BÖCKER ZIEMEN

Analyse der koaxialbasierten Breitbandinfrastruktur in Deutschland und deren Implikationen für den Glasfaserausbau

Studie für den

Bundesverband Glasfaseranschluss e. V. (BUGLAS e.V.)

BUGLAS
Bundesverband Glasfaseranschluss e.V.

Bonn, Januar 2026

Autoren

Prof. Dr. Jens Böcker

Sebastian Burek

Christoph Gies

Impressum

Böcker Ziemen GmbH

Simrockallee 2

53173 Bonn

Deutschland

Tel +49 (0) 228 299727 60

E-Mail: info@boecker-ziemen.de

Web: www.boecker-ziemen.de

Geschäftsführung: Maren Hawerkamp, Prof. Dr. Jens Böcker

AG Bonn HRB 27470

Sitz der Gesellschaft: Bonn

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: DE412904283

Stand: Januar 2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 4

Abkürzungsverzeichnis 5

Zusammenfassung der Kernergebnisse 6

1. Einführung in die Studie 7

1.1. Zielsetzung und zentrale Fragestellungen 7

1.2 Methodisches Vorgehen 10

2. Markt und Wettbewerb 12

2.1 Darstellung der Marktanteile, Investitionsstrategien und Ausbaupläne 12

2.2 Analyse von Preisstrategien 18

2.3 Regulierung 21

2.3.1. Aktueller regulatorischer Rahmen 21

2.3.2. Mögliche Auswirkungen 23

2.4 Ergebnisse der Endkundenbefragung 24

3. Technologisch-ökonomischer Vergleich 30

3.1 Untersuchung der Netzleistungsfähigkeit 33

3.2 Analyse von Betriebskosten (OPEX) und Investitionsbedarf (CAPEX) 36

3.3 Untersuchung ökologischer Aspekte 40

3.4 Langfristige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 42

4. Deutschland im internationalen Vergleich 45

5. Fazit und Handlungsempfehlungen 51

Literaturverzeichnis 54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Marktanteile der Technologien nach genutzten Anschlüssen 12
Abbildung 2: Anzahl aktiver Anschlüsse nach Technologien im Zeitverlauf 14
Abbildung 3: Vergleich Take-up-Rate nach Technologien, Stand Q2 2025 14
Abbildung 4: Überschneidung von FTTB/H und HFC-Anschlüssen 16
Abbildung 5: Tarifvergleich nach Anschlusstechnologien 19
Abbildung 6: Übersicht der gebuchten Bandbreiten (Download) nach Technologie 25
Abbildung 7: Zufriedenheit mit dem gebuchten Internetanschluss 26
Abbildung 8: Ergebnis des NPS-Scores 27
Abbildung 9: Interneterlebnis nach dem Wechsel auf Glasfaser 28
Abbildung 10: Barrieren aus Sicht von DSL & HFC-Nutzern 29
Abbildung 11: Typische Architekturen von HFC- und Glasfasernetzen 31
Abbildung 12: Entwicklung des Datenvolumens in Festnetzen 33
Abbildung 13: Zusammenfassung der Netzleistungsfähigkeit 36
Abbildung 14: Energieeffizienz von Anschlussnetzen nach Technologie in Österreich 37
Abbildung 15: Zusammenfassung der langfristigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 44
Abbildung 16: Take-up-Rate nach gebuchter Geschwindigkeit in Frankreich 46
Abbildung 17: FTTH Take-up-Rate und FTTH Abdeckung (Homes Passed); Stand 2023 49

Abkürzungsverzeichnis

BNetzA = Bundesnetzagentur

CAPEX = Capital Expenditure

DOCSIS = Data Over Cable Service Interface Specification

DSL = Digital Subscriber Line

FTTB = Fiber to the Building

FTTH = Fiber to the Home

FTTP = Fiber to the Premise

HFC = Hybrid Fiber Coaxial

HP = Homes Passed

NPS = Net Promotor Score

OLT = Optical Line Termination

ONT = Optical Network Terminals

OPEX = Operational Expenditure

PON = Passive Optical Network

PtMP = Point to Multipoint

PtP = Point to Point

TR = Take-up-Rate

VDSL = Very High Speed Digital Subscriber Line

XGS = 10 Gigabit Symmetrical

Zusammenfassung der Kernergebnisse

Die digitale Transformation verändert Wirtschaft und Gesellschaft grundlegend und erhöht den Bedarf an leistungsfähigen Breitbandinfrastrukturen. In Deutschland stehen im Bereich Festnetz zwei technologische Entwicklungswege im Fokus: die Nutzung bestehender HFC-Netze und der flächendeckende Ausbau reiner Glasfasernetze (FTTB/H). Vor dem Hintergrund nationaler Gigabitziele und wachsender Anforderungen datenintensiver Anwendungen untersucht die Studie die langfristige Wirtschaftlichkeit beider Ansätze. Sie analysiert technologische, ökonomische und regulatorische Einflussfaktoren, um einen fundierten Entscheidungsrahmen für Investitions- und Ausbauentscheidungen zu schaffen.

Im Folgenden sind die Kernergebnisse der Studie zusammengefasst:

Im direkten technischen und ökologischen Vergleich weist die Glasfasertechnologie gegenüber HFC-Netzen deutliche Stabilitäts-, Leistungs- und Effizienzvorteile auf. Glasfaser bietet wesentlich höhere theoretische Kapazitäten, insbesondere im Upload (DOCSIS 3.1: 1-2 Gbit/s gegenüber XGS-PON: 10 Gbit/s), sowie geringere Latenzen von 1-5 ms im Vergleich zu rund 10-20 ms bei HFC. Zudem ist sie besser skalierbar, da bereits heute standardisierte Technologien im Anschlussnetz für 25Gbps und 50Gbps zur Verfügung stehen. Auch in der Energieeffizienz zeigen sich bei Glasfaser Vorteile. Durch den geringeren Anteil aktiver Technik reduziert sich zudem der Wartungsaufwand und damit auch die Betriebskosten. Der Wartungsaufwand von HFC-Netzen ist nach Experteneinschätzungen bis zu 15–20-mal höher als bei Glasfaser.
Mit Blick auf zukünftige digitale Anwendungen schätzen Experten HFC-Netze als zunehmend weniger zukunftsfähig ein – insbesondere, da immer mehr Dienste symmetrische Bandbreiten sowie hohe Qualitäts- und Sicherheitsstandards erfordern. Steigende Betriebskosten und begrenzte Bandbreitenkapazitäten lassen auf einen absehbaren Kipppunkt zugunsten der Glasfaser schließen. Als passive Infrastruktur bietet Glasfaser darüber hinaus eine höhere Resilienz und Sicherheit, was sie für den Betrieb kritischer Kommunikationsinfrastrukturen besonders geeignet macht.

Strategisch verfolgen HFC-Netzbetreiber derzeit das Ziel, ihre Kunden so lange wie möglich auf bestehenden HFC-Netzen zu halten, bis eigene glasfaserbasierte Produkte verfügbar sind. Dieser Ansatz dürfte kurzfristig zu Preisunterschieden zwischen HFC- und Glasfaseranschlüssen führen und den Glasfaserausbau in einzelnen Regionen zeitlich verzögern. Für Endkunden bietet Glasfaser jedoch ein deutlich verbessertes Interneterlebnis, gekennzeichnet durch höhere Geschwindigkeiten, stabilere Verbindungen und geringere Ausfallraten.

Im internationalen Vergleich gilt Glasfaser mittlerweile in den meisten Ländern als Zieltechnologie. Staaten mit einem weit fortgeschrittenen Glasfaserausbau zeichnen sich durch einen klaren technologischen Fokus aus und profitieren von einer erhöhten digitalen Wettbewerbsfähigkeit. Auch für Deutschland stellt eine leistungsfähige Glasfaserinfrastruktur einen zentralen Faktor für Innovationskraft, Produktivität und langfristige Standortattraktivität dar.

1. Einführung in die Studie

1.1. Zielsetzung und zentrale Fragestellungen

Die digitale Transformation zählt heute zu den zentralen Treibern ökonomischer und gesellschaftlicher Entwicklung.[1] Leistungsfähige Breitbandinfrastrukturen bilden dabei das Rückgrat moderner Volkswirtschaften. Sie bestimmen maßgeblich Innovationsfähigkeit, Standortattraktivität und gesellschaftliche Teilhabe. Während digitale Dienstleistungen und datenintensive Anwendungen, von Cloud-Computing über Künstliche Intelligenz bis hin zu vernetzten industriellen Prozessen, exponentiell wachsen, steigt der Bedarf an zuverlässigen, hoch performanten Netzen kontinuierlich.

Für politische Entscheidungsträger sowie für die ausbauenden Telekommunikationsnetzbetreiber stellt sich damit die Frage, welche Festnetztechnologien langfristig wirtschaftlich sind und sich damit für weitere Investitionen qualifizieren.

In Deutschland basieren große Teile der Breitbandversorgung nach wie vor auf Hybrid-Fiber-Koaxial-Netzen (HFC). Diese historisch gewachsenen Strukturen wurden über Jahrzehnte modernisiert und bieten mit DOCSIS 3.1 und DOCSIS 4.0 Leistungsreserven. Ein Upgrade auf DOCSIS 4.0 ist in Deutschland nicht zu erwarten, da Voraussetzungen, wie z.B. kurze Verstärkerkaskaden und kleine Zellen nicht gegeben sind.

[1] Bundesregierung (2025).

Parallel dazu treiben Telekommunikationsunternehmen, Stadtwerke und kommunale Gesellschaften den Ausbau reiner Glasfaser-Netze (Fiber to the Home, FTTB/H) voran. Politisch flankiert wird dieser Trend durch die Gigabitstrategie der Bundesregierung und europäische Digital-Dekaden-Ziele, welche einen flächendeckenden Glasfaserzugang anstreben.

Die wirtschaftliche Tragfähigkeit dieser beiden Strategien, Modernisierung bestehender HFC-Infrastruktur versus flächendeckender FTTB/H-Neubau, ist indes viel diskutiert.

