Regionale_TK_Akteure_im_globalen_Wettbewerb.pdf
- Wernick, C.; Henseler-Unger, I.; unter Mitarbeit von Strube Martins, S. (2016c): Erfolgsfaktoren beim FTTB/H-Ausbau, Studie im Auftrag des Bundesverband Breitbandkommunikation (BREKO), elektronisch verfügbar unter: [http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie - Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf](http://www.wik.org/fileadmin/Studien/2016/WIK-Studie_-_Erfolgsfaktoren_FTTB-FTTH-Ausbau.pdf)

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
eMail: info(at)wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführer und Direktor Dr. Iris Henseler-Unger

Direktor
Abteilungsleiter
Post und Logistik Alex Kalevi Dieke

Prokurist
Abteilungsleiter
Netze und Kosten Dr. Thomas Plückebaum

Prokurist
Leiter Verwaltung Karl-Hubert Strüver

Vorsitzender des Aufsichtsrates Winfried Ulmen

Handelsregister Amtsgericht Siegburg, HRB 7225

Steuer Nr. 222/5751/0722

Umsatzsteueridentifikations Nr. DE 123 383 795