



# **EVOLUTION DER HFC-NETZE BIS 2030: ZUKUNFTSFÄHIGKEIT DER KABELNETZE IM WETTBEWERB DER GIGABIT-INFRASTRUKTUREN**

## **KURZSTUDIE**

Goldmedia GmbH Strategy Consulting  
info@Goldmedia.de | www.Goldmedia.com

Oranienburger Str. 27 | 10117 Berlin  
Tel: 004930-246 266-0 | Fax: 004930-246 266-66



# ÜBER DIE STUDIE

## ZIELSETZUNG

Ziel der Studie ist es, die Zukunftsfähigkeit bestehender Kabelnetzinfrastrukturen, einer Kombination aus Glasfasernetzen bis zu Glasfaserknotenpunkten und Koaxialnetzen, die in die Häuser führen (Hybrid-Fiber-Coax/HFC), zu überprüfen.

Betrachtet wurden dabei

1. die technische Entwicklung von HFC-Netzen im Vergleich zur Evolution durchgängiger Glasfasernetze bis in die Häuser/Wohnungen (Fiber-to-the-Home/FTTH)
2. die Entwicklung der Anforderungen an Gigabit-Netze
3. die Energieeffizienz von HFC-Netzen
4. die volkswirtschaftlichen Effekte zukünftiger 10G-Kabelnetze

## METHODIK

Bei der Analyse der technischen Leistungsfähigkeit sowie der Energieeffizienz von HFC-Netzen stützt sich Goldmedia auf einen umfassenden Desk Research (Sekundärdatenanalyse) sowie Experteninterviews.

Zur Ermittlung der zukünftigen Anforderungen an HFC-Netze durch die Anwender hat Goldmedia eine eigenständige Prognose der benötigten Bandbreiten bis 2030 erstellt. Basis hierfür war die bisherige Entwicklung des Gesamtdatenvolumens in Deutschland und die Anwendung dreier unterschiedlicher Nutzungs-Szenarien für die weitere Entwicklung bis zum Jahr 2030.

# KEY FACTS: ZUKUNFTSFÄHIGKEIT VON HFC-NETZEN IN DEUTSCHLAND

## TECHNISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER KABELNETZE (HYBRID FIBER COAX – HFC)

### **RUND 90 % DER GIGABIT-HAUSHALTE ÜBER KABEL VERSORGT**

HFC ist Treiber der Gigabit Entwicklung in Deutschland: 2020 waren rund 90 % der 26,5 Mio. deutschen Gigabit-Haushalte über HFC versorgt. DOCSIS 3.1-Upgrade (auf 1,2 GHz) und DOCSIS 4.0 sorgen bereits bis 2025 für vielfach höhere Gigabit-Datenraten. Kostengünstiger HFC-Ausbau ermöglicht Endkundentarife von  $\emptyset$  40 % unter FTTH-Preisniveau.

### **HOHER BANDBREITENEFFEKT DURCH NETZSEGMENTIERUNG**

Durch die Aufteilung der versorgten Haushalte in wesentlich kleinere Netzsegmente (Cluster) werden höhere Gigabit-Datenraten schnell und effizient verfügbar. Dazu werden bestehende Verstärkerpunkte nach und nach in Glasfaserknoten umgerüstet. Der Glasfaseranteil im HFC-Netz steigt damit deutlich an.

### **DOCSIS 3.1 IST GPON-GLASFASER EBENBÜRTIG**

DOCSIS 3.1 (mit 1,2 GHz) bietet bei Datenraten und Latenz die gleiche technische Leistung wie die aktuelle Glasfaser-Technologie GPON. Mit dem Ausbau von DOCSIS 4.0 bietet HFC Downloadraten und Latenzzeiten wie der GPON-Nachfolger XGS-PON (10 Gbit/s).

## ZUKÜNFTIGE ANFORDERUNGEN AN GIGABIT-NETZE

### **VIDEO, GAMING UND HOME OFFICE ALS DATENRATEN-TREIBER**

Wesentliche Treiber für hohe Bandbreiten im Download sind hochaufgelöste Videoanwendungen sowie Cloud Gaming. Im Upload sind es Home Office-Anwendungen sowie Cloud-Working-Applikationen.

### **DATENVOLUMEN PRO HAUSHALT LIEGT 2030 BIS ZU 60X HÖHER**

Das Datenvolumen pro Haushalt wird sich bis 2030 vervielfachen. In einem mittleren (dynamischen) Szenario liegt es gegenüber 2020 rd. 20x, in einem maximalen (exponentiellen) Szenario sogar rd. 60x über dem Wert von 2020.

### **HFC ERFÜLLT ALLE ANFORDERUNGEN AN ZUKUNFTSFÄHIGE GIGABIT-NETZE**

Bei Peak-Time-Anforderungen werden 2030 pro Cluster bis zu rd. 5,5 Gbit/s im Down- und 1 Gbit/s im Upload erwartet. HFC-Netze bieten 2030 selbst bei exponentiell steigenden Anforderungen im Download das Doppelte und im Upload das 6-fache der benötigten Kapazität.

# **INHALT**

<b>Bedeutung der HFC-Netze für die Breitband Entwicklung in Deutschland</b>	<b>5</b>
<b>Entwicklung der technischen Leistungsfähigkeit von HFC-Netzen</b>	<b>10</b>
<b>Entwicklung der Anforderungen an Gigabit-Netze</b>	<b>15</b>
<b>Fazit</b>	<b>23</b>



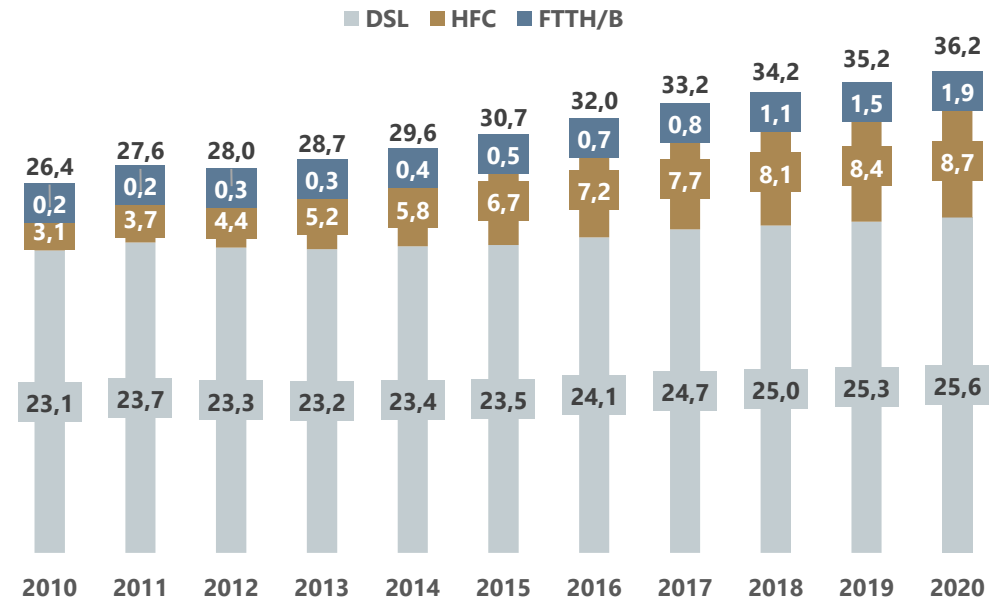
# **BEDEUTUNG DER HFC-NETZE FÜR DIE BREITBAND-ENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND**

# BEDEUTUNG VON HFC IM DEUTSCHEN BREITBAND-MARKT STEIGT

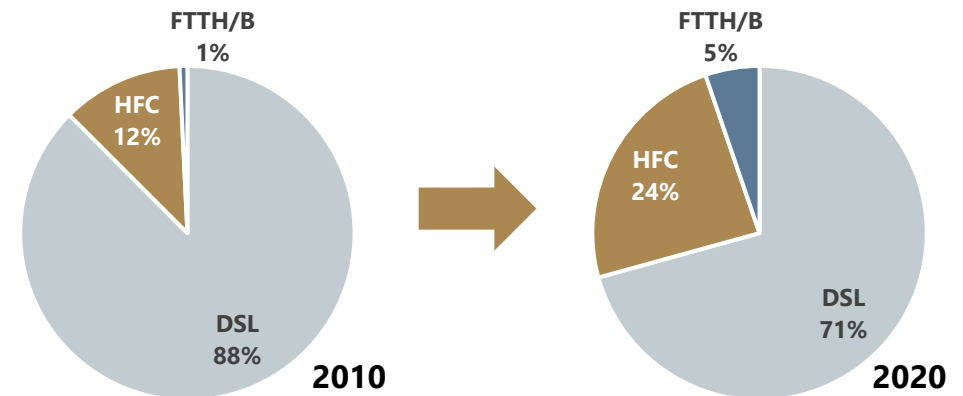
HFC-Netze haben in den letzten zehn Jahren deutlich in der Bedeutung als Breitbandinfrastruktur in Deutschland gewonnen. Waren 2010 erst 3,1 Mio. Haushalte über HFC angeschlossen, hat sich diese Zahl bis 2020 auf 8,7 Mio. fast verdreifacht.

**Der Anteil von HFC an allen Breitbandanschlüssen hat sich zwischen 2010 und 2020 von 12 auf 24 % verdoppelt.** Der Anteil von FTTH/B-Netzen wuchs auf deutlich geringerem Niveau von einem auf rund 5 %.