Einerseits erlaubt die Nutzung bestehender HFC-Netze kurzfristig kostengünstige Bandbreitensteigerungen, andererseits birgt sie die Gefahr, Investitionen in zukunftssichere Glasfasernetze zu verzögern. Für Unternehmen, Investoren und Regulatoren stellt sich somit die Kernfrage, welche Option langfristig die geringeren Gesamtbetriebskosten aufweist und wie sich strategische Entscheidungen heute auf die Wettbewerbsfähigkeit von morgen auswirken.

Die zentrale Herausforderung besteht darin, kurzfristige wirtschaftliche Effizienz und langfristige Infrastruktur-Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen. Betreiber von HFC-Netzen stehen vor steigenden Instandhaltungs- und Energiekosten sowie wachsendem Druck, technologische Upgrades durchzuführen. Gleichzeitig sind die Kapitalbedarfe für FTTB/H-Netze hoch: Tiefbau, Materialkosten und lange Amortisationszeiträume wirken bremsend, insbesondere in ländlichen Regionen. Hinzu kommen regulatorische Unsicherheiten, fragmentierte Fördermechanismen und potenzielle Fehlanreize durch Subventionspolitik.

Technologisch divergierende Entwicklungsrouten führen zudem zu strategischen Zielkonflikten: Während die Weiterentwicklung von HFC-Netzen kurzfristig rentable Cashflows sichern kann, droht sie, den eigenwirtschaftlichen Glasfaserausbau zu verzögern oder zu behindern. Dies hätte Konsequenzen für die nationale Digital-Agenda, die Energieeffizienz von Netzen und die Investitionssicherheit der Akteure.

Vor diesem Hintergrund untersucht diese Studie die langfristige Wirtschaftlichkeit von HFC-Internet im Bestandsnetz im Vergleich zum vollständigen FTTB/H-Ausbau und dessen Vermarktung. Die drei zu beantwortenden Leitfragen lauten:

1. *Welchen Einfluss hat die bestehende HFC-Netzinfrastruktur auf den eigenwirtschaftlichen Glasfaserausbaus in Deutschland?*
2. *Inwiefern wirken sich regulatorische Vorgaben und wirtschaftliche Anreize im Zusammenhang mit HFC-Netzen auf Investitionen in den Glasfaserausbau aus?*
3. *Welche Auswirkungen hat die zukünftige Nutzung des bestehenden HFC-Netzes auf die nationalen Gigabit- und Digitalisierungsziele in Deutschland?*

Ergänzend werden folgende Teilfragen betrachtet:

a. **Technologische Leistungsfähigkeit:**
   Wie zukunftssicher ist die Koaxialtechnologie (HFC) im Vergleich zu reinen Glasfaseranschlüssen (FTTB/H) hinsichtlich Kapazität, Skalierbarkeit und Latenz?
b. **Ökonomische und betriebliche Unterschiede**:
   Welche betriebswirtschaftlichen Unterschiede bestehen im Betrieb von HFC- versus FTTB/H-Netzen (z. B. OPEX, Energieeffizienz, Wartungsaufwand)?
c. **Infrastrukturelle Zielkonflikte**:
   Inwiefern hemmt der Fortbestand bzw. die Modernisierung von Koaxialnetzen den privatwirtschaftlichen Glasfaserausbau?
d. **Regulatorischer und wettbewerblicher Kontext**:
   Welche Rolle spielen regulatorische Rahmenbedingungen und Marktstrukturen bei der Aufrechterhaltung koaxialbasierter Netze?
e. **Technologieoffene Förderung versus strategische Priorisierung**:
   Welche wirtschafts- und förderpolitischen Instrumente sind geeignet, einen technologieoffenen, aber langfristig nachhaltigen Gigabit-Ausbau zu unterstützen?

Das Ziel der Studie besteht darin, einen belastbaren Entscheidungsrahmen zu entwickeln, der ökonomische, technologische und politische Dimensionen integriert. Sie soll helfen, Investitions- sowie Regulierungsentscheidungen evidenzbasiert zu treffen indem strategische Zielkonflikte zwischen kurzfristiger Effizienz und langfristiger Innovationsfähigkeit transparent aufgezeigt werden.

1.2 Methodisches Vorgehen

Das Forschungsdesign dieser Studie folgt einem vergleichend-evaluativen Ansatz mit explorativen Elementen. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass ökonomische Bewertungen technischer Infrastrukturen nur durch die Kombination von quantitativen und qualitativen Methoden verlässlich möglich sind. Entsprechend basiert die Studie auf einer Kombination aus ökonomischer Betrachtung, empirischen Datenanalysen und Experteneinschätzungen.
Konkret sollen die Leitfragen basierend auf drei zentralen methodischen Analysen beantwortet werden:

1. Eine umfangreiche Sekundäranalyse relevanter technischer und wissenschaftlicher Literatur, angereichert mit Geschäftsberichten führender Netzbetreiber und Investorenberichten.
2. Eine quantitative Konsumentenbefragung zur Ermittlung und Bewertung der Kriterien ihrer Kaufentscheidung.
3. Eine qualitative Expertenbefragung, die strategische, technologische und regulatorische Einflussfaktoren identifiziert und bewertet. Die Befragten sind hochrangige Experten (u.a. C-Level) aus der Telekommunikationsbranche (Netzbetreiber, Infrastruktur).

Die Verbindung der Methoden ermöglicht eine fundierte Analyse der Wirkungsbereiche des HFC-Netzes, da die Ergebnisse durch vielfältige Perspektiven validiert werden.
Die Untersuchung stützt sich auf den aktuellen Stand der internationalen Forschung zu Breitbandinfrastrukturen, Investitionsentscheidungen und Technologiediffusion. Wichtige Bezugspunkte sind Studien der OECD (2023) zur digitalen Wettbewerbsfähigkeit, der EU-Kommission zur „Digital Decade“, sowie Analysen nationaler Institutionen wie der WIK, FTTH Council, BREKO, VATM oder BNetzA.

Die bestehende Literatur verdeutlicht für Entscheidungsträger die Notwendigkeit, aktuelle Entwicklungen vertieft zu analysieren. Zwar liegen zahlreiche Studien zu Marktentwicklungen und den Vorteilen einzelner Technologien vor, doch fehlt bislang eine integrierte Betrachtung, die Lebenszyklus, regulatorische Anreize und Marktdynamiken systematisch zusammenführt. Genau dieses Themenfeld soll die vorliegende Studie erschließen.

Empirisches Vorgehen

Der analytische Teil der Studie wird durch eine systematische Marktübersicht eingeleitet, die auf regulatorischen Berichten, Branchenstatistiken und öffentlich zugänglichen Unternehmensdaten basiert. Diese Übersicht dient dazu, zentrale Akteure, technologische Entwicklungen sowie relevante regulatorische Rahmenbedingungen im deutschen Breitbandmarkt zu erfassen und den kontextuellen Ausgangspunkt der Untersuchung transparent zu machen. Darauf aufbauend erfolgt ein technischer und ökonomischer Vergleich von Glasfaser- und HFC-Netzen, der sich auf etablierte Bewertungsansätze stützt. Technisch orientiert sich die Analyse an Leistungsparametern wie Bandbreite, Latenz, Störanfälligkeit, Netzkomponenten und Skalierbarkeit. Ökonomisch werden verbreitete Modelle der Telekommunikationsökonomie herangezogen, darunter CAPEX-/OPEX-Strukturen und Lebenszyklusbetrachtungen. Diese Vorarbeiten schaffen eine klar definierte und empirisch belastbare Grundlage für die anschließende Wirtschaftlichkeitsanalyse.

Anschließend wird eine quantitative Konsumentenbefragung durchgeführt, um Nutzungspräferenzen, Vorteile und Wechselabsichten der Endkunden zu erfassen. Die Ergebnisse dienen dazu, potenzielle Marktdynamiken abzubilden und die Sicht der Endkunden als wichtigen Faktor der zukünftigen Entwicklung mit zu berücksichtigen. Durch die Integration von Endkundenperspektiven lassen sich Rückschlüsse auf die wirtschaftliche Rentabilität und die realistische Auslastung der Netzinfrastruktur ziehen. Die Befragung erfolgt repräsentativ nach demografischen Kriterien, um Verzerrungen zu minimieren.

Ergänzend werden strukturierte Experteninterviews mit Vertretern aus der Telekommunikationsindustrie durchgeführt. Ziel ist es, Kostenannahmen zu validieren, qualitative Einflussgrößen zu erfassen und strategische Perspektiven einzubringen. Die Auswertung erfolgt mittels

strukturierender Inhaltsanalyse nach Mayring[2], einem in der Wissenschaft bewährten Ansatz. Aussagen werden kategorisiert (z.B. „Kostenstruktur“, „Regulierung“, „Marktdynamik“) und mit den Ergebnissen der quantitativen Analyse trianguliert.

Die Verbindung beider Ansätze schafft ein Gesamtbild, das sowohl finanzielle als auch strategische Determinanten der Wirtschaftlichkeit sichtbar macht.

2. Markt und Wettbewerb

2.1 Darstellung der Marktanteile, Investitionsstrategien und Ausbaupläne

Entwicklung der Marktanteile

Der deutsche Breitbandmarkt befindet sich in einer Phase technologischer Veränderungen. Getrieben durch den fortschreitenden Glasfaserausbau, verändert sich die Wettbewerbsdynamik zwischen den etablierten Zugangstechnologien grundlegend. Während DSL als historisch dominierende Infrastruktur zunehmend an Bedeutung verliert, geraten nun auch koaxialbasierte Netze unter wachsenden Wettbewerbsdruck.

