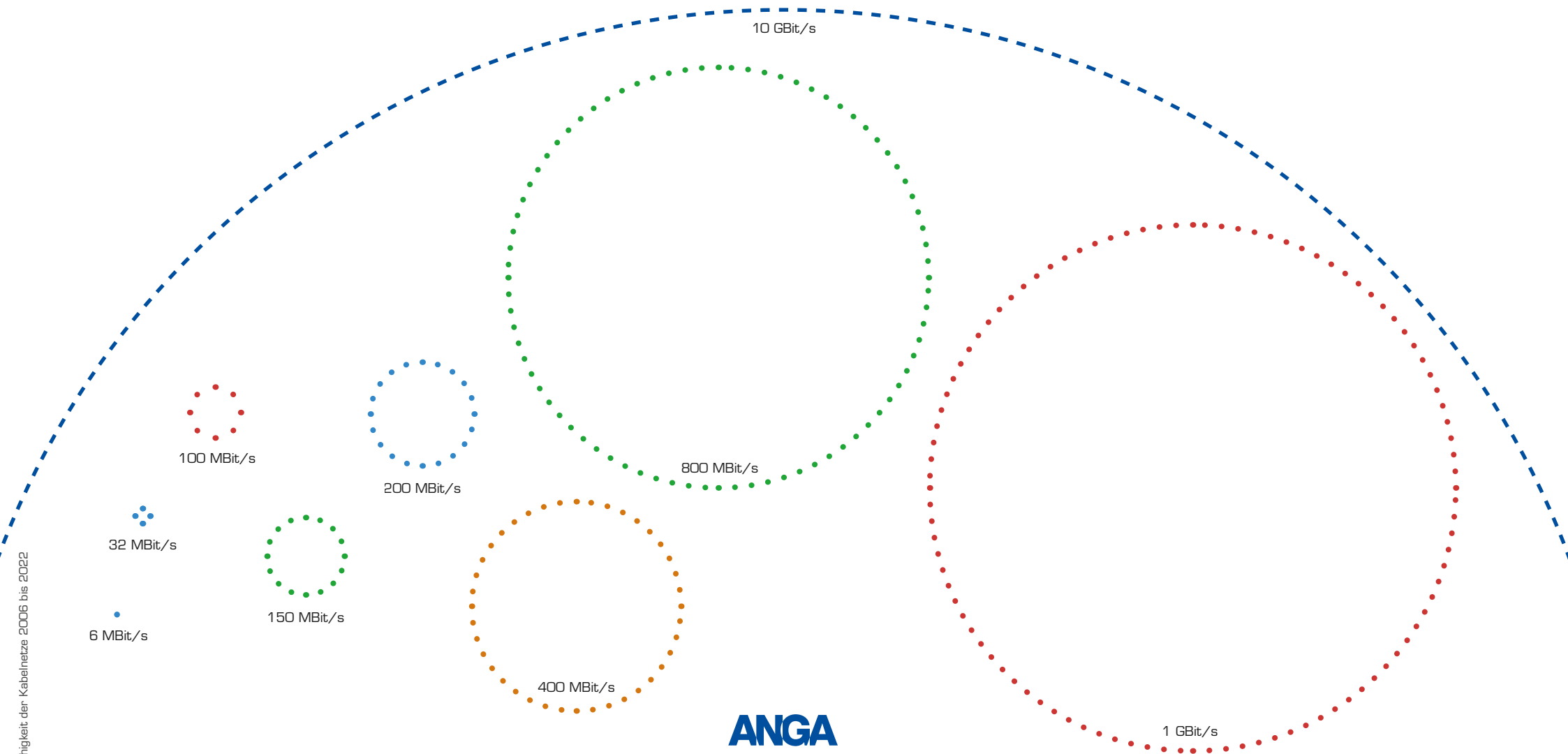


# Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur



**ANGA**

Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.

Vorwort	3
Zukünftige Anforderungen an Breitbandnetze	4
Die Leistungsfähigkeit der Kabelnetze heute und morgen	6
Breitbandpolitik für Gigabit-Kabelnetze	11

# „Deutschland braucht Gigabit-Kabelnetze“

**Sehr geehrte Damen und Herren,  
liebe Leserinnen und Leser,**

Kabelinternet gibt es erst seit zehn Jahren. 2006 begannen Kabelnetzbetreiber in Deutschland, Breitbandinternet- und Telefonieprodukte zu vermarkten. Die maximale Bandbreite lag bei 6 MBit/s – zu diesem Zeitpunkt schon ein beachtlicher Wert. Heute bieten viele ANGA-Mitglieder Anschlüsse mit bis zu 400 MBit/s. Ab 2017 führen die Kabelnetzbetreiber den neuen Übertragungsstandard DOCSIS 3.1 ein, über den Gigabit-Anschlüsse für weite Teile der Bevölkerung verfügbar werden. Kabelinternet mit 5 GBit/s mag heute utopisch klingen – aber schon in wenigen Jahren wird dies selbstverständlich sein.

Aber: Im Durchschnitt surfen Deutsche aktuell mit rund 14 MBit/s. Brauchen wir dann tatsächlich Gigabit-Breitbandnetze? Ich kann diese Frage aus voller Überzeugung mit Ja beantworten. Dafür gibt es mindestens zwei gute Gründe: 1. Die Nachfrage nach hohen Bandbreiten ist schon heute deutlich höher und wird in Zukunft stark steigen: Über 60 Prozent der Kabelinternetkunden buchen aktuell 30 MBit/s und mehr, 30 Prozent sogar mindestens 100 MBit/s. Anwendungen wie Ultra HD-Fernsehen oder Virtual Reality werden den Bandbreitenbedarf in die Höhe treiben. Darauf müssen wir unsere Netze vorbereiten. 2. Gigabit-Netze entwickeln sich zum entscheidenden Standortfaktor für Deutschland: Die Digitalisierung ist der wichtigste Treiber für weiteres Wachstum und gesellschaftliche Teilhabe in unserer Gesellschaft. Wer Industrie 4.0, das Internet der Dinge oder vernetzte Mobilität verwirklichen will, braucht schnelle und verlässliche Netze.