ENTWICKLUNG DER VERMARKTETEN BREITBANDANSCHLÜSSE IN DEUTSCHLAND IN MIO. 2010-2020



VERTEILUNG NACH ANSCHLUSSART 2010 VS. 2020 IN %

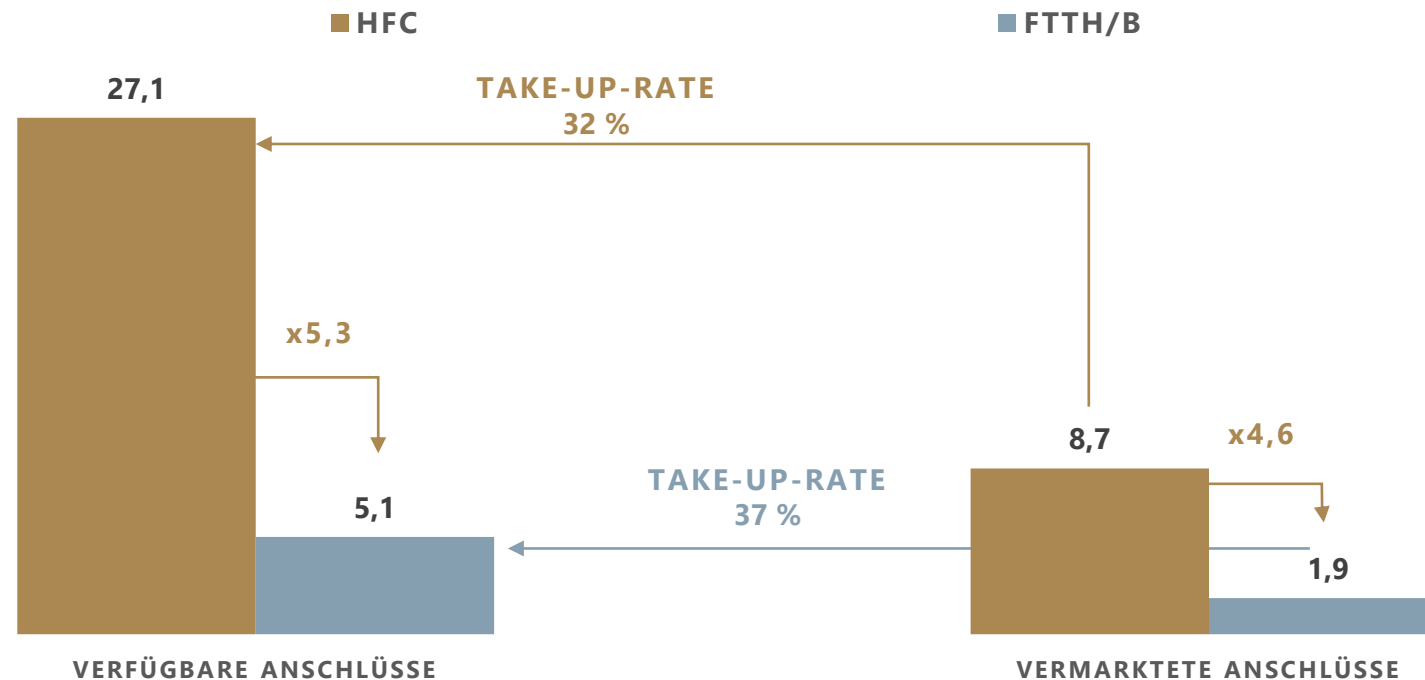


# 5X MEHR VERFÜGBARE GIGABITFÄHIGE HFC-ALS FTTH/B-ANSCHLÜSSE

2020 sind in Deutschland für rund 27 Mio. Haushalte HFC-Anschlüsse verfügbar – dies sind 5x so viele wie bei FTTH/B.

Die Take-up-Rate ist bei den HFC-Anschlüssen etwas geringer, doch liegt auch die Zahl der vermarkteten Anschlüsse mehr als 4x so hoch wie bei FTTH/B.

VERFÜGBARE UND VERMARKTETE BREITBAND-ANSCHLÜSSE IN DEUTSCHLAND NACH ANSCHLUSSTYP 2020, IN MIO.



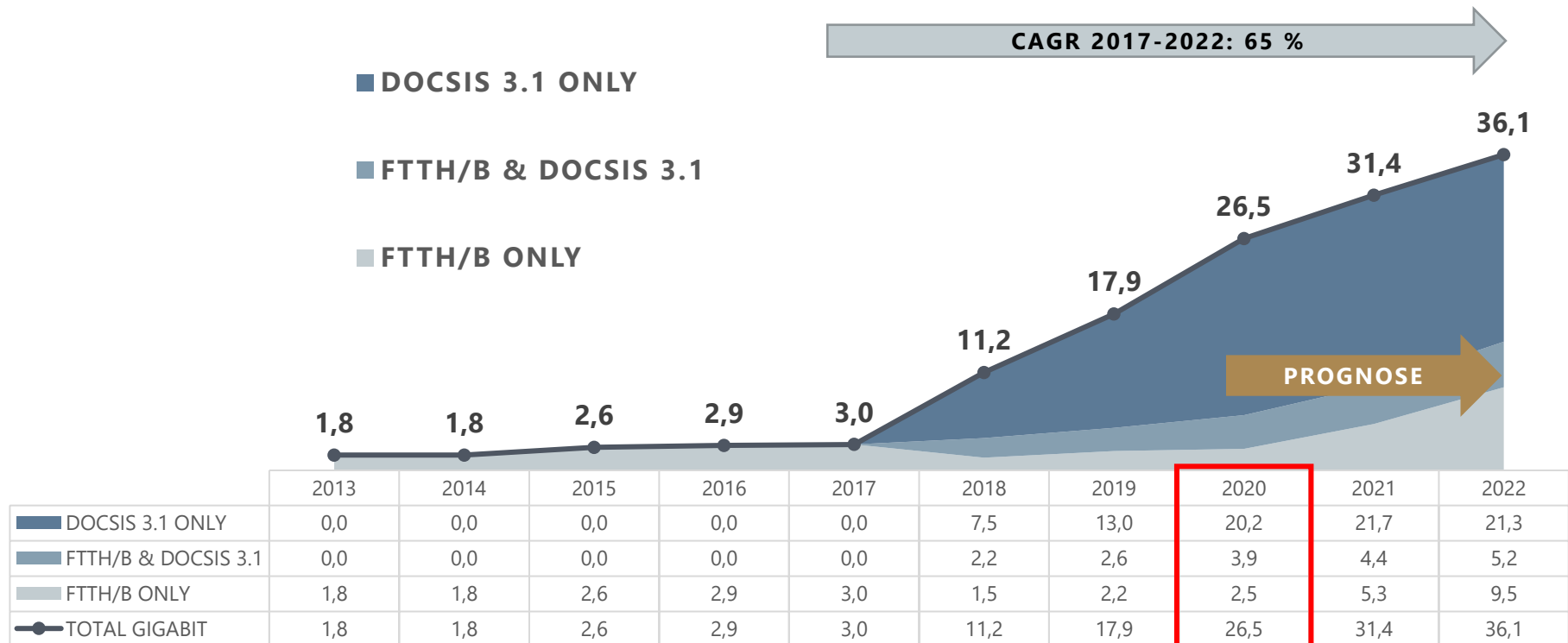
# HFC IST TREIBER DER GIGABIT-ENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND

Durch DOCSIS 3.1 konnten 2020 bereits 24 Mio. Haushalte in Deutschland mit Gigabit-Internetanschlüssen über HFC versorgt werden. Dies entspricht 91 % der aktuell 26,5 Mio. Gigabit-Haushalte.

Der kostengünstigere HFC-Ausbau ermöglicht DOCSIS-Endkumentarife (1 Gbit/s im Download) von durchschn. 40 % unter dem FTTH-Preisniveau.

(Goldmedia-Preisanalyse von 26 DOCSIS3.1- und FTTH-Anbietern, Stand: Feb. 2021; Normaltarife ohne Einrichtungs- und Gerätekosten)

ZAHL DER GIGABIT-HAUSHALTE (HOMES PASSED) IN DEUTSCHLAND 2013-2022, IN MIO.



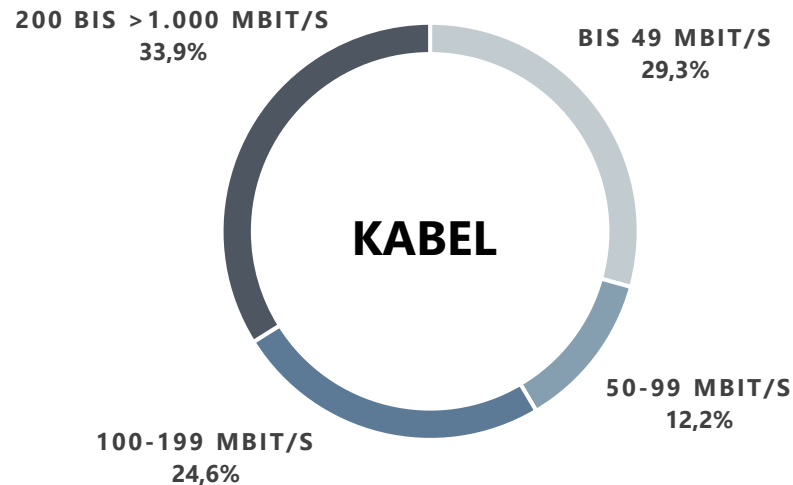


# KABELKUNDEN FRAGEN HÖHERE BANDBREITEN NACH

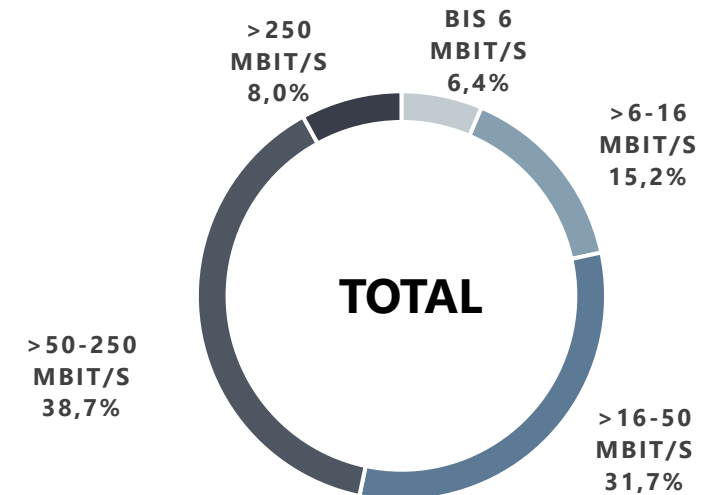
Kabelkunden fragen im Vergleich zu allen Breitbandkunden in Deutschland höhere Downloadraten nach. Bereits 2019 verfügten 34 % der Kabelkunden über einen Anschluss von mindestens 200 MBit/s und bis zu 1 Gbit/s. 59 % verfügten über Downloadraten von mindestens 100 MBit/s und 71 % über zumindest 50 Mbit/s.