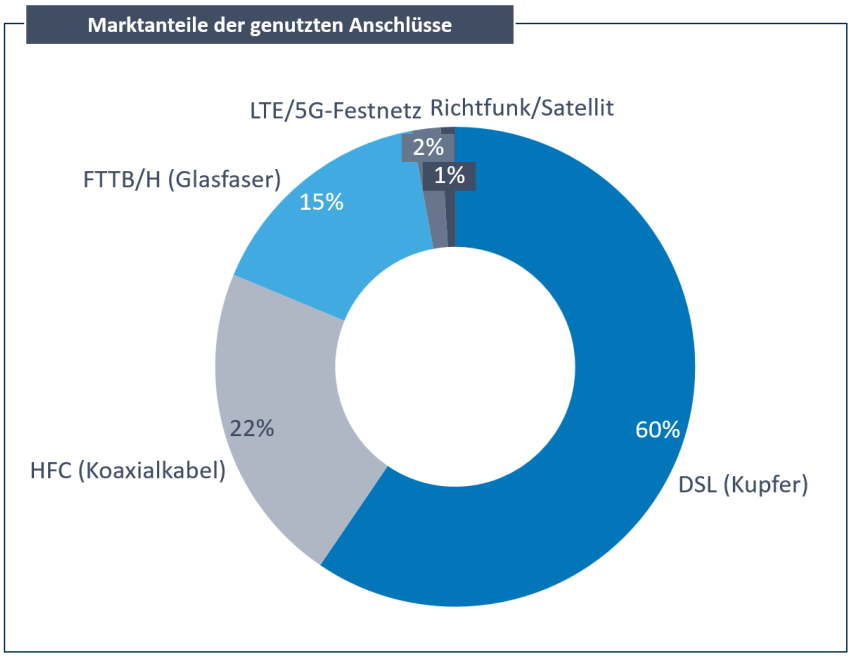

Abbildung 1: Marktanteile der Technologien nach genutzten Anschlüssen
Quelle: Bundesnetzagentur (2025), Tätigkeitsbericht; Stand Q2 2025.

[2] Mayring, P (2015).

Zum Stand Q2 2025 entfallen 22% aller genutzten Breitbandanschlüsse in Deutschland auf koaxialbasierte Netze, 60% auf DSL/VDSL und 15% auf FTTB/H-Anschlüsse.

Seit dem Jahr 2019 ist ein deutlicher Strukturwandel im Festnetzmarkt zu beobachten. Der fortschreitende Ausbau von FTTB/H-Netzen führt zunehmend zur Substitution kupferbasierter Technologien, insbesondere von DSL, hemmt jedoch zugleich das Wachstum der koaxialbasierten Anschlüsse.

Während HFC-Netze seit dem Jahr 2001 zunächst stetig Marktanteile gegenüber DSL gewinnen konnten, zeigt sich seit 2021 erstmals ein rückläufiger Trend. Im Gegensatz dazu verzeichnet Glasfaser seit 2011 ein durchschnittliches jährliches Kundenwachstum von rund 30%. Erst im Jahr 2023 fiel das Wachstum des Glasfaser-Marktanteils erstmals unter diese Marke, was auf eine beginnende Marktsättigung in bestimmten Regionen hinweist.

Ein strategisch relevanter Wendepunkt lässt sich insbesondere im Zeitraum der letzten zehn Jahre identifizieren: Zwischen 2014 und 2019 konnte der Marktanteil koaxialbasierter Anschlüsse um 18,3% (entspricht +3,6 Prozentpunkten) zulegen. Diese Dynamik resultierte vor allem aus der Migration von DSL-Kunden, die höhere Bandbreiten und kurzfristig geringere Kosten bevorzugten. In den darauffolgenden fünf Jahren (2019-2024) kam es jedoch erstmals zu einem Rückgang der HFC-Marktanteile um 6,6% (entspricht -1,6 Prozentpunkten).

DSL-Anschlüsse zeigen über den gesamten Betrachtungszeitraum einen kontinuierlichen Rückgang. Der Marktanteil sank in den letzten fünf Jahren (2019-2024) um 14,9% bzw. -10,7 Prozentpunkte auf aktuell 61,6%, nachdem der Rückgang im vorangegangenen Fünfjahreszeitraum (2014-2019) noch bei -8,7% bzw. -6,8 Prozentpunkten lag. Zum Vergleich: Im Jahr 2014 lag der DSL-Marktanteil noch bei 78,7%.

Bemerkenswert ist auch das fortschreitende Wachstum der Gesamtzahl an aktiven Breitbandanschlüssen. Seit 2019 konnten 3,4 Mio. neue Haushalte überwiegend durch Glasfaseranschlüsse und mobile Übertragungstechnologien (LTE/5G, Satellit) angeschlossen werden.[3]

[3] Bundesnetzagentur (2025).

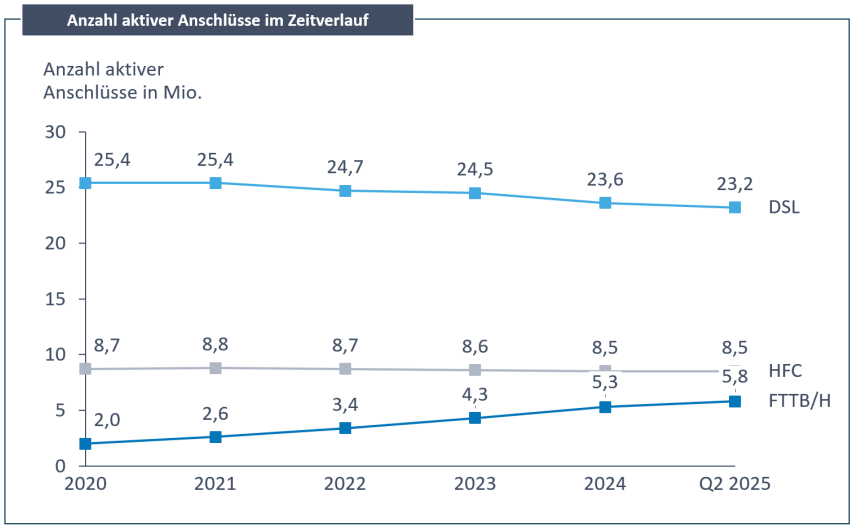

Abbildung 2: Anzahl aktiver Anschlüsse nach Technologien im Zeitverlauf
Quelle: Bundesnetzagentur (2025), Tätigkeitsbericht.

Die Take-up-Rates (TR) liefern eine zentrale Indikation für die Nutzerpräferenzen und die Wechselbereitschaft der Endkunden. Sie geben Aufschluss darüber, in welchem Umfang bereitgestellte Netzkapazitäten tatsächlich aktiviert und kommerziell genutzt werden.

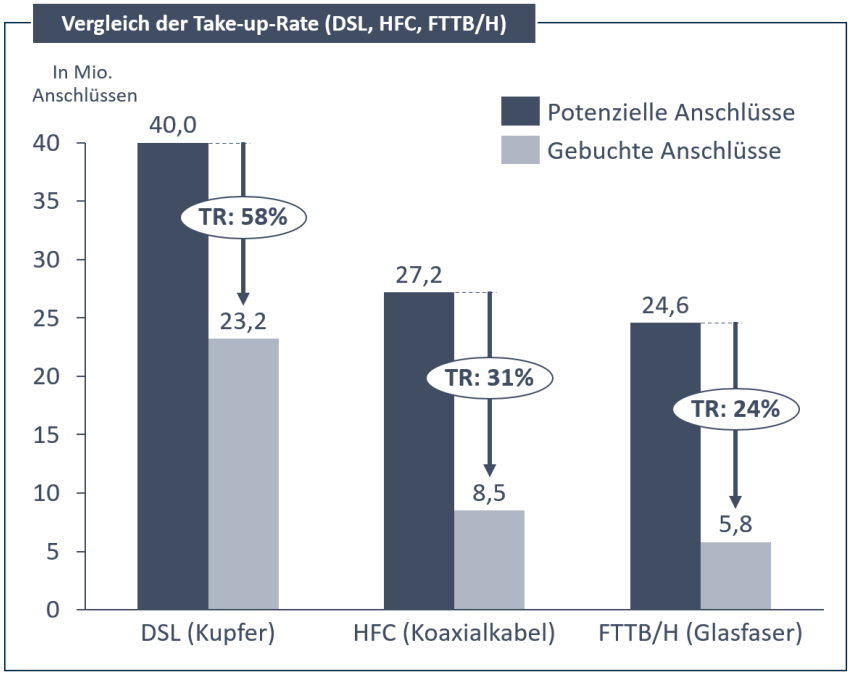

Abbildung 3: Vergleich Take-up-Rate nach Technologien, Stand Q2 2025
Quelle: Bundesnetzagentur (2025), Tätigkeitsbericht; Vodafone (2025).

Die Take-up-Rates Mitte 2025 zeigen eine Abflachung des Wachstums der FTTB/H-Take-up-Rate, die in etwa dem rückläufigen Anstieg des FTTB/H-Marktanteils entspricht. Trotz der fortschreitenden Netzabdeckung bleibt die durchschnittliche TR der FTTB/H-Anschlüsse mit 24% hinter der der koaxialbasierten Netze, die mit 31% nur leicht unter dem Vorjahreswert liegen. Die DSL-Take-up-Rates setzen ihren anhaltend negativen Trend fort und erreichen Mitte 2025 einen Wert von 58%.

Besonders auffällig ist die Disparität innerhalb der Glasfasersegmente: Wettbewerber anderer Netzbetreibergruppen könnten bereits TR-Werte von 33,6% erreichen und damit das Niveau der HFC-Netze übertreffen. Im Gegensatz dazu weist die Deutsche Telekom, aufgrund einer abweichenden Vorvermarktungsstrategie (Ausbau auch ohne Vorvermarktung), eine geringere Take-up-Rate von 15,9% auf.[4]

Die geringe Take-up-Rate von FTTB/H im Verhältnis zu DSL- und HFC-Netzen lässt sich auf mehrere strukturelle Faktoren zurückführen. Sie deutet auf eine weiterhin ausgeprägte Wechselaversion im Endkundenmarkt hin, die durch verhaltensökonomische Barrieren (z.B. Installationsaufwand, Vertragsbindung oder wahrgenommene Unsicherheiten im Leistungsmehrwert) verstärkt wird.