Mit dieser Publikation beantworten wir Ihnen die wichtigsten Fragen rund um die Leistungsfähigkeit des Breitbandkabels: Was ist heute schon möglich und was ist in naher und ferner Zukunft vom Breitbandkabel zu erwarten? Welche Herausforderungen gilt es zu meistern, damit in Deutschland zukünftig Gigabit-Kabelnetze entstehen? Wie kann die Politik dies unterstützen?

Bezogen auf den Gigabit-Ausbau steht jedenfalls fest: Auch zukünftig werden die Kabelnetzbetreiber ihre Netze weiter ausbauen. Denn nur so behalten wir im Wettstreit der Breitband-Infrastrukturen die Nase vorn.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre,

Ihr Thomas Braun  
*Präsident, ANGA Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e. V.*

## Zukünftige Anforderungen an Breitbandnetze

Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft schreitet schnell voran. Hochauflösendes Video- und Musik-Streaming, Smartphones und Tablets, vernetztes Supply-Chain-Management und Cloud Computing – was heute Realität ist, war noch vor wenigen Jahren Zukunftsmusik. Die Digitalisierung ist der wesentliche Treiber für Fortschritt, Wachstum und gesellschaftliche Teilhabe in modernen Gesellschaften. Ohne zukunftssichere Breitbandinfrastrukturen werden Anwendungen in den Bereichen Smart Mobility, Smart Energy, E-Health, Smart Industry und E-Government bloße Konzepte bleiben. Entsprechend lohnend sind Investitionen in Breitbandnetze aus ökonomischer Sicht: Eine Steigerung der Durchschnittsgeschwindigkeit der Breitbandanschlüsse um ein Prozent erhöht das Bruttoinlandsprodukt um 0,07 Prozent, in Deutschland also um rund 2 Mrd. Euro, so das IW Köln in einer aktuellen Studie.

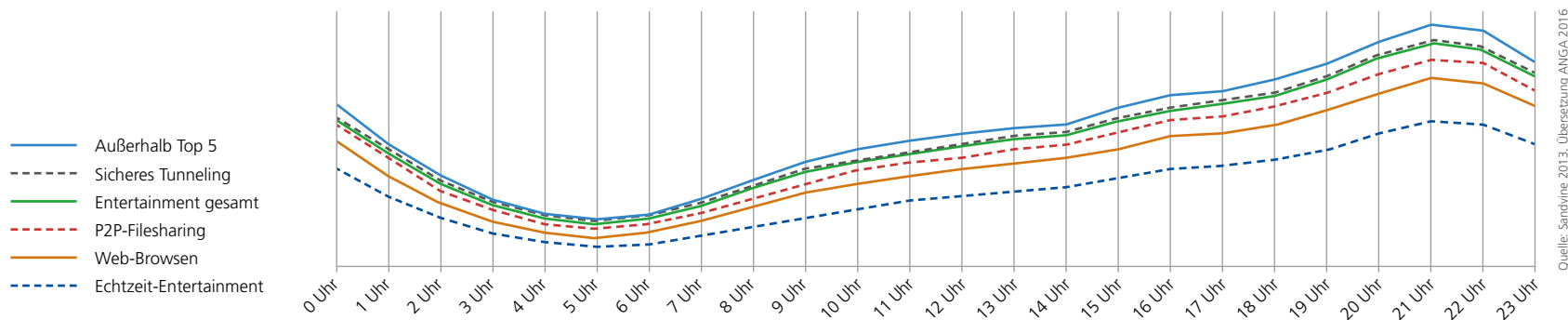
Folge der fortschreitenden Digitalisierung ist ein rasant steigendes Datenaufkommen, das die TK-Netzbetreiber bewältigen müssen: Der aktuelle CISCO Visual Networking Index (VNI) prognostiziert, dass sich der IP-Traffic allein in den nächsten fünf Jahren verdreifachen wird. Damit wird sich das Datenaufkommen seit 2005 ver Hundertfacht haben.

### Wachstum des Videoverkehrs macht höheren Downstream erforderlich

Der Transport von Videoinhalten ist heute hauptverantwortlich für das Datenaufkommen in TK-Netzen: 70 Prozent aller im Internet versandten Daten waren 2015 Videoinhalte. Dieser Anteil wird laut VNI bis 2020 auf 82 Prozent steigen. Ursächlich hierfür sind mehrere Trends:

- Mit UltraHD/4K steht das nächste hochauflösende Videoformat in den Startlöchern – einzelne Anbieter haben bereits entsprechende Angebote für Bildschirmgrößen von mehr als 50 Zoll gestartet. Die höhere Bildauflösung steigert den Bedarf nach zusätzlicher Bandbreite: Zur flüssigen Darstellung eines UHD-Streams sind heute rund 18 MBit/s nötig.
- Die weiteren Entwicklungen im Entertainment sind absehbar: 8K und Virtual Reality werden in den nächsten Jahren für weiteren Bandbreitenbedarf sorgen. So erzeugen heutige 4K-Virtual-Reality Aufnahmeegeräte mit 16 und mehr Kameras pro Sekunde rund 300 MBit/s Daten. Bo Begole, der weltweite Leiter der Huawei Technology Labs, rechnet sogar mit 5,2 GBit/s Bandbreite, die für bestimmte Virtual Reality-Anwendungen zukünftig benötigt werden.
- Die Zahl der Video-Streaming-Konsumenten in Deutschland steigt rasant: Jeder Zweite nutzt Mediatheken, 40 Prozent der Bevölkerung haben einen Account bei mindestens einem Video-on-Demand-Anbieter (Stand Mai 2015). Das zeigt die Studie „Medienkonsum der Zukunft“, die die ANGA 2015 in Auftrag gegeben hat.
- Video-Streaming verstärkt die Nachfragespitzen in den Netzen, da Videoinhalte typischerweise zur „Prime-Time“ konsumiert werden (s. Abb. unten).