Zum Vergleich: 2020 verfügten mit 47 % nur knapp die Hälfte aller Breitbandkunden über einen Anschluss mit 50 Mbit/s oder mehr.

VERTEILUNG DER VERMARKTETEN BREITBAND-ANSCHLÜSSE IN DTL. NACH DOWNLOAD-BANDBREITE IM KABEL 2019, IN %



VERTEILUNG DER VERMARKTETEN BREITBAND-ANSCHLÜSSE IN DTL. NACH DOWNLOAD-BANDBREITE GESAMT 2020, IN %





# TECHNISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON HFC-NETZEN

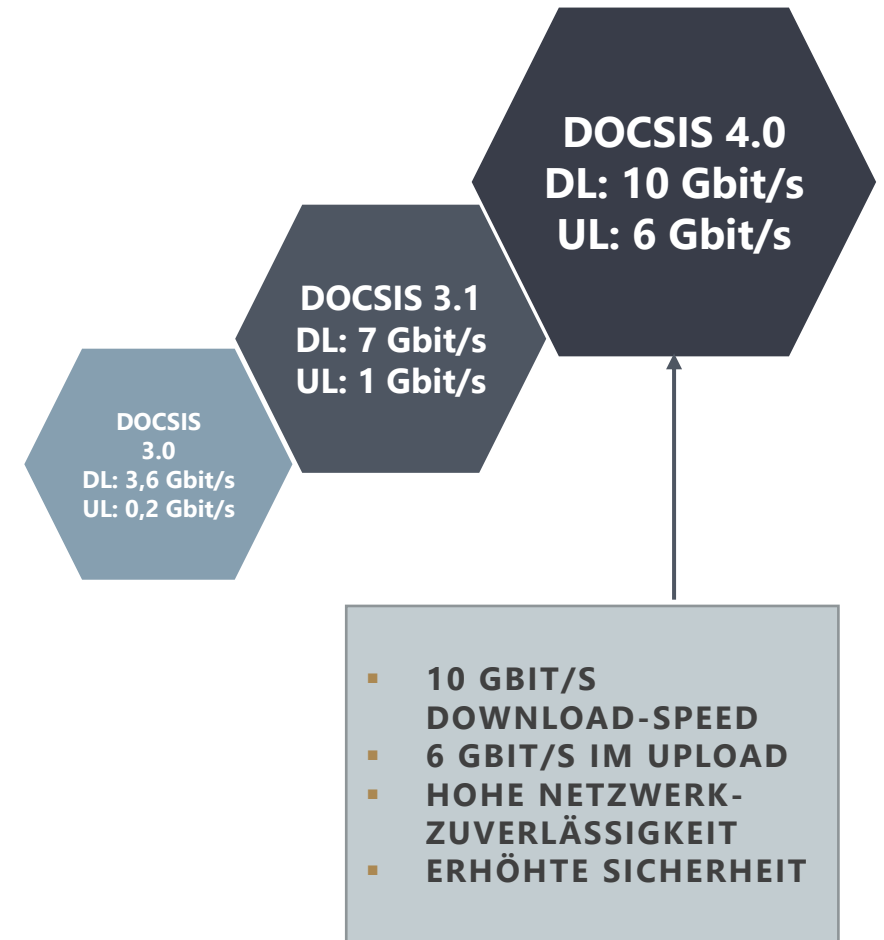
# DOCSIS 3.1 & 4.0 BIETEN NOCH GROßES TECHNISCHES POTENZIAL

**Bereits mit DOCSIS 3.1 hat die technische Leistungsfähigkeit von HFC noch großes Potenzial:** Beispielsweise besteht die Möglichkeit, dem Upload in einem Cluster mehr Frequenzen zuzuordnen. Dabei kann das Spektrum weit über die bisherige Grenze von 85 MHz (sog. Mid-Split) hinaus bis 204 MHz (sog. High-Split) erweitert werden. Durch die Anpassung der Frequenzzuweisung zwischen Up- und Download im bestehenden Spektrum können die Anbieter die Upload-Raten (Rückkanal) variabel gestalten.

Durch Aufbau digitaler Remote PHY Nodes in den Verstärkerstellen wird die physikalische Protokollschicht von der CMTS-Kopfstelle zum Netzwerkrand (Edge) verlagert und die Datenrate weiter gesteigert. Mit der zusätzlich geplanten Frequenerweiterung auf 1,2 GHz für die Datenkommunikation sind mit DOCSIS 3.1 Datenraten bis zu 7 Gbit/s im Download und 1 Gbit/s im Upload möglich. Zudem lassen sich die Latenzzeiten bereits mit DOCSIS 3.1 auf den 1ms-Bereich reduzieren (Low Latency DOCSIS).

**Mit der Evolution zu DOCSIS 4.0 erhöht sich das maximale Downloadtempo auf 10 Gbit/s. Das Upload-Tempo steigt auf 6 Gbit/s.** Eine Voraussetzung für diese Geschwindigkeiten ist die Erweiterung des für die Datenübertragung vorgesehenen Frequenzspektrums auf bis zu 1,8 GHz.

Für die Frequenerweiterung auf 1,2 GHz bzw. 1,8 GHz ist ein Tausch aktiver sowie passiver Netzwerkelemente notwendig (u. a. Hausverstärker, Kabel-Abzweiger und Verstärkerstellen).



# DOCSIS 4.0 ERREICHT IM DOWNLOAD LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON XGS-PON

Durch die Frequenzerweiterung auf 1,2 GHz unter DOCSIS 3.1 bietet HFC die gleiche Leistung wie die aktuell eingesetzte Glasfaser-Technologie GPON. Mit DOCSIS 4.0 und der Frequenzerweiterung auf 1,8 GHz werden Datenraten von 10 Gbit/s im Download möglich und damit die Leistungswerte von XGS-PON erreicht. Die Uploadraten bei DOCSIS 4.0 verbleiben mit 6 Gbit/s jedoch unterhalb von XGS-PON.

**In allen Fällen handelt es sich jedoch weiterhin um eine Shared-Medium-Technologie: Sowohl FTTH/B-Netze als auch HFC-Netze versorgen jeweils ein bestimmtes Cluster mit einer definierten Datenrate.** Die realisierbaren Datenraten pro Anschluss sind immer abhängig von der Clustergröße und der Zahl der gleichzeitigen Nutzer.

Eine Ausnahme bilden FTTH Point-to-Point-Netze (PtP) auf Ethernet-Protokollbasis. Die Ausbau- und Betriebskosten von PtP-Ethernet liegen jedoch deutlich über den Kosten von GPON/XG(S)-PON. PtP-Ethernet kommt daher in Europa nur selten zum Einsatz.

## SPEZIFIKATIONEN IN HFC- UND GLASFASER-NETZWERKEN

SPEZIFIKATIONEN		HFC/DOCSIS			GLASFASER			
		DOCSIS 3.1		DOCSIS 4.0	GPON	XG(S)-PON	NG-PON2	PtP
FREQUENZBEREICH/ WELLENLÄNGEN		862MHz	1,2GHz	1,8GHz	1500nm	1580nm	1600nm	1626nm
DOWNLOAD	GBIT/S	3,6	7	10	2,5	10	40	100
UPLOAD		0,2	1	6	1,2	2,5 (10)	10	100
LATENZ*		~1ms**		~1ms**	<1,5ms	<1,5ms	~1ms	~1ms

\*Latenz zwischen Kunden-Modem und CMTS bzw. OLT; \*\*Angaben für per Low-Latency DOCSIS verarbeitete Datenströme

Quelle: Goldmedia Analyse 2020; nach Vodafone, WIK (2019), CableLabs (2020), TKI (2015), ITU-T Rec. G.984.1, Rec. ITU-T G.984.1

## AKTUELLE GLASFASER-TECHNOLOGIEN

- **GPON** (Gigabit Passive Optical Network): Shared-Medium-Technologie auf Basis von passiven optischen Netzen. Weiterführung von FTTC – Aufspaltung der (bestehenden) Glasfaseranbindung des Multifunktionsgehäuses (MFG). Kommt in Dtl. beim FTTH/B-Ausbau hauptsächlich zum Einsatz.
- **XG-PON** (auch 10G-PON und NG-PON1): Nachfolgetechnologie von GPON. In Europa vereinzelt seit 2015 im Einsatz. Ob und wann Rollout in Dtl. erfolgt ist unklar. Mit **XGS-PON** sind symmetrische Datenraten möglich.
- **NG-PON2** (Next Generation PON 2): Nächste Entwicklungsstufe von GPON. Bisherig beginnen weltweit nur einzelne Netzbetreiber mit Rollout, da kostenintensive Lasermodule für komplexere Multiplex-Verfahren erforderlich sind.
- **PtP Ethernet** (Point-to-Point): Jeder Teilnehmer mit einer eigenen Glasfaser aufgeschaltet (Aktive Ethernet-Verbindung zwischen Point-of-Presence und Hausanschluss). Wird in Dtl. für Unternehmensanschlüsse und bei der Erschließung von Siedlungen im ländlichen Raum eingesetzt. Oftmals wird jedoch auch auf PtP-Netzen GPON-Technik genutzt.