Die Betrachtung der Überschneidung von Glasfaser und HFC-Anschlüssen zeigt, dass die Gesamtzahl der verfügbaren Anschlüsse von 25 Mio. (2020) auf 36 Mio. (2024) steigt und bis 2030 voraussichtlich 47 Mio. erreicht. Gleichzeitig verschiebt sich die Technologieverteilung deutlich: Reine HFC-Anschlüsse gehen zurück (von 20 Mio. auf 14 Mio. bzw. 5 Mio. in 2030), während sowohl FTTH/B/H (von 2 Mio. auf 11 Mio. bzw. 22 Mio.) als auch hybride Überschneidungsbereiche (FTTB/H & HFC) stark zunehmen. Dies unterstreicht den fortschreitenden Glasfaserausbau sowie einen erwarteten intensiveren Wettbewerb in Regionen, in denen beide Infrastrukturen parallel verfügbar sind.

[4] VATM (2025).

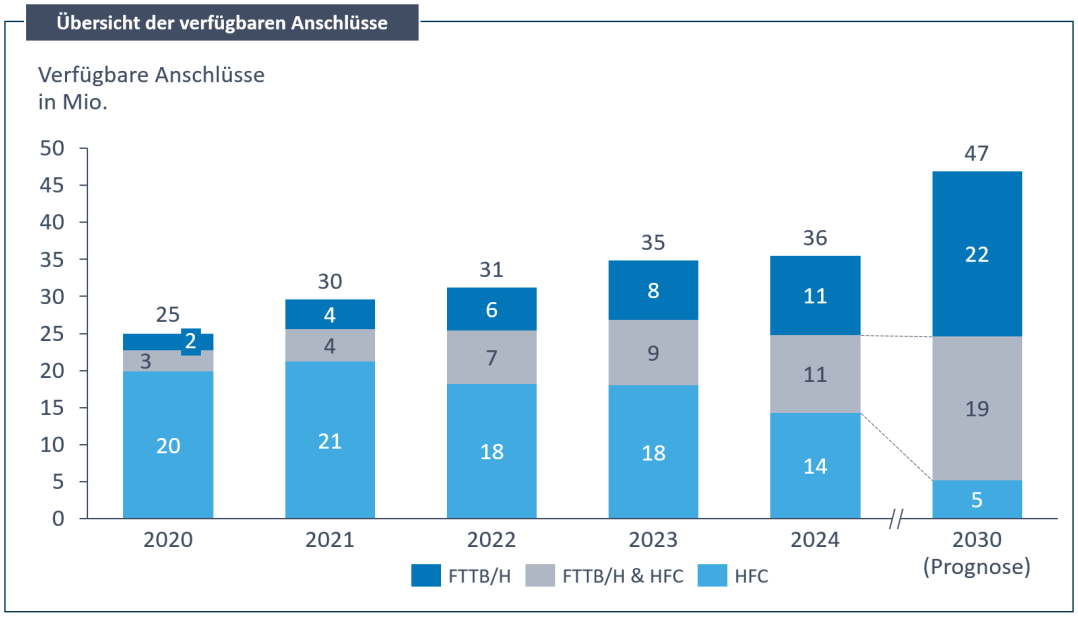

Abbildung 4: Überschneidung von FTTB/H und HFC-Anschlüssen
Quelle: Angelehnt an: Goldmedia (2024) - ANGA-Marktstudie; Expertenschätzung – Böcker Ziemen. Annahme: Die zu versorgenden Wirtschaftseinheiten insgesamt betragen in Deutschland ca. 46 Mio.

Anbieter

Schaut man auf die einzelnen Wettbewerber spiegelt sich das Bild aus den Marktanteilen nach Technologie wider. Die Deutsche Telekom baut ihren Marktanteil in 2024 auf 40,6% (+0,4 Prozentpunkte) mit 15,2 Mio. Anschlüssen aus. Als zweitgrößter Anbieter profitiert Vodafone von seinen koaxialbasierten Anschlüssen und kann 27,0% der aktiven Anschlüsse, in Summe 10,1 Mio., für sich reklamieren. Im Vergleich zum Vorjahr muss Vodafone jedoch 0,6 Prozentpunkte an seine Wettbewerber abgeben. Dahinter folgen 1&1 mit 10,7% und Telefónica O2 mit einem Marktanteil von 6,4%. Die verbleibenden 15,3% teilen sich überwiegend nationale Glasfaseranbieter sowie regionale Anbieter.[5]

Investitions- und Ausbaustrategie

Deutschlandweit unterscheidet sich die Ausbau- und Investitionsstrategie zwischen den Anbietern stark und steht in direkter Abhängigkeit mit dem Anteil verschiedener Technologien in ihrem Bestandsnetz.

Beginnend mit der Deutschen Telekom zeigt sich eine Fokussierung auf den Glasfaserausbau, der durch Investitionen im deutschen Markt vorangetrieben wird. Das Unternehmen verfügt

[5] VATM (2025). Daten: Breitbandanschlüsse ohne reine Telefon- bzw. Broadcast-TV-Anschlüsse.

über das derzeit größte Glasfasernetz Deutschlands mit einer Länge von 860.000 km[6] und plant bis 2029 jährlich weitere 2,5 Mio. Haushalte auszubauen. Im September 2025 wurde der Bau von 266 Tsd. neuen Homes Passed Anschlüssen berichtet.[7]

Im September 2025 wurde eine Kooperation der Deutschen Telekom mit M-net sowie den Stadtwerken München bekannt. Diese Zusammenarbeit könnte Auswirkungen auf die weitere Glasfaserstrategie des Unternehmens haben. Das Beispiel der beiden regionalen Anbieter in München deutet darauf hin, dass Kooperationen trotz zusätzlicher Integrationsaufwände umgesetzt werden können.

Im Rahmen des Glasfaserausbaus erweitert die Deutsche Telekom ihr Netzangebot. Neben DSL bietet sie Glasfaseranschlüsse sowohl über eigene Infrastruktur als auch über Kooperationen an.

Im Jahr 2025 setzte die Deutsche Telekom ihre Glasfaserausbaupläne entsprechend der eigenen Zielvorgaben fort. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Ausbau von Homes Passed, der unabhängig von Vertragsabschlüssen und Hausanschlüssen erfolgen kann. Für das dritte Quartal 2025 wurden 18,3% mehr FTTB/H-Netto-Neukunden als im Vorjahresquartal gemeldet, insgesamt 155 Tsd. Kunden. Gleichzeitig bleibt der Markt für Breitbandanschlüsse wettbewerbsintensiv. Der Rückgang der Breitbandverträge aus den ersten beiden Quartalen setzt sich fort.[8]

Historie der Kabelnetze in Deutschland:

Die koaxialbasierte Breitbandinfrastruktur in Deutschland ist historisch geprägt: Ab 1983 wurden Kabelnetze vor allem als TV-Broadcast-Netze aufgebaut und nicht für bidirektionale Datendienste ausgelegt. Mit der Liberalisierung ab 1998 gingen Aufbau und Betrieb in private, regionale Strukturen über, ohne einheitlichen bundesweiten Modernisierungsplan. Breitbandinternet wurde später über DOCSIS nachgerüstet, insbesondere durch DOCSIS 1.0 (1997), DOCSIS 2.0 (2001) und DOCSIS 3.0 (2006), wobei die physische Netzarchitektur vielerorts mit langen Koaxstrecken und hoher Verstärkerkaskadierung bestehen blieb. In den 2010er-Jahren konsolidierte sich der Markt, als Vodafone 2013 Kabel Deutschland und 2019 Unitymedia übernahm, technisch jedoch ein heterogener Netzverbund erhalten blieb, der bis heute nur schrittweise „fiber-deep“ modernisiert wird.

[6] Deutsche Telekom AG (2025).
[7] Deutsche Telekom AG (2025a).
[8] Deutsche Telekom AG (2025b).

Vodafone hingegen verfügt über das größte gigabitfähige Netz in Deutschland mit über 29,6 Mio. Anschlüssen. Dieses besteht zum Großteil aus ihrem eigenen HFC-Netz auf DOCSIS 3.1 Standard, ergänzt durch Kooperationen mit Glasfasernetzbetreibern. Dabei geht Vodafone Kooperationen mit der Deutschen Telekom, der Deutschen Glasfaser und weiteren FTTB/H-Netzbetreibern ein und kann für rund 11 Mio. Haushalte, die zum Teil eine Schnittmenge mit den eigenen koaxialbasierten Anschlüssen bilden, FTTB/H anbieten.[9]

Zuletzt setzt Vodafone im eigenen Ausbau auf eine bessere Segmentierung (weniger Haushalte teilen sich einen Netzbereich) des HFC-Netzes, neue koaxialbasierte Kabel- oder Glasfaseranschlüsse in Neubauten sowie den flächendeckenden Glasfaserausbau über ihre Beteiligung am Joint-Venture OXG. Dieses wurde mit Altice, einem Unternehmen mit mehreren Beteiligungen an Telekommunikationsanbietern, gegründet. OXG soll mit einer 50-prozentigen Beteiligung beider Parteien über je 950 Mio. €, davon bisher 68 Mio. € von Vodafone bereitgestellt, sowie einen Kreditrahmen von 4,6 Mrd. € bis 2029, sieben Million FTTB/H-Anschlüsse ausbauen. Seit seiner Gründung im Jahr 2023 wurde im September 2025 die Grenze von einer Millionen Anschlüssen erreicht. Dabei verfolgen Vodafone und OXG die Strategie, überwiegend das bestehende Vodafone-HFC-Netz mit Glas zu überbauen.[10]

2.2 Analyse von Preisstrategien

Die Preisanalyse der großen deutschen Breitbandanbieter zeigt eine klare Segmentierung zwischen HFC-basierten und glasfaserbasierten 1.000-MBit/s-Tarifen. Während koaxialbasierte Tarife (HFC) im Durchschnitt ein niedrigeres Preisniveau aufweisen, positionieren sich FTTB/H-Angebote durchweg im oberen Preissegment – teils mit Premiumaufschlägen, die durch Argumente technologischer Überlegenheit gerechtfertigt werden sollen.

[9] Vodafone GmbH (2025).

[10] Vodafone Group Plc (2025); Handelsblatt (2025); vgl. übereinstimmende Aussagen aus mehreren Experteninterviews, durchgeführt im Rahmen dieser Untersuchung.