### Durchschnittlicher Downstream in US-amerikanischen Netzwerken im Tagesverlauf



### KMUs und Homeoffice schaffen Bedarf nach höheren Bandbreiten im Up- und Downstream in Wohngebieten

Viele Gewerbekunden stellen schon heute Gigabit-Anforderungen an ihre IT-Infrastruktur. Für sie reicht ein gängiges Privatkundenprodukt nicht aus, da sie oft höhere Up- und Downloadraten sowie geringe Latenz- und Jitterwerte benötigen. TK-Netzbetreiber werden dieser Nachfrage gerecht und bieten spezielle glasfaserbasierte Anbindungen von Gewerbegebieten und einzelnen Betrieben an. Auch unternimmt die Politik Anstrengungen, die bestehende Versorgungslücke in Gewerbegebieten zu schließen, und lobt hierfür zusätzliche Fördermittel aus.

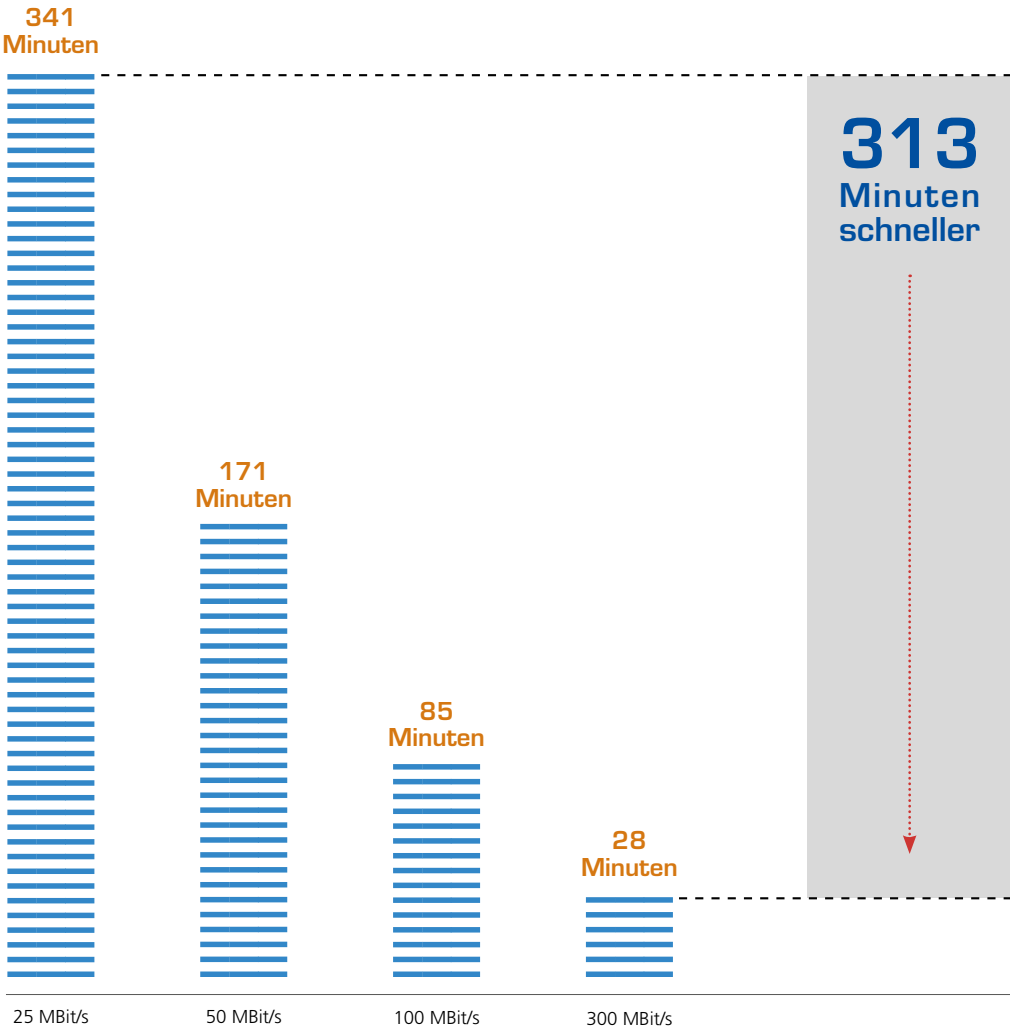
Dedizierte Glasfaseranschlüsse sind jedoch für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die 99,3 Prozent aller Betriebe repräsentieren, oft nicht erschwinglich. Außerdem sitzen viele dieser Unternehmen nicht in Gewerbegebieten. Hier bedarf es leitungsgebundener Alternativen, die den gesteigerten Anforderungen gerecht werden. In einer vernetzten Wirtschaft sind kostengünstige und weithin verfügbare Gigabit-Infrastrukturen wesentlicher Standortfaktor für die Zukunft.