# HOHER BANDBREITENEFFEKT DURCH NETZSEGMENTIERUNG

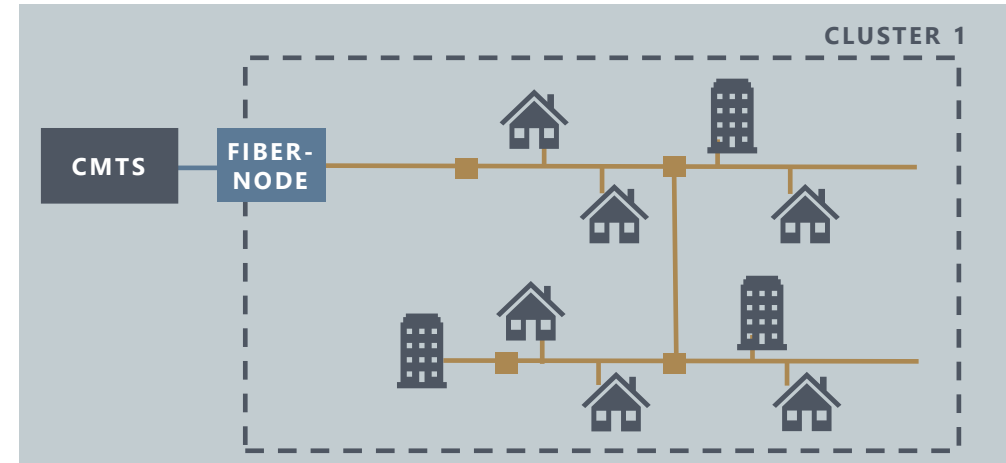
HFC-Netzwerke sind ein Mix aus bestehenden Koaxial- und neuen Glasfaser-Netzen (Hybrid Fiber Coax) und damit bereits **in wesentlichen Teilen Glasfasernetze.**

In HFC-Netzen teilen sich alle Kunden, die mit einem Glasfaserübergabepunkt (Fiber-Node) verbunden sind, die Gesamtbandbreite. Um für alle Haushalte die technisch möglichen hohen Bandbreiten verfügbar zu machen, werden bestehende Cluster in wesentlich kleinere Netzsegmente aufgeteilt. Dies kann auf unterschiedliche Arten erfolgen:

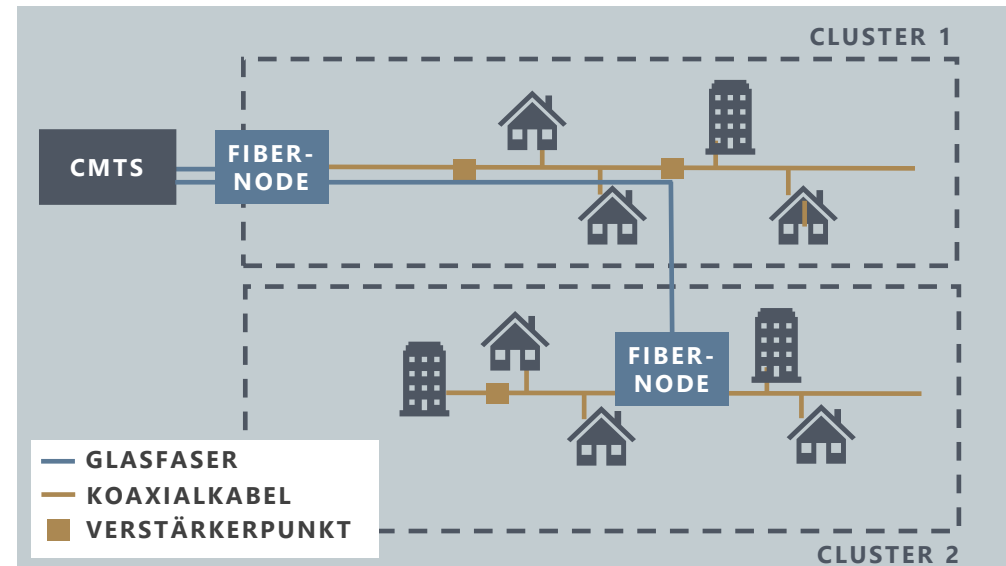
- 1) Durch die Installation zusätzlicher **Fiber-Nodes in der Nähe bestehender Knotenpunkte** (Nearby Segmentierung).
- 2) Durch **Umwandlung von Verstärkerpunkten in Fiber-Nodes** entlang bestehender Koaxialleitungen – tlw. bis zum letzten Verstärkerpunkt einer Linie (Fiber to the last amplifier).
- 3) Durch eine **virtuelle Netzsegmentierung im CMTS** (Cable Modem Termination System) – dem Zugangs-Managementssystem der Kabelkopfstelle.

**Mit zusätzlichen Fiber Nodes erhöht sich auch der Glasfaseranteil in den HFC-Netzen deutlich.**

HFC-NETZ VOR SEGMENTIERUNG



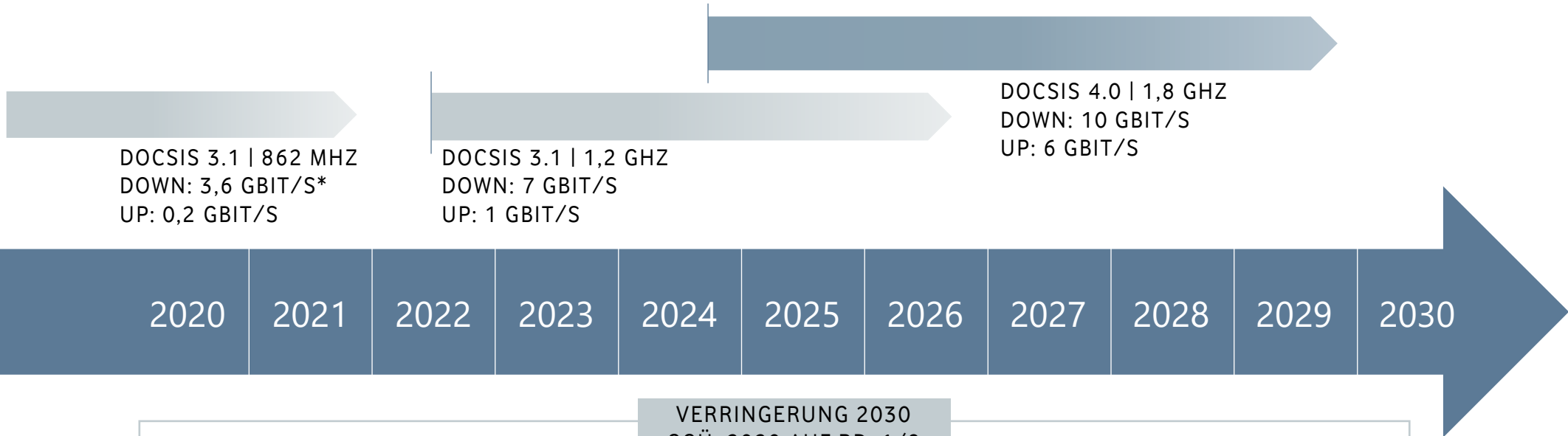
HFC-NETZ NACH SEGMENTIERUNG (UMWANDLUNG VERSTÄRKERPUNKT IN FIBER NODE)



# DOCSIS-EVOLUTION GARANTIERTE ZUKUNFTSFÄHIGKEIT VON HFC NETZEN

**DOCSIS 3.1** wird voraussichtlich ab Mitte 2022 schrittweise für eine Nutzung des Frequenzbereichs bis 1,2 GHz aufgerüstet. Damit steigt die Datenrate pro Cluster auf 7 Gbit/s im Download und mit High-Split-Technik auf 1 Gbit/s im Upload und **bietet damit eine gleichwertige technische Leistung wie die aktuelle Glasfasertechnologie GPON**. Die Nachfolgetechnologie **DOCSIS 4.0** wird 2024 kommerziell verfügbar. Bei Nutzung des Frequenzbereichs bis 1,8 GHz werden Datenraten von 10 Gbit/s im Down- und 6 Gbit/s im Upload pro Cluster möglich. Mit dem Ausbau von DOCSIS 4.0 bietet HFC damit **Downloadraten wie der GPON-Nachfolger XGS-PON**.

EVOLUTIONS-  
STUFEN



CLUSTER-  
GRÖÖE



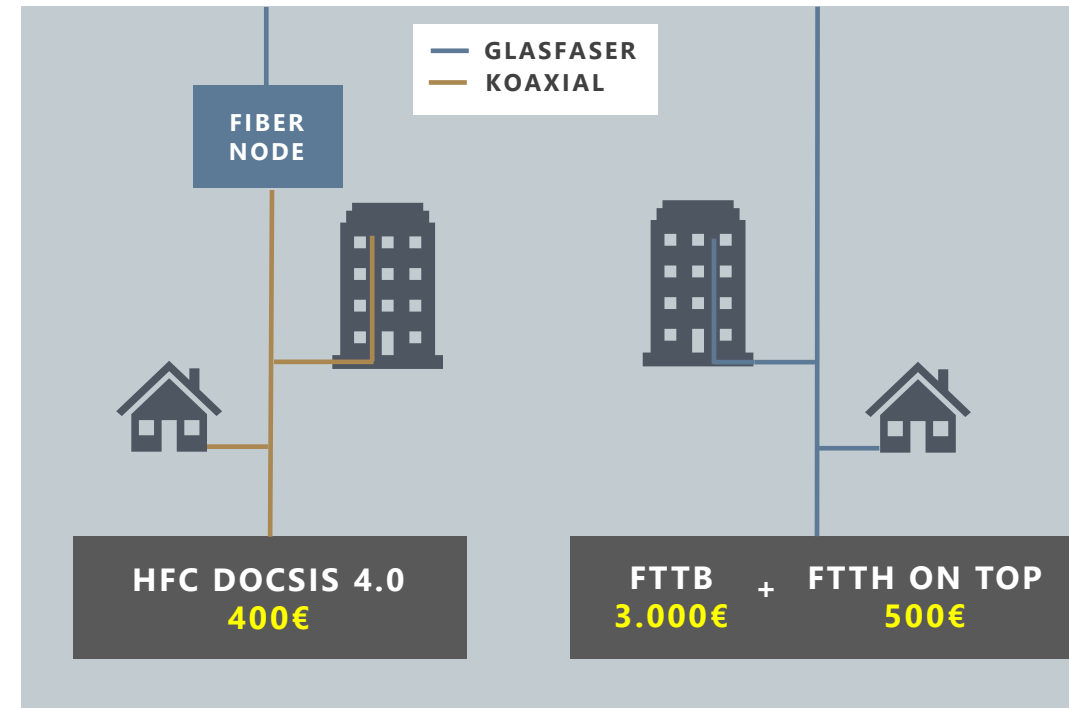
## KOSTENVERGLEICH: DOCSIS-4.0-UPGRADE GGÜ. FTTH-AUSBAU

Im Vergleich zum FTTH-Ausbau werden die Investitionen in ein Upgrade der HFC-Netze auf DOCSIS 4.0 deutlich geringer ausfallen. Hintergrund ist, dass sich der Glasfaserausbau auf den Umbau von Straßen-Verstärkerstellen in Fiber-Nodes sowie den Austausch von Komponenten (z. B. Kabelmuffen, Verzweiger, Hausverstärker) konzentriert. Aufwendungen für neue Hausanschlüsse und eine neue Inhouse-Verkabelung entfallen.