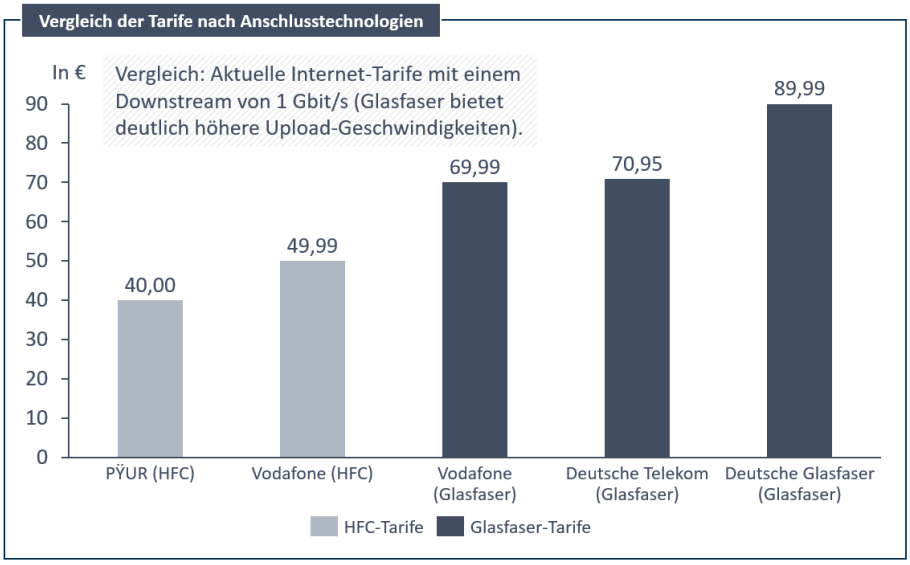

Abbildung 5: Tarifvergleich nach Anschlusstechnologien
Quelle: Deutsche Telekom, Vodafone, Deutsche Glasfaser, PŸUR; Stand Dezember 2025.

Vergleich HFC zu Glas

Die Preisarchitektur verdeutlicht, dass HFC-basierte Angebote – insbesondere Vodafone Cable Max (49,99 €) – ein im Vergleich zu Glasfasertarifen niedrigeres Preisniveau realisieren. Diese Positionierung dient primär der Kundenbindung und Wettbewerbsabschirmung in einem Markt, in dem die Glasfaserpenetration zunehmend steigt. Im Gegensatz dazu werden Glasfaseranschlüsse überwiegend als Premiumprodukte positioniert, mit Preisaufschlägen zwischen 20% und 40% gegenüber HFC-Angeboten ähnlicher nominaler Download-Bandbreite, jedoch oft der zehnfachen Upload-Leistung.

Diese Preisstaffelung reflektiert eine technologisch-strategische Übergangsphase: HFC bleibt mittelfristig der ökonomisch dominierende Massenmarktstandard im Gigabitbereich, während sich Glasfaser schrittweise als langfristig überlegene Zukunftstechnologie durchsetzen wird.

Vodafones Preisstrategie ist besonders aufschlussreich, da das Unternehmen beide Technologien parallel vermarktet – HFC als etablierte Infrastruktur und Glasfaser als aufstrebendes Premiumprodukt.

Vodafone Cable Max wird zu einem Grundpreis von 49,99 € angeboten, der bewusst von allen Glasfasertarifen unterscheidet. Zum einen fällt der sonst übliche Angebotspreis in den ersten Monaten weg, zum anderen ist der Grundpreis unerreichbar niedrig gegenüber allen vergleichbaren FTTB/H-Tarifen.

Vodafone positioniert den GigaZuhause Glasfaser-Tarif kommunikativ als „modernste Technologie“, mit „hoher Signalqualität“ und „stabilem Netz“. Der Einstiegspreis von 19,99 € für die ersten neun Monate entspricht vergleichbaren Glasfaserangeboten. Der anschließende Sprung auf 69,99 € positioniert das Produkt im Premiumsegment.

Diese zweistufige Preisstruktur deutet auf eine hybride Wettbewerbsstrategie hin: Während HFC den Volumenmarkt über Preisstabilität und Kundenbindung absichert, wird Glasfaser als überlegene Technologie für Enthusiasten vermarktet.[11]

Die Deutsche Telekom verfolgt auch bei ihrem Gigabittarif eine Premiumstrategie mit 70,95 € monatlich – mit einem auffallend kurzfristigen Angebotspreis von 19,95 € in den ersten drei Monaten. Dies bestätigt ihre Markenposition als Qualitäts- und Netzführerin, mit aggressiven Lockpreisen im Neukundensegment.[12]

1&1 und O2 liegen preislich im Mittelfeld, nutzen Aktionspreise und andere Angebote, um bei gemeinsamer Netznutzung ohne eigenes Netz konkurrenzfähig zu bleiben.

Die Deutsche Glasfaser bewegt sich mit einem Grundpreis von 89,99 € im oberen Preissegment, was die Investitionskosten im ländlichen Ausbau widerspiegelt. Dank Neukundenaktionen fällt dieser Preis im gesamten ersten Jahr auf 24,99 € und ist somit in Summe konkurrenzfähig. Ein möglicher Hintergrund für den hohen Grundpreis ist die Positionierung als Premiumanbieter neben den günstigeren Anbietern, die für Auslastung der Glasfaser über Open Access sorgen.[13] [14] [15]

Hervorstechend ist die Preisstrategie von PŸUR, einer Marke der Tele Columbus AG, die sich im Jahresendgeschäft gleich dreimal gewandelt hat. Angefangen mit einem sehr günstigen Grundpreis vom 40 € für den Gigabittarif über 24 Monate wurde dieser zu Ende November auf 35€ gesenkt und anschließend im Weihnachtsgeschäft 2025 auf 9,99 € in den ersten zehn Monaten, danach 49,99 €, angepasst. Damit positioniert sich PŸUR deutlich unter den marktüblichen Preisen anderer Gigabit-Anbieter und setzt ein starkes Niedrigpreis-Signal im Wettbewerbsumfeld. Diese Preisgestaltung ist zum einen Teil der Penetrationsstrategie, bei der über besonders günstige Einstiegskosten schnelle Marktanteilsgewinne erzielt werden sollen.

[11] Vodafone GmbH (2025a).
[12] Telekom Deutschland GmbH (2025).
[13] 1&1 Telecom GmbH (2025).
[14] Telefónica Germany GmbH & Co. OHG (2025).
[15] Deutsche Glasfaser Wholesale GmbH (2025).

Gleichzeitig werden somit direkt DSL-Kunden in niedrigen Tarifen angesprochen, die derzeit oft nur 5% der hier angebotenen Bandbreite zu vergleichbaren Preisen beziehen. Für diese preissensitiven DSL-Kunden schafft PŸUR einen starken Anreiz auf einem Glasfaseranschluss zu wechseln, anstatt für eine erheblich geringere Leistung denselben Preis zu bezahlen.[16]

2.3 Regulierung

2.3.1. Aktueller regulatorischer Rahmen

Die regulatorischen Rahmenbedingungen des deutschen Telekommunikationsmarktes haben sich in den vergangenen Jahren erheblich weiterentwickelt. Ziel ist die Förderung leistungsfähiger Breitbandinfrastrukturen, die Gewährleistung von Wettbewerb sowie die Schaffung regulatorischer Planungssicherheit. Dabei zeigt sich jedoch zunehmend ein Spannungsfeld zwischen gesetzlich verankerter Technologieneutralität und den politisch definierten Zielen der Gigabitstrategie.

Mit Umsetzung des European Electronic Communications Code (EECC) im Jahr 2021 in das Telekommunikationsgesetz (TKG) wurde ein umfassender europäischer Regulierungsrahmen in nationales Recht überführt. Zentral sind dabei Vorgaben zu Marktregulierung, Verbraucherrechten, Sicherheitsanforderungen und Netzzugang. Auch die Technologieneutralität wird im EECC vorgegeben, sowie im TKG impliziert.[17] [18]

Zur Beschleunigung des Infrastrukturausbaus wurde das Telekommunikationsmodernisierungsgesetz (TKMoG) verabschiedet, das wesentliche Inhalte des EECC konkretisiert und auf Ausbaubeschleunigung, vereinfachte Genehmigungsprozesse sowie effizientere Koordinierung von Baumaßnahmen abzielt. Ergänzend dazu sorgt das DigiNetz-Gesetz durch Regelungen zu Mitverlegungspflichten für bauliche Synergien, die insbesondere bei Tiefbaumaßnahmen relevant sind und auch HFC-Netzbetreibern potenziell geringere Investitionskosten ermöglichen.[19] [20]

Ein weiterer zentraler Baustein der Ausbauregulierung sind staatliche Fördermechanismen. Mit dem Graue-Flecken-Förderprogramm (seit 2020, neu aufgelegt 2023) der Bundes-

[16] Tele Columbus AG (2025).
[17] Europäische Union (2018).
[18] Bundesrepublik Deutschland (2021).
[19] Bundesrepublik Deutschland (2021a).
[20] Bundesrepublik Deutschland (2016).

regierung werden subventionierte Erschließungsmaßnahmen mit Zuschüssen von bis zu 90% in ländlichen Regionen unterstützt.[21] [22]

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) übt über ihre sektorspezifische Marktregulierung zentrale Aufsichtsfunktionen aus. Durch Marktanalyseverfahren identifiziert sie marktmächtige Unternehmen und legt regulatorische Verpflichtungen fest, etwa hinsichtlich diskriminierungsfreiem Netzzugang oder Transparenz. Für den Netzausbau relevant ist zudem § 77i TKG, der Maßnahmen zur Senkung der Tiefbaukosten vorsieht, beispielsweise durch alternative Verlegeverfahren oder vereinfachte Genehmigungen.