Über die Hälfte aller Betriebe mit mehr als 500 Beschäftigten bietet ihren Mitarbeitern mittlerweile die Gelegenheit, von zu Hause zu arbeiten. Ein Drittel der Angestellten arbeitet zumindest gelegentlich von zu Hause aus. Und ein Drittel derer, die nie von zu Hause arbeiten, würde dies gerne tun. Allerdings fehlt es laut eines Forschungsberichts für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales aktuell bei 46 Prozent der Angestellten aktuell an den technischen Voraussetzungen dafür. Videokonferenzen, Cloud-Dienste für die Datensicherung oder der Zugriff auf rechenstarke Server sorgen für hohe Anforderungen an Qualität und Übertragungsraten. Hohe verfügbare Bandbreiten steigern die Produktivität von Heimarbeit, indem sie für schnelle Datenübertragung sorgen (s. Abb. rechts).

Das Forschungsinstitut WIK hat für die Europäische Kommission errechnet, dass rund ein Drittel der Unternehmen und Privathaushalte in Deutschland in den nächsten zehn Jahren Anschlüsse mit mindestens einem GBit/s im Down- und 600 MBit/s im Upstream benötigen wird. Daher gilt es sowohl in Gewerbe- als auch in Wohngebieten die Gigabit-Nachfrage zu bedienen. Hierfür sind zukunftssichere und effiziente Lösungen gefragt, die die HFC-Netze bieten können.

Quelle: Ministerium des Innern, für Sport und Infrastruktur in Rheinland-Pfalz/TÜV Rheinland, Weichen stellen für die Anforderungen von morgen: Ausbau der Breitbandinfrastruktur in Rheinland-Pfalz zur Versorgung mit Bandbreiten von mindestens 300 MBit/s, 2015

Dauer der Datenübertragung bei 50 GB



## Die Leistungsfähigkeit der Kabelnetze heute und morgen

72 Prozent der deutschen Haushalte steht auf Grundlage der hybriden Glasfaser-Koax (HFC-)Netze der Kabelnetzbetreiber heute Hochgeschwindigkeitsinternet zur Verfügung. Keine andere Breitband-Technologie in Deutschland kann aktuell so hohe Bandbreiten für so viele Menschen realisieren.

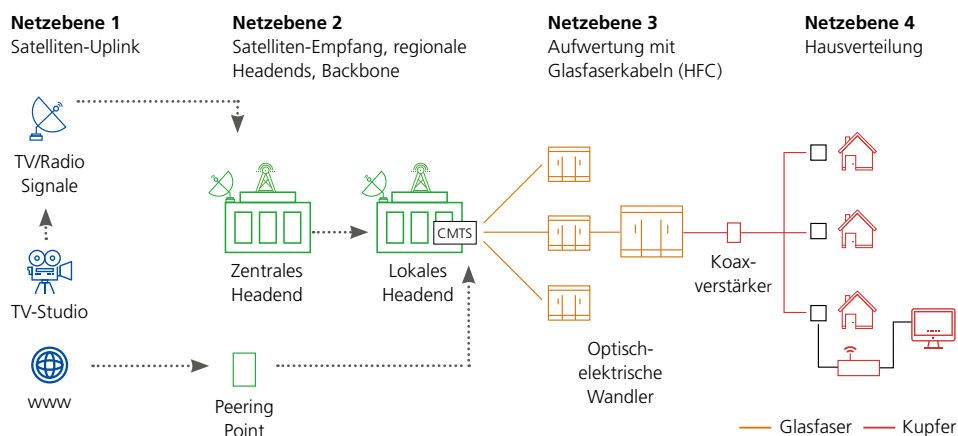
### Vom TV-Kabel- zum HFC-Netz

Dabei waren die TV-Kabelnetze ursprünglich gar nicht für Internet- und Telefoniedienste ausgelegt. Vielmehr sollten sie, als sie in den 1980er Jahren gebaut wurden, zur unidirektionalen Verbreitung von Rundfunkinhalten dienen. Sie wurden aus Koaxialkabeln gebaut, die aus einem Kupferkern – der sog. Seele – und Materialien zur Isolation und Schirmung bestehen. Schnell erkannte man, dass diese Infrastruktur deutlich leistungsfähiger ist als die in Telefonnetzen verwendeten Kupfer-Doppeladern. Entsprechend begannen Kabelnetzbetreiber in Deutschland in den frühen 2000ern mit der Aufrüstung der Kabelnetze für den bidirektionalen Datenverkehr: Das Kabel wurde rückkanalfähig gemacht. Nötig waren hierzu vor allem neue aktive Netzkomponenten (z. B. Verstärker, Cable Modem Termination Systems (CMTS) und Kabelmodems), die den Datentransport in zwei Richtungen erlauben. Außerdem begann man frühzeitig damit, die koaxialen Netze mit leistungsfähigerer Glasfaser zu ergänzen. Bis heute findet ein bedarfsgerechter Glasfaserausbau vom Backbone beginnend bis zur Hausverteilung beim Kunden statt.

HFC-Netze sind als Shared Medium konzipiert und ähneln in dieser Eigenschaft Mobilfunknetzen: Die Nutzer eines Clusters teilen sich die vorhandene Bandbreite im Kabel. Dabei lassen sich für bestimmte Dienste wie z. B. für zeitkritische Sprachdienste (Telefonie) die benötigten Datenraten für Einzelne zuweisen bzw. reservieren. Ebenso wird jedoch auch jeweils nicht benötigte Übertragungskapazität einzelner Nutzer für alle anderen Nutzer freigegeben.

Bei steigender Nachfrage werden Cluster-Splits durchgeführt, bei denen Nutzer-Cluster geteilt und die verfügbare Bandbreite pro Kunde in der Folge erhöht werden. Dazu wird die Glasfaser mit Hilfe von Fiber-Nodes näher an die Häuser gebracht und Koaxialkabel ersetzt. So entstehen die hybriden Netze aus Glasfaser und Koaxialkabel, die HFC-Netze.