Stand heute würde ein zukünftiger DOCSIS-4.0-Ausbau pro Kabelhaushalt Ø 400 Euro kosten. Beim FTTH-Ausbau mit GPON liegen die durchschn. Kosten pro Haushalt für den Hausanschluss (FTTB) bei Ø 3.000 Euro. Hinzu kommen Kosten von Ø 500 Euro pro Haushalt für die Verlegung bis in die Wohnung.

**Damit liegen auch in Zukunft die Kosten einer Ertüchtigung mit DOCSIS 4.0 im Schnitt um das 8- bis 9-fache unter den Ausbaukosten einer FTTH-Erschließung.**

VERGLEICH DER DURCHSCHNITTlichen AUSBAUKOSTEN VON HFC DOCSIS 4.0 GGÜ. FTTH/B PRO HAUSHALT





# ENTWICKLUNG DER ANFORDERUNGEN AN GIGABIT-NETZE

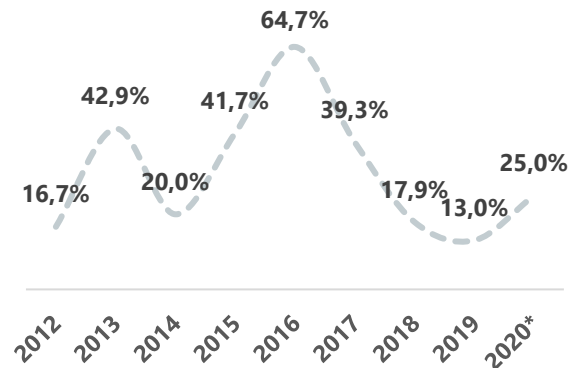


# DATENVOLUMEN WÄCHST DYNAMISCH

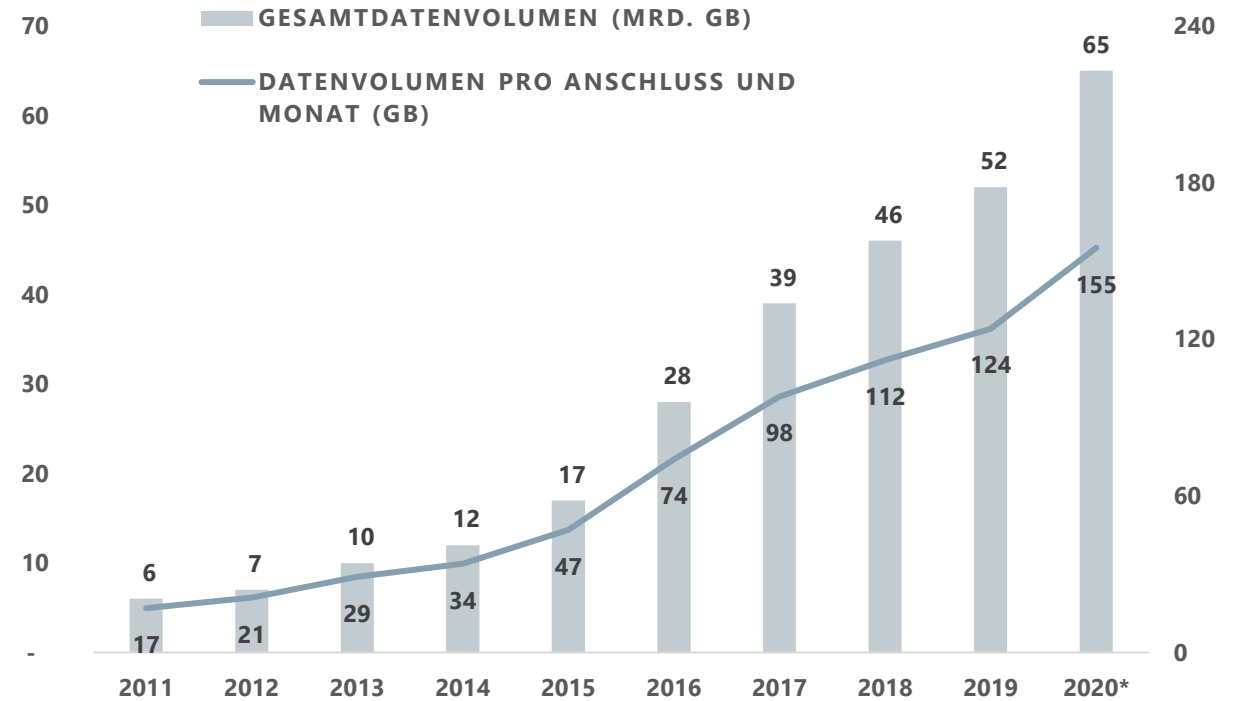
Das Gesamtdatenvolumen in den Festnetz-Breitbandnetzen (Downlink und Uplink) lag 2020 bei 65 Exabyte (65 Milliarden Gigabyte).

**Pro Anschluss entsprach dies rund 155 GB pro Monat bzw. rund 5 GB pro Tag. Kabel-Haushalte verbrauchen aufgrund der höheren verfügbaren sowie nachgefragten Datenraten in etwa das doppelte Datenvolumen.**

**WACHSTUM DES DATENVOLUMENS IN DTL. GGÜ. DEM JEW. VORJAHR 2012-2020, IN %**



**ENTWICKLUNG DES DATENVOLUMENS BEI FESTNETZ-BREITBANDANSCHLÜSSEN IN DEUTSCHLAND 2011-2020**



Eine Betrachtung der Entwicklung in den letzten zehn Jahren zeigt: Das relative Wachstum des Datenvolumens bei den deutschen Festnetz-Breitbandanschlüssen unterliegt relativ hohen Schwankungen und hat sich zwischen 2016 und 2019 stark reduziert.

2016 lag das Wachstum bei 65 %, 2019 erhöhte sich das Datenvolumen nur noch um 13 %. Laut Prognose lag es 2020 bei 25 %.

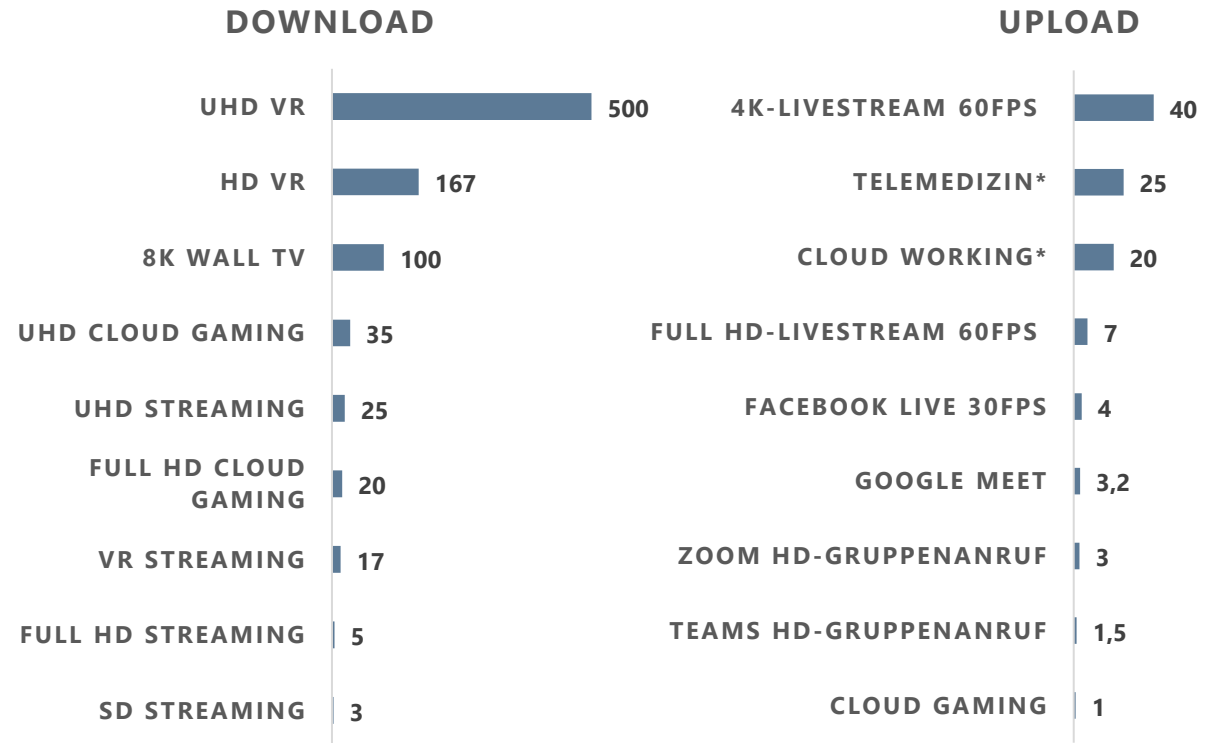
# VIDEO, GAMING, HOME OFFICE SIND DATENRATEN-TREIBER

Vor allem das Videostreaming führt zu einem steigenden Bandbreitenbedarf in Privathaushalten. Die stetig wachsende Zahl der Nutzer, höhere Auflösungen (Full HD, 4K, 8K) und Dynamikbereiche (HDR) erhöhen die **Download-Datenraten**. Zukünftige Treiber sind Cloud Gaming sowie die generelle Entwicklung in Richtung Virtual-Reality-Streaming. Neben einer hohen Bandbreite sind hier auch niedrige Latenzen entscheidend.