Mit dem Gigabitgrundbuch wurde eine zentrale Datenplattform geschaffen, die Transparenz über den Stand des Netzausbau unterstützt.[23]

Parallel dazu beeinflussen der Gigabit Infrastructure Act (GIA) der EU sowie das Eckpunktepapier des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) die nationale Ausbaustrategie, indem sie effizientere Prozesse, gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen und europaweit harmonisierte Rahmenbedingungen adressieren.[24] [25]

Eindeutige Aussagen hinsichtlich des angestrebten Technologiestandards und verbindlicher Ziele setzt die Gigabitstrategie der Bundesregierung, die die „flächendeckende energie- und ressourceneffiziente Versorgung mit Glasfaseranschlüssen bis ins Haus“ als übergeordnetes Ziel vorschreibt.[26] Ein weiteres deutliches Zeichen für den Glasfaserausbau setzt die TKG-Novelle Ende 2025 mit der geplanten Einstufung des Glasfaserausbaus als „überragendes öffentliches Interesse“. Damit verschiebt es den regulatorischen Fokus nochmals zugunsten reiner Glasfaserinfrastrukturen.

[21] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020).
[22] Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2023).
[23] Bundesministerium für Digitales und Verkehr & Bundesnetzagentur (o. J.).
[24] Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union (2024).
[25] Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022).
[26] Bundesministerium für Verkehr (2024).

2.3.2. Mögliche Auswirkungen

Die regulatorischen Rahmenbedingungen des deutschen Telekommunikationsmarktes bilden einen zentralen Einflussfaktor für den Glasfaserausbau, weisen jedoch in mehreren Bereichen strukturelle Fehlanreize und Zielkonflikte auf, die den Übergang zu einer nachhaltigen, zukunftsfähigen Infrastruktur verlangsamen können. Obwohl politische Leitlinien und Förderprogramme grundsätzlich einen flächendeckenden FTTB/H-Ausbau unterstützen sollen, entstehen durch technologieneutrale Vorgaben widersprüchliche Anreize.

Dies zeigt sich deutlich im europäischen EECC sowie im deutschen TKG, in denen das Prinzip der Technologieneutralität fest verankert ist.[27] Dies soll sicherstellen, dass regulatorische Vorgaben keine spezifische Netztechnologie bevorzugen und damit Innovationsfreiheit und Investitionsflexibilität gewährleisten. Sie steht jedoch zunehmend im Widerspruch zur politisch-strategischen Ausrichtung auf reine Glasfasernetze im Rahmen der Gigabitstrategie und aktueller Förderprogramme. Für HFC-Netzbetreiber entsteht daraus eine regulatorische Ambivalenz: Während das Gesetz die Gleichwertigkeit verschiedener gigabitfähiger Technologien erklärt, setzt die politische Steuerung de facto klare Präferenzen zugunsten von FTTB/H und damit zulasten hybrider HFC-Netzinfrastrukturen. Ebenso werden aufgrund der Technologieneutralität ländliche Bereiche ohne Glasfasernetze von dem Graue-Flecken-Programm ausgeschlossen, wenn dort HFC-Netze vorhanden sind. Empirische Untersuchungen bestätigen diesen Effekt unabhängig von reinen Fördergebieten: Für den Zeitraum von 2011 bis 2017 zeigt sich, dass die Existenz von HFC-Netzen die Investitionen in Glasfaserinfrastrukturen in den jeweiligen Ausbaugebieten deutlich dämpft.[28]

[27] Europäische Union (2018), Bundesrepublik Deutschland (2021).
[28] WIK (2019).

2.4 Ergebnisse der Endkundenbefragung

Im Zeitraum vom 20.10.2025 bis zum 28.10.2025 wurden im Rahmen einer Online-Umfrage 1.000 Endkunden zu ihrem Internetzugang befragt. Durch eine geeignete Gewichtung der Stichprobe wurde sichergestellt, dass die Analyseergebnisse für die Grundgesamtheit repräsentativ sind.

Die Verteilung der in der Befragung erhobenen Anschlusstechnologien entspricht der Struktur des Gesamtmarktes. Zum Zeitpunkt der Befragung nutzten 60% der Teilnehmer einen DSL-Anschluss, 22% waren über HFC angebunden und 16% verfügten bereits über einen Glasfaseranschluss. Anschlüsse über Satelliten bzw. Richtfunk sowie LTE/5G-Festnetzersatz spielten mit jeweils 1% nur eine marginale Rolle. Eine nähere Betrachtung der vor dem Glasfaserwechsel genutzten Technologien zeigt, dass DSL weiterhin die wichtigste Wechselgruppe darstellt. 65% der heutigen Glasfaserkunden nutzten zuvor einen DSL-Anschluss, während 19% aus dem HFC-Segment auf Glasfaser wechselten.

Auch die Altersstruktur der Befragten verdeutlicht klare Unterschiede in der Nutzung und Präferenz der Anschlusstechnologien. Jüngere Nutzer zwischen 18 und 39 Jahren zeigen ein besonders starkes Interesse an Glasfaser, die in dieser Gruppe mit 34% am häufigsten genutzt wird. DSL (23%) und HFC (20%) haben hier eine geringere Bedeutung. In der Altersgruppe der 40- bis 59-Jährigen liegen die drei Technologien dagegen nah beieinander. HFC erreicht 56%, Glasfaser 51% und DSL 46%. Bei den Befragten ab 60 Jahren dominiert DSL weiterhin deutlich mit einem Anteil von 31%. Glasfaser wird in dieser Altersgruppe nur von 16% genutzt, während HFC mit 24% eine mittlere Rolle einnimmt.

Darüber hinaus zeigt die Analyse der Eigentumsverhältnisse Unterschiede in der Nutzung der Anschlusstechnologien. Unter Eigentümern ist Glasfaser mit 49% am stärksten verbreitet. DSL folgt mit 45%, HFC mit 35%. Bei Mietern ergibt sich ein gegensätzliches Bild. Hier dominiert HFC mit 65%, während DSL mit 55% und Glasfaser mit 51% dahinter liegen.

Die Betrachtung der gebuchten Bandbreiten macht weitere Trends sichtbar. Ein Viertel der Befragten (27%) kennt die eigene gebuchte Bandbreite nicht. Unter den bekannten Bandbreiten dominieren Geschwindigkeiten zwischen 100–249 Mbit/s (22%), gefolgt von 50–99 Mbit/s (19%).

Hohe Bandbreiten ab 500 Mbit/s bis über 1 Gbit/s werden von 10% der Befragten genutzt und bleiben damit die Ausnahme. Die Segmentierung nach Technologien zeigt einen deutlichen

Zusammenhang zwischen Anschlussart und gebuchter Bandbreite. Bis 249 Mbit/s buchen 59% der DSL-Nutzer, 41% der HFC-Nutzer und nur 25% der Glasfasernutzer. Bandbreiten ab 250 Mbit/s buchten 12% der DSL-Nutzer, 30% der HFC-Nutzer und 52% der Glasfasernutzer. 8% buchen Bandbreiten über 1 Gbit/s. Es ist eine deutliche Verschiebung der gebuchten Bandbreite nach Technologie zu erkennen.

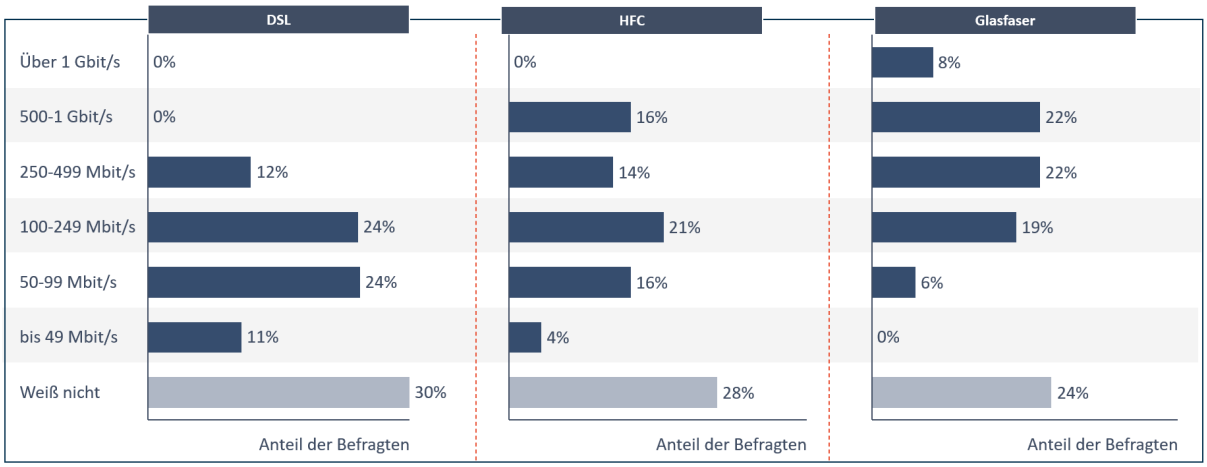

Abbildung 6: Übersicht der gebuchten Bandbreiten (Download) nach Technologie
Quelle: Endkundenbefragung; Böcker Ziemen 2025; (n=977); Frage: Über welche Bandbreite verfügt Ihr Internet-Zugang (Download)?

Trotz der technologischen Unterschiede konzentriert sich die tatsächliche Nutzung der Anschlüsse überwiegend auf weniger datenintensive Anwendungen. E-Mails und digitale Kommunikation (91%) sowie allgemeines Surfen im Internet (89%) werden mit Abstand am häufigsten genutzt. Online-Shopping (86%) und Online-Banking (81%) folgen auf den weiteren Plätzen. Datenintensive Anwendungen werden ebenfalls genutzt, jedoch von deutlich weniger Befragten. 67% streamen Filme oder Fernsehen über ihren Internetanschluss, während 46% ihren Anschluss für Arbeit oder Lernen von zu Hause verwenden. Insgesamt zeigt sich damit, dass Anwendungen mit hohem Bandbreitenbedarf seltener genannt werden und der unmittelbare Bedarf nach sehr hohen Bandbreiten aus Kundensicht derzeit begrenzt erscheint.