### Ebenen der Netzinfrastruktur

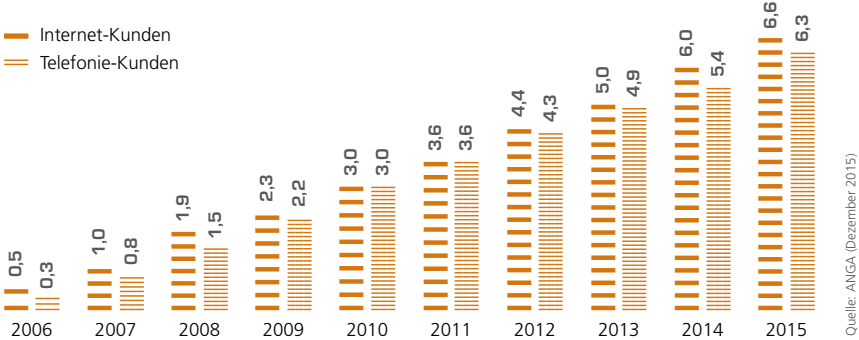


Quelle: ANGA/Breitbandbüro des Bundes 2015

### DOCSIS 3.0: Standard für heutige HFC-Hochgeschwindigkeitsnetze

Grundlage für den Markteintritt der Kabelnetzbetreiber in den Breitbandinternet- und Telefonie markt war die Spezifizierung eines Standards zum Transport von Datenpaketen über das Breitbandkabel – die sog. Data over Cable Service Interface Specification (DOCSIS), die die Cable Labs in den USA entwickelt haben. DOCSIS organisiert die Datenübertragung in diesem Shared Medium mittels definierter Datenpakete zwischen dem CMTS und dem Kabelmodem als Endgerät (s. Abb. oben).

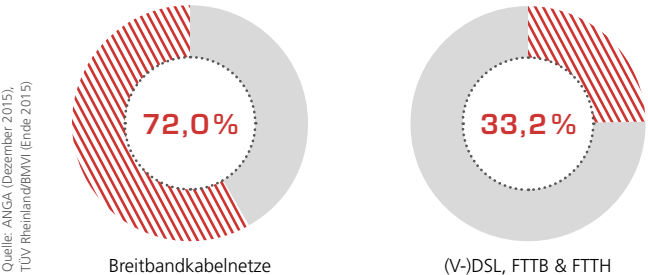
Kabel-Internet und -Telefonie auf Wachstumskurs



Bis 1997 wurde DOCSIS 1.0 spezifiziert; in Deutschland begann man jedoch direkt mit der Implementierung des seit 2001 vorliegenden Standards DOCSIS 2.0. Auf dieser Basis boten Kabelnetzbetreiber Endkunden bereits zum Breitbandmarkteintritt 2005/2006 Anschlüsse mit bis zu 6 MBit/s und im Jahr 2008 schon bis zu 32 MBit/s im Downstream an.

Initialzündung für die heute verfügbaren Hochgeschwindigkeitsangebote war die Einführung von DOCSIS 3.0 ab 2009/2010. Hohe Investitionen in die eigenen Netze trieben die Verfügbarkeit von Anschlüssen auf Basis von DOCSIS 3.0 innerhalb von wenigen Jahren in die Höhe: 2010 lag sie bei 40 Prozent aller Haushalte, 2012 bei 55 Prozent und Ende 2015 bei 72 Prozent – mit weiter steigender Tendenz. Auf Basis von DOCSIS 3.0 boten die Kabelnetzbetreiber zunächst Anschlüsse mit bis zu 100 MBit/s an. Das war im Jahr 2010 ein sehr beachtlicher Wert. Heute sind über DOCSIS 3.0 bis zu 400 MBit/s buchbar; noch höhere Geschwindigkeiten sind zu erwarten.

Beitrag des Kabels zur Breitbandversorgung

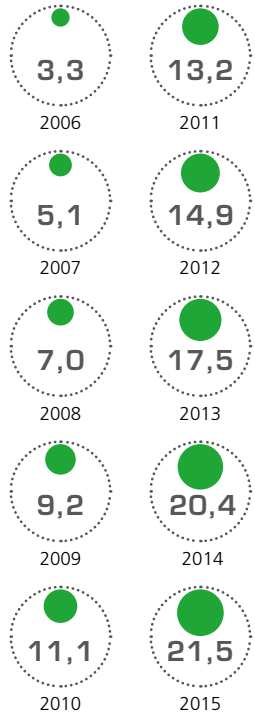


Leistungsvermögen ausgewählter Breitbandzugangstechnologien in der EU 2014

	xDSL Peak	xDSL 24h	Kabel Peak	Kabel 24h	FTTx Peak	FTTx 24h	EU Peak	EU 24h
Tatsächliche Geschwindigkeit (in MBit/s)	8,27	8,5	<b>66,57</b>	<b>70,04</b>	53,09	54,65	38,19	39,69
Verhältnis tatsächliche/beworbene Bandbreite (in Prozent)	63,3	65,1	<b>86,5</b>	<b>90,2</b>	82,7	86,5	75,9	78,3
Latenz (in Millisekunden)	37,36	35,44	<b>19,22</b>	<b>17,98</b>	20,16	18,79	27,01	25,45

Quelle: Europäische Kommission 2015, Messung: Oktober 2014

Marktanteile Breitbandkabel (in Prozent)