Cloud Working (u. a. im Home Office) sowie die zunehmende Verlagerung sämtlicher Server-Anwendungen in die Cloud erhöhen auch die Anforderungen an **Upload-Datenraten** von Privatnutzern und KMU.

Darüber hinaus treiben – wie im Download – Videostreams mit wachsenden Bildauflösungen die Anforderungen auch im Upload. Dies gilt für Videotelefonie und Live-Streaming-Anwendungen oder für Echtzeit-Bildübertragung der Telemedizin.

BANDBREITENANFORDERUNGEN AUSGEWÄHLTER ANWENDUNGEN, IN MBIT/S



Als gegenläufiger Trend **reduzieren neue Kompressionsstandards die erforderlichen Bitraten**. Ein neuer Videocodec entsteht jedoch nur alle 8-10 Jahre und führt zu einer Reduktion von rund 50 %. Nach MPEG-4 AVC (2003) und H.265 (2013) existiert seit 2020 mit H.266 MPEG-VCC ein neuer Codec, der auch für 8K eingesetzt werden soll.

# ANNAHMEN ZUR ENTWICKLUNGSPROGNOSE DER MAXIMAL ERFORDERLICHEN DOWN- UND UPLOADRATEN

## Entwicklung des Datenvolumens in 3 Szenarien:

- Das **konservative Szenario** geht davon aus, dass Videostreaming auch mittelfristig vorwiegend in HD und langsam zunehmend in 4K stattfindet. Cloud Gaming wird sich nur langsam durchsetzen. Das Szenario kalkuliert mit einem weiteren Wachstum des Datenvolumens jedoch mit einer Abflachung und ab 2025 auf niedrigem zweistelligen Niveau stagnierenden Wachstumsraten.
- Im **dynamischen Szenario** folgt die Entwicklung des Wachstums der Datenraten bis 2030 einer typischen S-Kurve. 4K-Video-streaming wird sich mittelfristig durchsetzen, während 8K bis 2030 ein Nischenprodukt bleibt. Cloud Gaming findet verstärkt statt, löst aber klassisches stationäres Gaming nur bedingt ab. Cloud Working findet ebenfalls in erhöhtem Maße statt.
- Im **exponentiellen Szenario** erhöht sich das Datenvolumen durch sehr schnelle und flächendeckende Erhöhung der Anforderungen im Videobereich hin zu 8K, hohe Marktdurchdringung von Cloud Gaming und sehr intensive Nutzung von Cloud Working jährlich um 50 %.

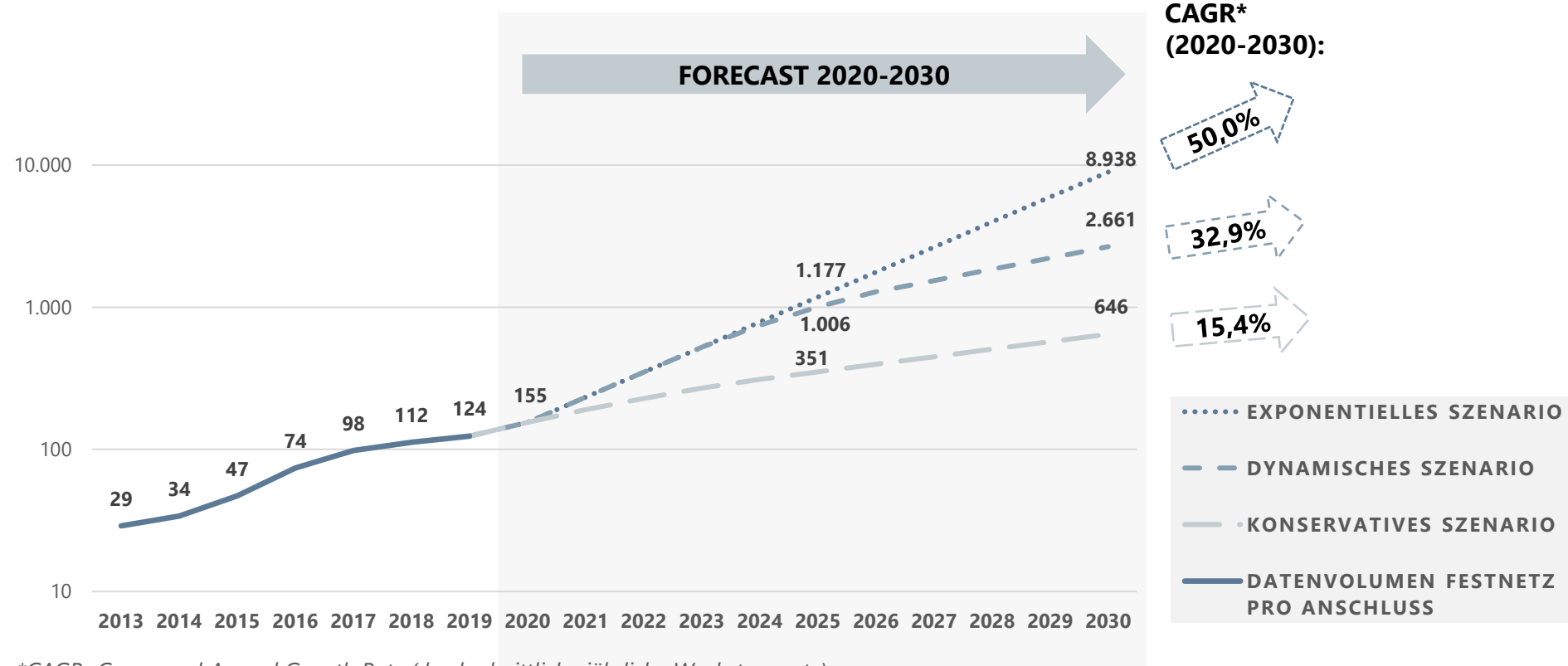
## Entwicklung der maximal erforderlichen Datenraten:

- Auf Basis des durchschnittlichen Datenvolumens pro Kabel-Haushalt (in GB) wird ein durchschnittlicher Datenverbrauch pro Haushalt (in Mbit/s) errechnet.
- Die Datenanforderungen der Haushalte sind je nach Nutzertypologie sehr unterschiedlich. Diese Unterschiede relativieren sich jedoch in der vorgenommenen Betrachtung von Nutzungsclustern. Hierzu wurde der durchschnittliche Datenverbrauch pro Kabel-Haushalt auf die Clustergröße hochgerechnet – unter der Annahme, dass sich die durchschnittliche Clustergröße zwischen 2020 und 2030 auf etwa ein Achtel reduziert.
- Für Peak-Time-Anforderungen wird gegenüber dem durchschnittlichem Datenverbrauch mit doppelt so hohen Bandbreitenkapazitäten kalkuliert (empirisch liegt der Maximalwert innerhalb eines Netzes bei 71% oberhalb des Durchschnittswertes). Hierbei handelt es sich um Durchschnittswerte über alle Cluster.
- Das Datenvolumen verteilt sich auf Down- und Upload, dabei wird mit einer relativen Verschiebung der Anforderungen in Richtung eines erhöhten Upload-Volumens kalkuliert (von 7 % auf 15 %).

# PROGNOSE: DATENVOLUMEN WÄCHST BIS 2030 BIS ZU 50 % PRO JAHR

- **Konservatives Szenario:** Das durchschnittliche Datenvolumen pro Haushalt wird sich bis 2030 etwa um das **5-fache** erhöhen.
- **Dynamisches Szenario:** Das Datenvolumen erhöht sich zwischen 2020 und 2030 um das **17-fache** und damit jährlich durchschnittlich um etwa ein Drittel.
- **Exponentielles Szenario:** Das Datenvolumen erhöht sich ab 2020 bis 2030 jährlich um 50 % und damit gegenüber 2020 etwa um das **58-fache**.

PROGNOSE: DATENVOLUMEN PRO HAUSHALT UND MONAT IM FESTNETZ-BREITBAND IN DEUTSCHLAND 2020-2030 (LOGARITHMISCHE SKALIERUNG)



\*CAGR=Compound Annual Growth Rate (durchschnittliche jährliche Wachstumsrate)

Quelle: Goldmedia Analyse 2020; Bundesnetzagentur, VATM/Dialog Consult, \*Compound Annual Growth Rate

# DATENVERBRAUCH IN DER PEAK-TIME DOPPELT SO HOCH WIE IM DURCHSCHNITT

Das genutzte Datenvolumen schwankt im Tagesverlauf. Auf Basis der Daten des Frankfurter DE-CIX, einem der größten Internet-Knoten der Welt, lässt sich tagsüber regelmäßig eine ansteigende Nutzung erkennen, die zur Primetime zwischen 18 und 22 Uhr ihren Höhepunkt erreicht und anschließend bis in die frühen Morgenstunden deutlich nachlässt. Die maximale Nutzung in der Primetime liegt zwischen 40 % und 50 % über dem Tages-Durchschnittswert.

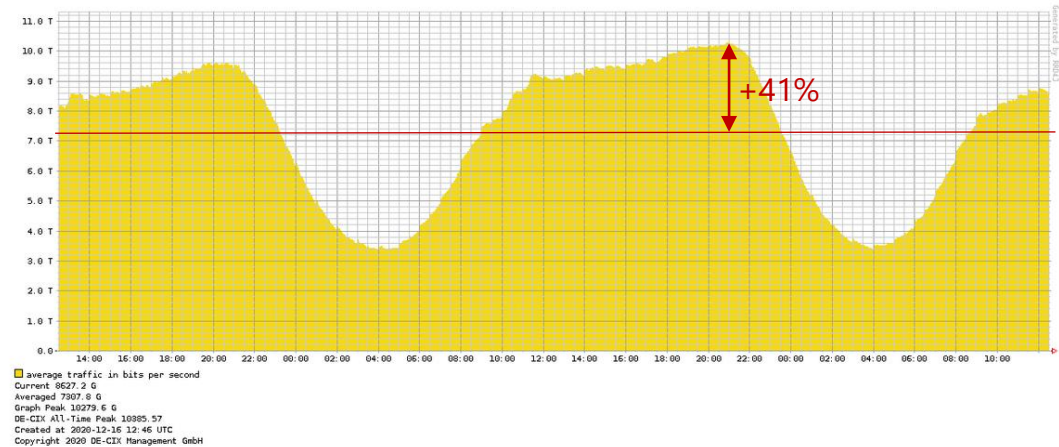
Bei einer Ganzjahresbetrachtung des DE-CIX lässt sich beobachten, dass die Nutzung zu Peak-Zeiten bei 71 % des Jahres-Durchschnittswertes liegt.