In den drei zentralen Bewertungskategorien Geschwindigkeit, Stabilität und Bandbreite schneidet Glasfaser deutlich besser ab als kupferbasierte Alternativen. 48% der Glasfasernutzer sind mit der Geschwindigkeit ihres Anschlusses sehr zufrieden, bei HFC sind es 29% und bei DSL 25%. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Internetstabilität: 45% der Glasfasernutzer sind sehr zufrieden, während dies bei HFC 32% und bei DSL 29% angeben. Bei der Einhaltung der zugesagten Bandbreite liegt Glasfaser ebenfalls vorn. 42% der Glasfasernutzer sind sehr

zufrieden; HFC erreicht 27%, DSL 26%. Damit wird deutlich, dass Glasfaser in allen relevanten Qualitätsbereichen die besten Bewertungen erzielt, während die kupferbasierten Alternativen in den Einschätzungen der Nutzer auf einem vergleichbaren Niveau liegen. Dies ist insofern auffällig, als dass DSL keine gigabitfähige Technologie ist.

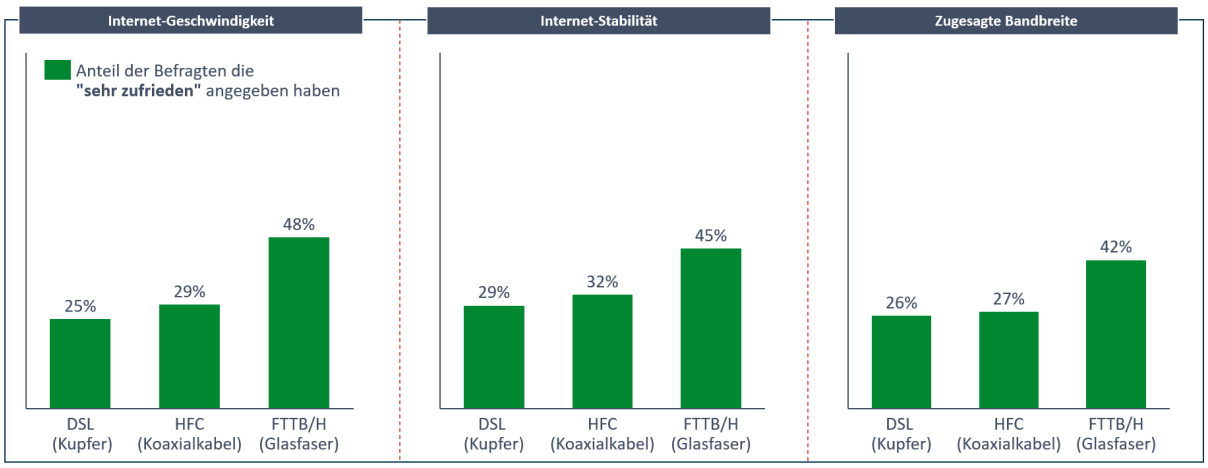

Abbildung 7: Zufriedenheit mit dem gebuchten Internetanschluss
Quelle: Endkundenbefragung; Böcker Ziemen 2025; (n=1.000); Wie zufrieden sind sie mit Ihrem aktuellen Internet-Zugang in Bezug auf die Internetstabilität, Geschwindigkeit und Einhaltung der zugesagten Bandbreite?

Diese Unterschiede spiegeln sich auch im Net Promoter Score (NPS) wider, der die Weiterempfehlungswahrscheinlichkeit eines Anschlusses misst. Glasfaser erreicht einen NPS von 28 und wird damit klar weiterempfohlen. HFC und DSL erzielen negative Werte. HFC liegt bei -13, DSL bei -22. Der Abstand zwischen HFC und DSL ist gering, während beide Technologien deutlich hinter Glasfaser zurückbleiben.

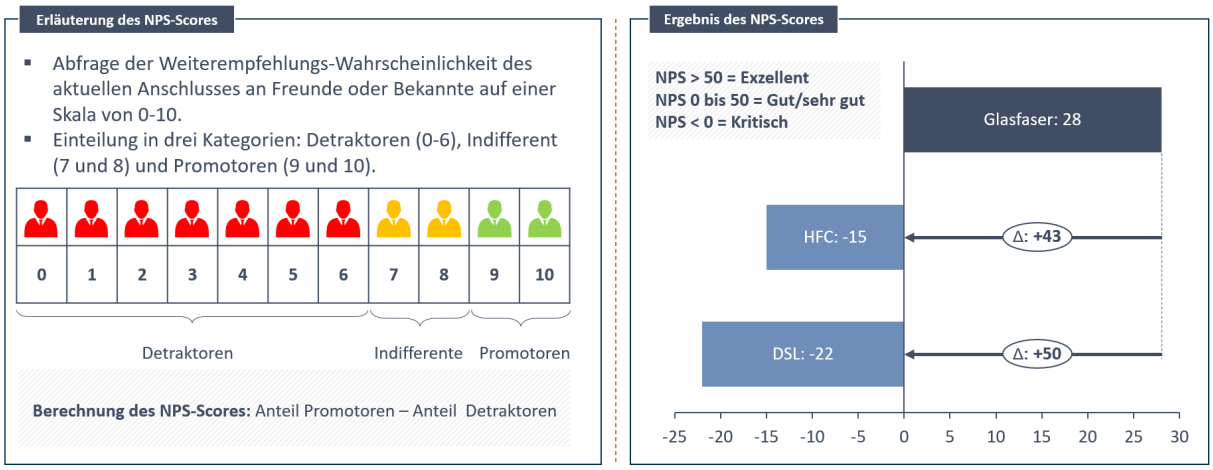

Abbildung 8: Ergebnis des NPS-Scores
Quelle: Reichheld, F. (2003). Harvard Business Review; Befragung von Endkunden (n=1.000). Frage: „Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie Ihren Internet-Zugang über Glasfaser/Kabel Freunden oder Bekannten weiterempfehlen würden?". Antwortmöglichkeiten: 0 = sehr unwahrscheinlich, 10 = sehr wahrscheinlich.

Eine detailliertere Betrachtung der Glasfasernutzer zeigt, dass der Wechsel zur neuen Technologie überwiegend positiv bewertet wird. Vier von fünf Nutzern halten ihre Entscheidung für richtig, und 60% berichten, dass ihnen der Technologiewechsel einen spürbaren Mehrwert gebracht hat. Auch die NPS-Werte früherer HFC- und DSL-Nutzer bestätigen diese Einschätzung:

- ehemalige HFC-Nutzer: NPS 28
- ehemalige DSL-Nutzer: NPS 31

Die Zufriedenheit steigt somit unabhängig von der zuvor genutzten Technologie, und Wechsler würden ihren Anschluss weiterempfehlen. Gleichzeitig benennen Glasfasernutzer konkrete Verbesserungen, die sich bereits in den Zufriedenheitswerten abzeichnen:

- 76% berichten von einer höheren Internetgeschwindigkeit,
- 66% von einer besseren Stabilität,
- 47% von einer höheren Servicequalität,
- 45% von einem verbesserten Preis-Leistungsverhältnis, während 33% dieses als unverändert einschätzen.

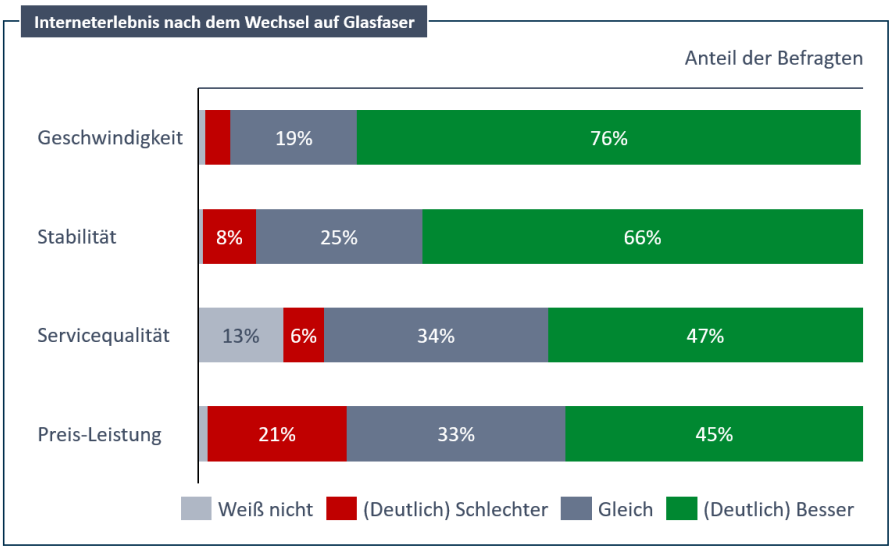

Abbildung 9: Interneterlebnis nach dem Wechsel auf Glasfaser
Quelle: Endkundenbefragung; Böcker Ziemen 2025; (n=264); Frage: Wie hat sich Ihr Interneterlebnis seit dem Wechsel auf Glasfaser geändert? In Bezug auf Geschwindigkeit, Stabilität der Verbindung, Servicequalität, Preis-Leistungs-Verhältnis.

Trotz der erkannten Vorteile bleibt die Wechselbereitschaft unter DSL- und HFC-Nutzern begrenzt. Zwar stimmen 60% der Aussage zu, dass Glasfaser schneller ist als ihr aktueller Anschluss, und 40% halten Glasfaser für die stabilere Technologie, doch fällt eine hohe Unsicherheit auf: 33% bzw. 47% antworten mit „weiß nicht“. Diese Unsicherheit prägt auch die Wechselbereitschaft. 44% möchten ihren bisherigen Anschluss beibehalten, 31% wären zu einem Wechsel bereit und 25% sind unentschlossen.

Die wahrgenommenen Barrieren für einen Wechsel betreffen vor allem Aufwand und Kosten.

- 33% empfinden die monatliche Gebühr als zu hoch, 32% hingegen nicht.
- 31% halten die Installation für zu teuer, 36% sehen dies anders.
- 24% bewerten den Installationsaufwand als zu hoch, während 45% ihn als akzeptabel ansehen.
- 16% sind unsicher, ob der Wechsel reibungslos verläuft und der Anschluss anschließend zuverlässig funktioniert.