Kabelnetzbetreiber sorgen für Infrastrukturwettbewerb auf dem Breitbandmarkt

Kabelnetzbetreiber differenzieren sich im Infrastrukturwettbewerb durch hochleistungsfähige Anschlüsse. Jeder dritte Kabelinternetkunde bucht 100 MBit/s und mehr, nur noch 38 Prozent der Kunden entscheidet sich für Bandbreiten unter 30 MBit/s. Im Ergebnis sind Kabelkunden schon heute deutlich schneller im Netz unterwegs als deutsche Breitbandkunden im Durchschnitt (14 MBit/s). Auch im europäischen Vergleich sind HFC-Anschlüsse besonders leistungsfähig: Kabelinternetkunden surfen im europäischen Durchschnitt mit der höchsten Geschwindigkeit, dem besten Verhältnis von beworbener zu tatsächlicher Bandbreite und der geringsten Latenz aller Breitbandtechnologien (s. Abb. oben). Als Resultat können die Kabelnetzbetreiber ihren Marktanteil am Breitbandmarkt Jahr um Jahr steigern. Lag er 2010 noch bei 11 Prozent, so waren es Ende 2015 bereits 21,5 Prozent.

## DOCSIS 3.1 macht das Kabel zur Gigabit-Infrastruktur

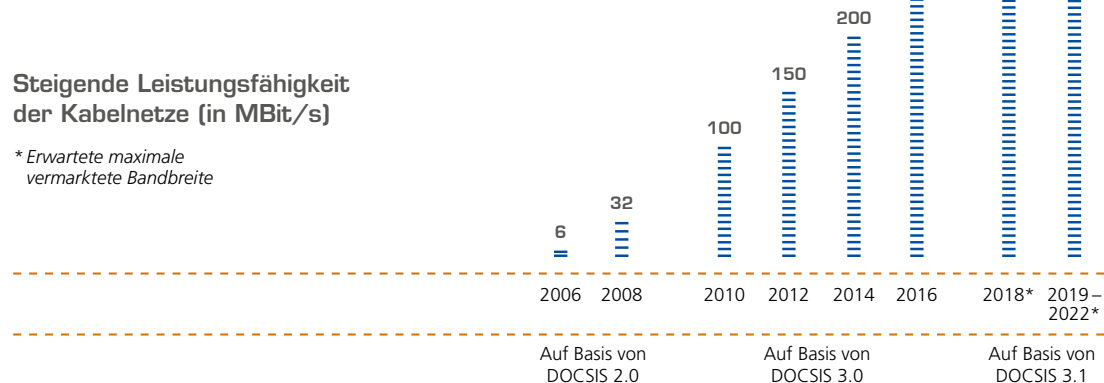
Das Breitbandkabel wandelt sich gerade zur Gigabit-Infrastruktur. Zukünftig sind über HFC-Netze Bandbreiten bis zu 10 GBit/s im Downstream und 1 GBit/s im Upstream möglich. Später ist sogar mit symmetrischen Übertragungsraten im zweistelligen Gigabitbereich zu rechnen. Vergleichbare Leistung bieten sonst nur noch Glasfaseranschlüsse bis in die Wohnung (FTTH) bzw. ins Gebäude (FTTB). Der zu erwartende Mobilfunkstandard der nächsten Generation (5G) wird darüber hinaus mobile Lösungen mit Gigabitgeschwindigkeiten anbieten können.

Ursächlich für diesen Leistungssprung in HFC-Netzen ist die Einführung des neuen Datenübertragungsstandards DOCSIS 3.1. Erste Angebote auf Basis von DOCSIS 3.1 sollen bereits 2017 in Deutschland verfügbar sein. Bis 2018 ist dann mit Gigabit-Kabel zu rechnen. Daher lohnt ein Blick darauf, was DOCSIS 3.1 ist und wieso es so leistungsfähig ist.

Moderne HFC-Netze nutzen zum Transport von Inhalten das Frequenzband zwischen 5 und 862 MHz. Die Frequenzen werden dabei heute in Kanälen zu 8 MHz gebündelt und Diensten zugewiesen. Bestimmte Frequenzen dienen allein dem Transport von analogen und digitalen Rundfunkinhalten und Video-on-Demand, andere stehen exklusiv dem Transport von Internetdaten zur Verfügung (s. Abb. unten). DOCSIS 3.1 ist die neueste Spezifikation für die Datenübermittlung von IP-Paketen in HFC-Netzen, die die Cable Labs im Jahr 2013 veröffentlicht haben. Der Einsatz dieses Übertragungsstandards ermöglicht sowohl eine effizientere Verwendung des existierenden Frequenzbereichs als auch eine Erweiterung des Spektrums, das HFC-Netze nutzen können.

### Steigende Leistungsfähigkeit der Kabelnetze (in MBit/s)

\* Erwartete maximale vermarktete Bandbreite



## Downstream-Frequenzbelegung im Kabelnetz bei DOCSIS 3.0



DOCSIS 3.1 erlaubt eine effizientere Verwendung des existierenden Frequenzspektrums

DOCSIS 3.1 ermöglicht eine verbesserte Übertragungsqualität (höhere Modulationsrate) und damit einen deutlich erhöhten Datendurchsatz. Das erlaubt eine effizientere Verwendung der bestehenden Kapazitäten. Waren bei DOCSIS 3.0 eine Modulation mit 256 QAM im Down- und 128 QAM im Upstream möglich, so sind nun 4096 QAM in beide Richtungen realisierbar. Gleichzeitig sind höhere Modulationen aber anfälliger für Störungen. Daher wurde die systeminterne Fehlerkorrektur mit dem neuen Algorithmus Low-density Parity-Check (LDPC) verbessert. Weiterhin kommt in HFC-Netzen erstmals die Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) Technik zum Einsatz, die die bisherige Bindung an 8 MHz-Kanäle aufgibt. Die Teildatenströme lassen sich vielmehr zu sehr breiten OFDM-Kanälen mit bis zu 192 MHz zusammenfassen, was die bisher üblichen Bandbreitenverluste an den Kanalgrenzen vermeidet. So können die vorhandenen Bandbreiten effektiver genutzt werden. Im Ergebnis ergeben sich insgesamt Effizienzgewinne zwischen 20 und 30 Prozent im Down- und über 70 Prozent im Upstream, bezogen auf das bestehende Spektrum.