Für die Prognose der durchschnittlichen Peak-Time-Anforderungen an HFC-Netze wird aufgrund der heterogenen Clustergrößen sowie verschiedenen Nutzertypologien mit gegenüber dem **durchschnittlichem Datenverbrauch doppelt so hohen Datenraten kalkuliert.**

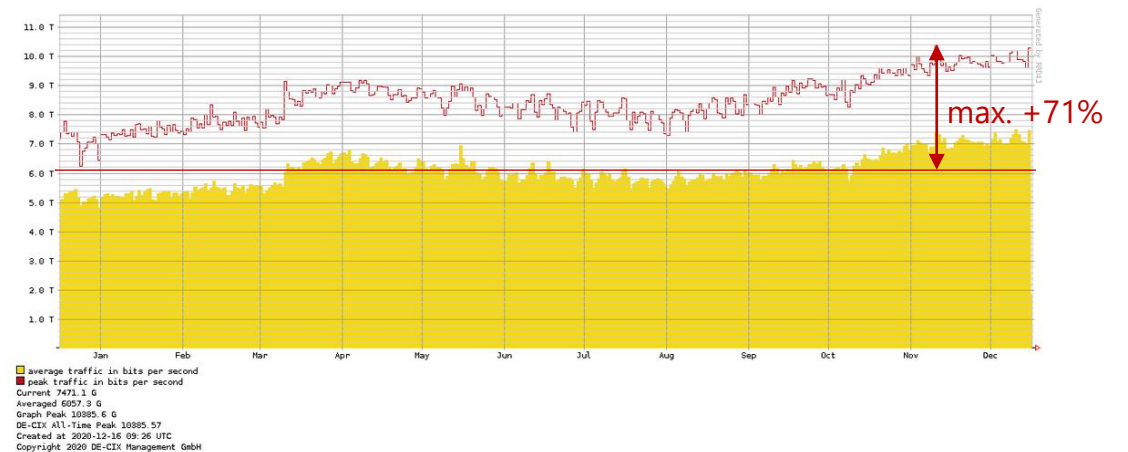
In einzelnen (größeren) Clustern ist dennoch mit temporär höheren Anforderungen zu rechnen, so dass die verfügbare Bandbreite pro Cluster stets zusätzliche Reservekapazitäten beinhalten sollte.

## 2-TAGES- UND 1-JAHRES-ENTWICKLUNG DES DATENVOLUMENS AM DE-CIX FRANKFURT, STAND: 16.12.2020

2-day graph



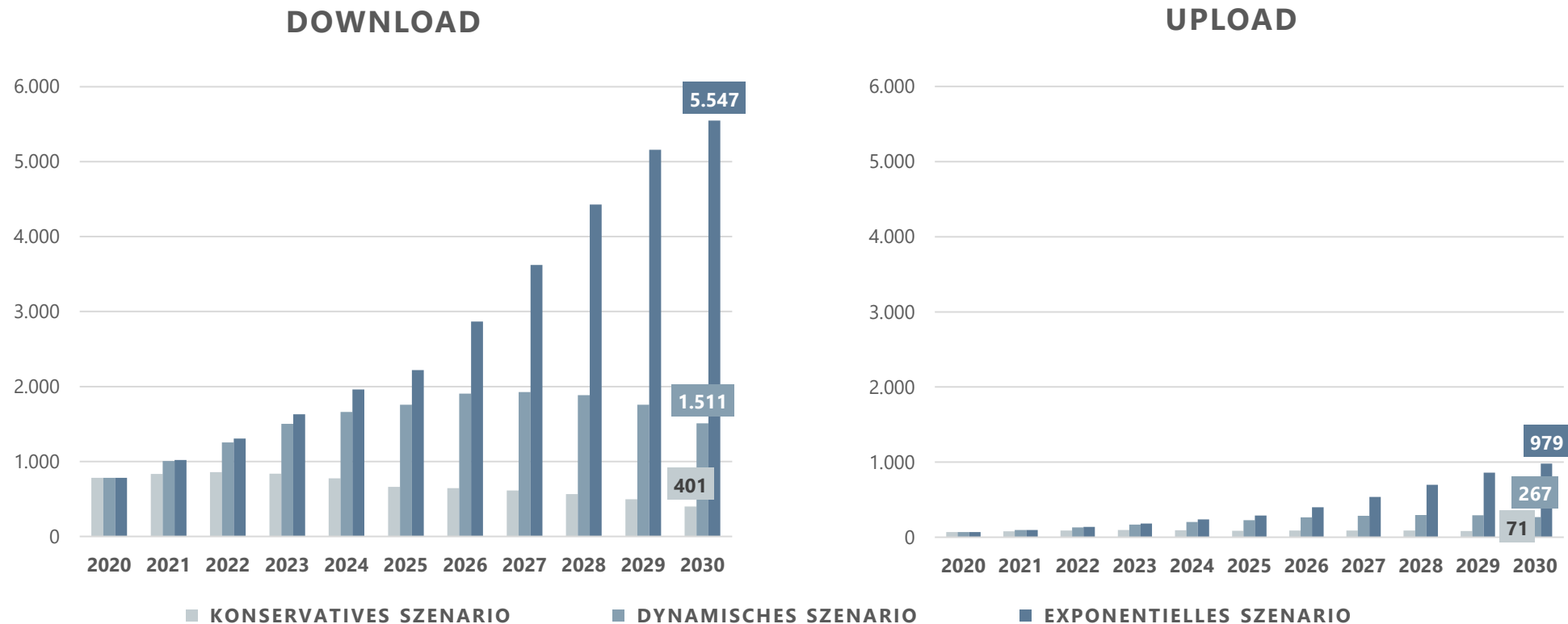
1-year graph



# PROGNOSE: PEAK-TIME- ANFORDERUNGEN PRO KABEL-CLUSTER

Im exponentiellen Szenario steigt die benötigte Downloadrate pro Cluster bei Peak-Time-Anforderungen bis 2030 auf rd. 5,5 Gbits/s. Im Upload werden dann rd. 1 Gbit/s benötigt. Die tlw. gegenläufige Entwicklungen der Peak-Time-Anforderungen pro Cluster im Zeitverlauf ergeben sich durch die kontinuierliche Verringerung der durchschnittlichen Clustergröße. Damit wird das Datenvolumen pro Cluster aktiv reduziert.

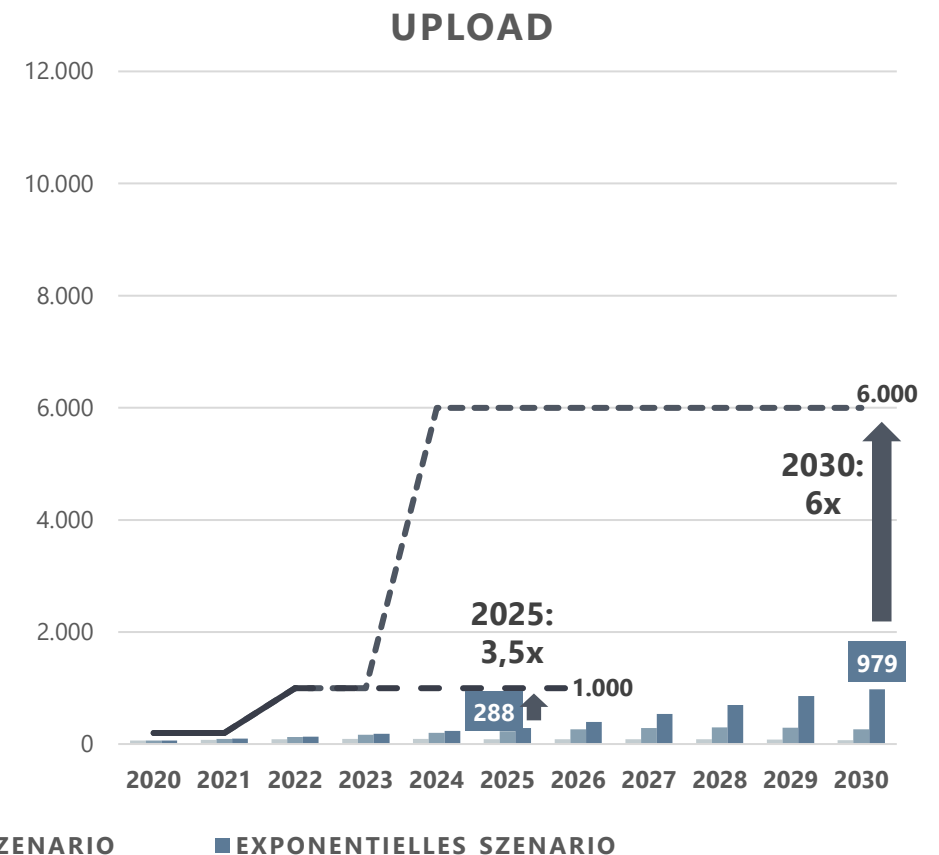
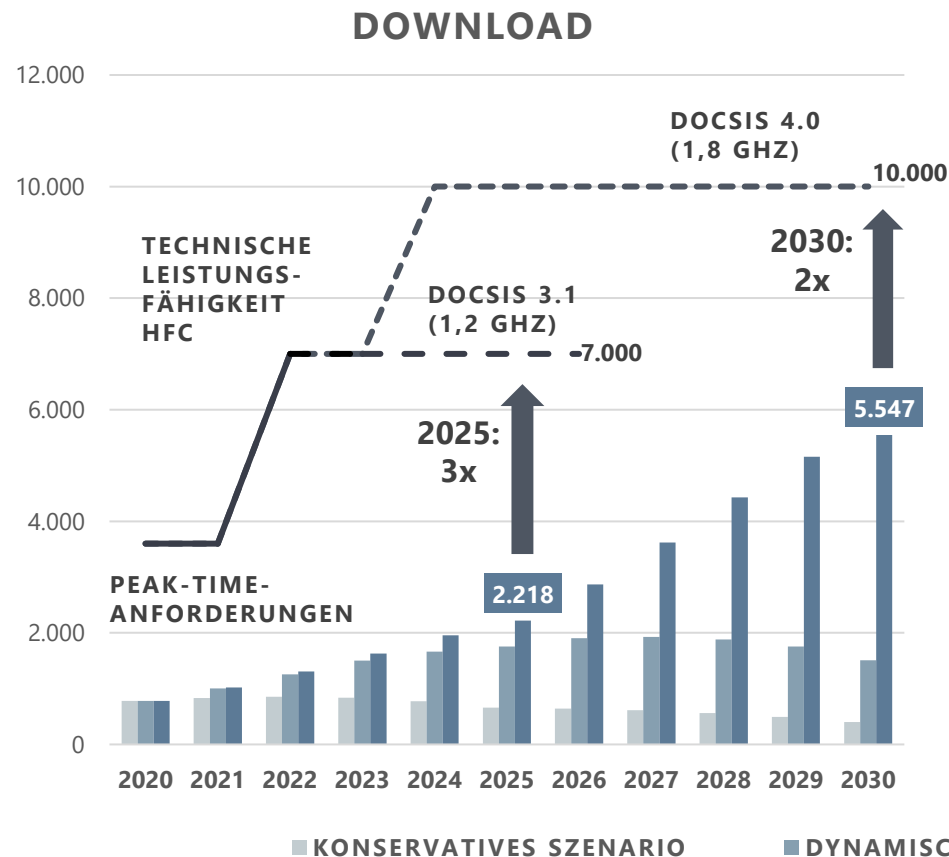
PROGNOSE: ERFORDERLICHE DATENRATEN IM DOWNLOAD UND UPLOAD BEI PEAK-TIME-ANFORDERUNGEN PRO CLUSTER 2020-2030, IN MBIT/S



# HFC ERFÜLLT ALLE ANFORDERUNGEN AN ZUKUNTSFÄHIGE GIGABIT-NETZE

Selbst bei exponentiell steigenden Anforderungen bieten HFC-Netze 2030 im Download die Doppelte und im Upload die 6-fache Kapazität der Peak-Time-Datenraten.

TECHNISCHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON HFC IM VERGLEICH ZUR PEAK-TIME-NACHFRAGE 2020-2030, PRO CLUSTER, IN MBIT/S





**FAZIT:  
ZUKUNFTSFÄHIGKEIT  
VON HFC-NETZEN IN DEUTSCHLAND**



# FAZIT: HFC-NETZE ERFÜLLEN ALLE ZUKÜNFTIGEN NETZANFORDERUNGEN

## Techn. Leistungsfähigkeit von HFC-Netzen

- Das HFC-Netz erreicht unter DOCSIS 3.1 (1,2GHz) die gleiche technische Leistungsfähigkeit wie die aktuell eingesetzte Glasfaser-Technologie GPON und bietet mit Ausbau von DOCSIS 4.0 die gleichen Downloadraten wie der GPON-Nachfolger XGS-PON (10 GBit/s).
- HFC-Netze verfügen noch über erhebliches technisches Potenzial: Je nach Ausbaustufe sind mit DOCSIS 3.1 pro Cluster Datenraten bis zu 7 Gbit/s im Download und 1 Gbit/s im Upload möglich. Mit DOCSIS 4.0 erhöht sich das maximale Downloadtempo bis 2030 auf 10 Gbit/s. Im Upload sind Datenraten von 6 Gbit/s möglich. Weitere Potenziale ergeben sich durch die fortlaufende Segmentierung bzw. Reduktion der Clustergrößen.

## Anforderungen an HFC-Netze

- Wichtigste Treiber für die Nachfrage nach hohen Bandbreiten im Download sind Videoanwendungen mit wachsenden Auflösungen sowie Cloud Gaming – im Upload sind es Home Office-Anwendungen wie Videotelefonie sowie Cloud-Working-Applikationen.
- Das benötigte Datenvolumen pro Haushalt steigt bis 2030 mindestens um das 5-fache, in einem, maximalen exponentiellen Szenario mit jährlichen Wachstumsraten von 50 % jedoch um das 60-fache. Im **exponentiellen Szenario** steigt die benötigten Datenraten pro Cluster bei Peak-Time-Anforderungen bis 2030 auf rd. 5,5 Gbit/s im Download und rd. 1 Gbit/s im Upload.

- Selbst in einem exponentiellen Anforderungsszenario bieten HFC-Netze 2030 pro Cluster im Download die doppelte und im Upload die 6-fache Kapazität im Vergleich zu den benötigten Peak-Time-Datenraten. Damit bestehen für den Download und insbesondere auch für den Upload ausreichend Kapazität für noch höhere Anforderungen z. B. bei überdurchschnittlich hohen KMU-Anteilen im Cluster.
- **HFC-Netze erfüllen alle zukünftigen Anforderungen hochbitratiger Anwendungen in Privathaushalten und KMU sowohl im Down- als auch Upload**



# KONTAKT

Goldmedia GmbH Strategy Consulting  
info@Goldmedia.de | www.Goldmedia.com

Oranienburger Str. 27 | 10117 Berlin  
Tel: 004930-246 266-0 | Fax: 004930-246 266-66



**Vodafone Institut  
für Gesellschaft  
und Kommunikation**

Friedrich Pohl  
friedrich.pohl@vodafone.de  
0049 172 71 55 900

# QUELLEN

**ANGA (o.J.):** Das Breitbandkabel auf dem Sprung zur Gigabit-Infrastruktur. Online unter: [http://anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS\\_3.1-final\\_online.pdf](http://anga.de/media/file/965.BR-DOCSIS_3.1-final_online.pdf)

**Bundesnetzagentur (2020):** Jahresbericht 2019. Online unter: [www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2019.pdf](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2019.pdf)

**CableLabs (2020):** 10G. Enabling Future-Ready Networks. Online unter: [www.cablelabs.com/10g-enabling-future-ready-networks](http://www.cablelabs.com/10g-enabling-future-ready-networks)

**Cisco (2014):** Managing DOCSIS 3.1 Profiles. Online unter: [www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/advanced-semiconductors/2016/12/01/is-docsis-3.1-bad-for-the-rf-industry](http://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/advanced-semiconductors/2016/12/01/is-docsis-3.1-bad-for-the-rf-industry)

**Cisco (2020):** Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper, Online unter: [www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html](http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html)

**DE-CIX.net (2020):** DE-CIX Frankfurt statistics, Online unter: [www.de-cix.net/en/locations/germany/frankfurt/statistics](http://www.de-cix.net/en/locations/germany/frankfurt/statistics) [16.12.2020]

**Gigabitbüro des Bundes (2020):** Gigabit über HFC-Netze. Online unter: <https://gigabit-buero.de/wp-content/uploads/2020/10/Gigabit-ueber-HFC-Netze-Final-Online.pdf>

**Google (o. J.):** Bandbreite, Datennutzung und Streamingqualität, online unter: <https://support.google.com/stadia/answer/9607891?hl=de>

**Netflix (o. J.):** Empfehlungen zur Internetgeschwindigkeit, Online unter: <https://help.netflix.com/de/node/306>

**PWC (2020):** German Media and Entertainment Outlook 2020-2024. Online unter: [www.pwc.de/de/technologie-medien-und-telekommunikation/german-entertainment-and-media-outlook-2020-2024.pdf](http://www.pwc.de/de/technologie-medien-und-telekommunikation/german-entertainment-and-media-outlook-2020-2024.pdf)

**TKI - Tele-Kabel-Ingenieurgesellschaft mbH (2015):** Glasfasernetzstrukturen. Ein Vergleich zwischen PON und P2P. Online unter: [www.clearingstelle-bw.de/download/Studie\\_GPON.pdf](http://www.clearingstelle-bw.de/download/Studie_GPON.pdf)

**TÜV Rheinland (2015):** Weichen stellen für die Anforderungen von morgen. Online unter: [www.tuv.com/content-media-files/master-content/services/ict-business-solutions/d02-telco-solutions-consulting/1317-tuv-rheinland-broadband-consulting/tuv-rheinland-breitbandausbau-rheinland-pfalz-studie-de.pdf](http://www.tuv.com/content-media-files/master-content/services/ict-business-solutions/d02-telco-solutions-consulting/1317-tuv-rheinland-broadband-consulting/tuv-rheinland-breitbandausbau-rheinland-pfalz-studie-de.pdf)

**VATM/Dialog Consult (2020):** 22. TK-Marktanalyse Deutschland 2020, online unter: [https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2020/10/VATM\\_TK-Marktstudie-2020\\_061020\\_a.pdf](https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2020/10/VATM_TK-Marktstudie-2020_061020_a.pdf)

**Vodafone (2020):** Fiber Nodes für noch mehr Highspeed im Vodafone-Festnetz. Online unter: [www.vodafone.de/featured/inside-vodafone/fiber-nodes-fuer-noch-mehr-highspeed-im-vodafone-festnetz/#/;](http://www.vodafone.de/featured/inside-vodafone/fiber-nodes-fuer-noch-mehr-highspeed-im-vodafone-festnetz/#/)

**Vodafone (2019):** Virtuelle Segmentierung mit GigaHFC. Online unter: <https://immobilienwirtschaft.vodafone.de/aktuelles-referenzen/featured/reportagen-artikel/virtuelle-segmentierung-mit-gigahfc.html>

**WIK (2019):** Potenziell anzunehmende Vorleistungsprodukte in Kabelnetzen auf der Basis von DOCSIS. Online unter: [www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1\\_GZ/BK1-GZ/2019/BK1-19-0001/BK1-19-0001\\_WIK-Kabelgutachten\\_BA.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Service-Funktionen/Beschlusskammern/1_GZ/BK1-GZ/2019/BK1-19-0001/BK1-19-0001_WIK-Kabelgutachten_BA.pdf?__blob=publicationFile&v=2)