Quelle: ANGA 2016





Quelle: ANGA 2016

**DOCSIS 3.1 erlaubt eine deutliche Erweiterung des Frequenzspektrums**

DOCSIS 3.0 sieht eine Verwendung des Spektrums in HFC-Netzen bis 1002 MHz vor. Das erlaubt eine mögliche Bandbreite von 1 GBit/s im Down- und 300 MBit/s im Upstream pro Kundenhaushalt. Der nutzbare Übertragungsbereich wurde durch DOCSIS 3.1 in Verteilrichtung auf 1,2 GHz (verpflichtend) und bis nahezu 1,7 GHz (optional) ausgeweitet. Bei einer Implementierung im Feld würde dies Anschlüsse mit einer maximalen Bandbreite von rund 7 GBit/s, respektive 10 GBit/s und mehr pro Haushalt im Downstream ermöglichen (bei 1024 QAM).

Gleichzeitig sieht der Standard eine Erweiterung der Frequenzen für den Rückkanal vor. DOCSIS 3.0 erlaubt eine Verwendung des Frequenzbands von 5-85 MHz; mit DOCSIS 3.1 stehen 5-204 MHz zur Verfügung. Entscheidet sich ein Netzbetreiber, an der heute üblichen Belegung bis 85 MHz festzuhalten, sind bei 256 QAM rund 400 MBit/s Bandbreite pro Kunde im Upload möglich. Dagegen ist 1 GBit/s dann möglich, wenn sich der Kabelnetzbetreiber entscheidet, dem Rückkanal die maximal möglichen 204 MHz zuzuweisen. Weitere Vorteile von DOCSIS 3.1 sind:

- Die Abwärtskompatibilität zu DOCSIS 3.0 erlaubt eine flexible Migrationsstrategie.
- Der Einsatz von DOCSIS 3.1 reduziert den Energieverbrauch des Systems.
- Die Möglichkeit des Einsatzes von Active Queue Management zur Priorisierung zeitkritischer Dienste und Applikationen verbessert die Latenz.

**Effizienzgewinne durch den Einsatz von DOCSIS 3.1 im Vergleich zu DOCSIS 3.0**

Spektrum Downstream (in MHz)	DOCSIS 3.1 Bandbreite Downstream (in GBit/s)	MAX DOCSIS 3.0 Bandbreite Downstream (in GBit/s)	Effizienzgewinn (in %)
108-1002	6,89	5,66	22
108-1794	12,99	5,66	129

Spektrum Upstream (in MHz)	DOCSIS 3.1 Bandbreite Upstream (in GBit/s)	MAX DOCSIS 3.0 Bandbreite Upstream (in GBit/s)	Effizienzgewinn (in %)
5-85	0,59	0,33	79
5-204	1,46	0,33	342
5-396	2,9	0,33	779

Quelle: Arnis 2016, Übersetzung ANGA

## Grundlegende technische Herausforderungen der Einführung

Wer DOCSIS 3.1 in Kabelnetzen implementieren möchte, hat verschiedene Optionen: 1. Eine Implementation im bestehenden Frequenzspektrum, 2. eine Überarbeitung der Zuweisung der Frequenzen zwischen Up- und Downstream im bestehenden Spektrum, 3. eine Erweiterung des genutzten Frequenzbandes auf 1,2 GHz bzw. 1,7 GHz.

In der Praxis ist eine Implementierung von DOCSIS 3.1 in den drei Phasen möglich. Alternativ ist aber auch eine Koexistenz verschiedener Ausbaustufen denkbar. Die Komplexität der Implementation steigt dabei, je stärker das bestehende System überarbeitet werden muss: Grundsätzlich gilt für alle Ausbaustufen, dass DOCSIS 3.1-fähige Endgeräte zum Einsatz kommen müssen. Das betrifft vor allem die Kabelmodems in einem Cluster und das CMTS als Gegenspieler.

DOCSIS 3.1 bietet die Möglichkeit, dem Upstream in einem Cluster mehr Frequenzen zuzuordnen. Dabei kann weit über die bisherige Grenze von 85 MHz (sog. Mid-Split) hinaus bis 204 MHz (sog. High-Split) erweitert werden. Heute ist eine Belegung des Upstreams von 5 bis 65 MHz üblich. Eine Erweiterung auf 85 MHz hätte noch keine Konsequenzen für andere Belegungen im Kabel. Beim High-Split dagegen müssten andere Belegungen im Frequenzband geräumt und auf einer anderen Frequenz eingespeist werden: Das betrifft vor allem die Übertragung des FM-Radios und Teile des analogen TV-Programms. Die Abschaltung des analogen Kabelfernsehens würde mehr Platz für OFDM-Kanäle im Downstream schaffen.

Um das volle Potenzial von DOCSIS 3.1 zu nutzen, bedarf es eines Upgrades weiterer aktiver Netzkomponenten (Verstärker, Anschlussdosen etc.). Nicht nötig ist hingegen ein Austausch des Koaxialkabels, um höhere Frequenzen zu nutzen. Frequenzen jenseits von 862 MHz stünden dann für die Belegung mit OFDM-Downstream-Kanälen und anderen Diensten bereit.

Insgesamt werden die Kabelnetzbetreiber bemüht sein, die Potenziale der erweiterten QAM-Modulation in Richtung 1024 QAM, 2048 QAM und 4096 QAM zu nutzen, um die Leistungsfähigkeit zu steigern. Dafür ist eine entsprechende Ausstattung und Abstimmung der Netzkomponenten wichtig. Außerdem werden viele Netzbetreiber die im Standard vorgehene Technologie Remote-PHY nutzen. Hierdurch werden wichtige Übertragungsfunktionalitäten aus dem CMTS ausgelagert und näher am Kunden realisiert. Das minimiert Störgeräusche im Kabel und erlaubt höhere Modulationen. Hierzu werden der Ausbau der Glasfaser und der Einsatz neuer Technik notwendig.

**Gigasphere:** Einige Unternehmen und Verbände verwenden den Begriff Gigasphere als Synonym für den neuesten Standard DOCSIS 3.1 und darauf basierende Produkte und Dienstleistungen ([www.gigasphere.com](http://www.gigasphere.com)).

### DOCSIS 3.1-PILOT BEI UPC SCHWEIZ

UPC Schweiz testet seit Mitte Juli 2016 den Einsatz von DOCSIS 3.1 im Feldversuch. 2000 Wohneinheiten werden hierbei mit Gigabit-Geschwindigkeiten über HFC versorgt. Der Downstream wird auf 1218 MHz ausgebaut, der Upstream auf 204 MHz. Während der Umbauarbeiten werden mit einem Kanalgenerator erzeugte OFDM-Signale (gemäß DOCSIS 3.1 Standard) in der Hub Station eingespeist und im Feld gemessen, um erste praktische Erfahrungen zu sammeln.

## Erwarteter Roll-Out von DOCSIS 3.1

DOCSIS 3.1 kann von den Kabelnetzbetreibern äußerst variabel eingeführt werden. Denn einerseits ist ein Einsatz im bestehenden Frequenzspektrum möglich, andererseits ist der Standard abwärtskompatibel und erlaubt einen Parallelbetrieb. Schon heute findet in Ländern wie Dänemark, Schweiz und den USA die Einführung der Technologie statt. Mit ersten Produkten auf Basis des Standards ist in Deutschland 2017/2018 zu rechnen – möglich sind dann Kabelinternetanschlüsse mit 1 GBit/s und mehr. Der weitere Ausbau der Gigabit-Kabelnetze mit noch höherer Bandbreite erfolgt je nach Kabelnetzbetreiber, Nachfragesituation und Netztopologie dann voraussichtlich zwischen 2020 und 2025. Der Roll-Out soll – ähnlich wie aus der Einführung von DOCSIS 3.0 bekannt – über 70 Prozent der deutschen Haushalte erreichen. Damit werden zeitnah weite Teile der Bevölkerung und des Gewerbes mit Gigabit-Anschlüssen versorgt.

Mit DOCSIS 3.1 ist die Netzentwicklung im Kabel aber noch nicht abgeschlossen. Cable Labs bereitet noch für 2016 den Beginn der Spezifizierung von DOCSIS 3.1 Full Duplex vor. Hierdurch werden HFC-Netze – einen hohen Glasfaseranteil vorausgesetzt – in der Lage sein, 10 GBit/s und mehr symmetrisch im Up- und Downstream zu übertragen.

# Breitbandpolitik für Gigabit-Kabelnetze

Eine Breitbandpolitik für Gigabit-Netze sollte vor allem auf investitionsfreundliche Rahmenbedingungen setzen, um den privatwirtschaftlichen Gigabit-Ausbau zu stimulieren. Das bedeutet im Besonderen:

- Der Infrastrukturwettbewerb als Treiber des Breitbandausbaus muss auch künftig im Fokus der Breitbandpolitik stehen.
- Die Politik sollte deshalb auch in Zukunft am Technologiemix aller gigabitfähigen Infrastrukturen (HFC, FTTB, FTTH, 5G) festhalten: Zum Einsatz kommen sollte die jeweils geeignetste Zugangstechnologie.
- Die Breitbandförderung muss auf Gebiete ohne gigabitfähige Infrastrukturen (weiße Flecken) beschränkt bleiben. Ein Überbau bereits vorhandener Gigabit-Netze ist zu verhindern; andernfalls droht die Entwertung privatwirtschaftlicher Investitionen. Eine Bevorzugung einzelner gigabitfähiger Technologien bei Förderung und Regulierung ist abzulehnen.
- Die Zugangsregulierung sollte sich auf marktbeherrschende Unternehmen beschränken, eine symmetrische Regulierung aller TK-Netzbetreiber ist abzulehnen.
- Wo TK-Unternehmen im Wettbewerb zu Unternehmen stehen, die vergleichbare Dienste über das offene Internet erbringen (sog. Over-the-Top Anbieter), müssen die gleichen regulatorischen Vorgaben gelten.
- Für TK-Netzbetreiber muss die Möglichkeit bestehen, Netzkapazität und innovative Dienste angemessen an Endkunden und Inhalte- wie Diensteanbieter im Internet zu vermarkten.

# ANGA

Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e.V.

Geschäftsstelle Köln: Nibelungenweg 2, 50996 Köln, Telefon +49 (0221) 390 9000, Fax +49 (0221) 390 90099  
Geschäftsstelle Berlin: Reinhardtstraße 14, 10117 Berlin, Telefon +49 (030) 2404 77390, Fax +49 (030) 2404 77399  
[www.anga.de](http://www.anga.de), [www.facebook.com/ANGA.Verband](https://www.facebook.com/ANGA.Verband), [twitter.com/ANGA\\_Verband](https://twitter.com/ANGA_Verband)