Auch hier zeigt sich erneut ein hoher Anteil an Unsicherheiten, was darauf hindeutet, dass fehlende Informationen und unklare Erwartungen eine zentrale Rolle spielen.

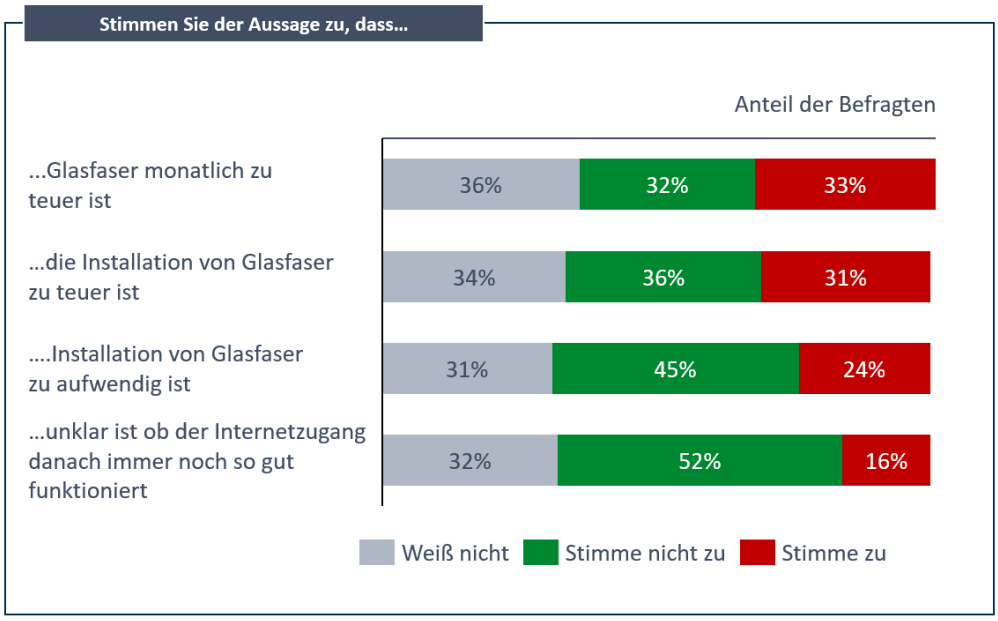

Abbildung 10: Barrieren aus Sicht von DSL & HFC-Nutzern
Quelle: Endkundenbefragung; Böcker Ziemen 2025; (n=711); Frage: Stimmen Sie folgenden Aussagen zu?

In der Gesamtschau wird deutlich, dass Glasfaser objektiv wie subjektiv die am besten bewertete Technologie ist und Nutzern nach dem Wechsel spürbare Vorteile bietet. Gleichzeitig hemmen Unsicherheit über den Wechselprozess und unklare Vorstellungen zu Aufwand und Kosten die Akzeptanz. Glasfaseranbieter können hier gezielt ansetzen, indem sie den Ablauf des Wechsels transparent kommunizieren und klarstellen, dass der bestehende Anschluss erst nach Aktivierung des neuen Glasfaseranschlusses deaktiviert wird. Eine solche Kommunikation kann bestehende Unsicherheiten reduzieren und die Bereitschaft zum Technologiewechsel erhöhen. Ebenfalls auffallend ist, dass die Internetstabilität als wichtiges Kriterium, bei der Auswahl der Zugangstechnologie, empfunden wird. Telekommunikationsanbieter stellen in der Kommunikation die Geschwindigkeiten in den Vordergrund. Aufgrund von fehlenden datenintensiven Anwendungen verfängt dieses Argument in der Praxis häufig nicht. Eine Fokussierung auf die Stabilität und somit die Verfügbarkeit von hoch performanter Bandbreite kann ein ausschlaggebendes Argument für den Umstieg sein. Denn, abzuleiten ist ebenfalls, dass Kunden, welche auf Glasfaser umgestiegen sind, die Vorteile von Glasfaser erkennen, wertschätzen und nicht wieder zurückwechseln möchten. Die Attraktivität von Glasfaser, welche von den Endkunden unabhängig von der bisher genutzten Technologie als gleich bewertet wird, muss mit klaren Botschaften untermauert und die Endkunden zu einem Wechsel überzeugt werden.

3. Technologisch-ökonomischer Vergleich

Internet mit Gigabitgeschwindigkeiten wird heute in Deutschland über zwei unterschiedlich konzipierte Zugangstechnologien angeboten: Glasfaserbasierte Passive Optical Networks (PON) und hybride Glasfaser-Koaxialnetze, die auf dem DOCSIS-Standard betrieben werden. Während PON-Netze eine vollständig optische Übertragungsstrecke bis in Gebäude oder Wohnungen bereitstellen und damit eine Ende-zu-Ende-Glasfaserinfrastruktur realisieren, kombinieren HFC-Netze Glasfaser im Verteilnetz mit kupferbasierten Koaxialkabeln in der letzten Meile. Diese strukturelle Differenz bildet die Grundlage für deutliche Unterschiede in Leistungsfähigkeit, Stabilität, Latenzverhalten und langfristiger Skalierbarkeit und ist für die strategische Ausrichtung von Netzbetreibern und Investoren von zentraler Bedeutung.

PON-Netze sind als passiv verzweigte Punkt-zu-Multipunkt-Architektur aufgebaut. Zwischen der zentralen Optical Line Termination (OLT) und den Optical Network Terminals (ONT) beim Endkunden befinden sich ausschließlich passive optische Splitter. Diese Splitter strukturieren das Netz durch definierte Verhältnisse, wobei die Übertragungsqualität aufgrund der vollständig optischen Leitungsführung weitgehend unabhängig von Entfernungen, elektro-magnetischen Einflüssen oder Alterungsprozessen bleibt. Der heute im Ausbau dominante Standard ist XGS-PON, welcher symmetrische Übertragungsraten von 10 Gbit/s sowohl im Downstream als auch im Upstream bereitstellt. Parallel dazu existieren Weiterentwicklungen, wie 25G-PON oder 50G-PON, die perspektivisch nochmals erhebliche Kapazitätssteigerungen ermöglichen und ohne strukturelle Eingriffe in die passive Infrastruktur eingeführt werden können.

Demgegenüber basieren HFC-Netze auf einer aktiven, verstärkerabhängigen Multistage-Architektur. Zwischen Fiber Node und Endkunden verlaufen Koaxialkabel, die mittels mehrerer Verstärkerketten und Abzweiger betrieben werden. Diese Komponenten beeinflussen die Signalqualität und erfordern regelmäßige Wartung sowie kontinuierliche Optimierung.

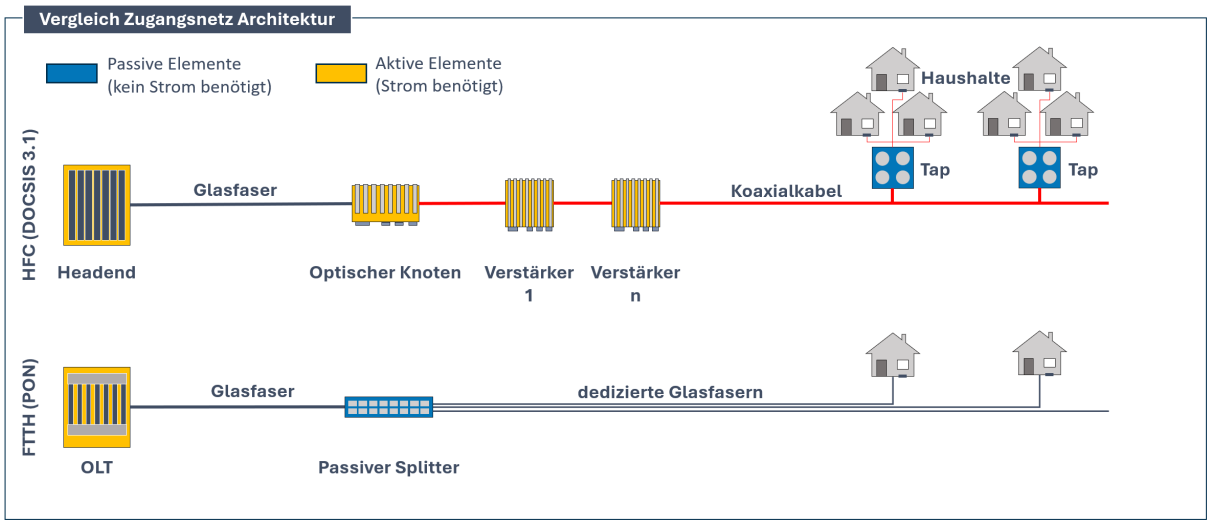

Abbildung 11: Typische Architekturen von HFC- und Glasfasernetzen
Quelle: Darstellung Böcker Ziemen.

Der in Deutschland vorherrschende technische Standard DOCSIS 3.1 (unterstützt bis 1,2 GHz) und nutzt OFDM-basierte Übertragungstechniken im vorhandenen 862 MHz Spektrum. Darüber hinaus gehende Frequenzen (bis 1,2 GHz) werden partiell oder testweise bereitgestellt, wodurch theoretisch Downstreamkapazitäten von bis zu 10 Gbit/s und Upstreamkapazitäten von rund 1–2 Gbit/s pro Node möglich sind. Die praktische Leistungsfähigkeit weicht jedoch häufig deutlich von den theoretischen Werten ab, da die nutzbare Kapazität stark von der Segmentgröße (Anzahl Kunden pro Node), der Netzauslastung, der Spektrumoptimierung, dem Reifegrad der Distributed Access Architecture (DAA)[29] sowie von der Aktualität der aktiven Koaxialkomponenten und weiteren Faktoren abhängt.[30]

Die Unterschiede der beiden Technologien spiegeln sich auch im Latenzverhalten wider. HFC-Infrastrukturen weisen aufgrund der aktiven Verstärkerketten, der segmentbedingten Lastverteilung und der komplexen MAC-Layer-Prozesse[31] typischerweise höhere Latenzen auf, die meist im Bereich von 10 bis 20 Millisekunden liegen und unter Auslastung oder bei Rückkanalstörungen deutlich schwanken können. PON-Systeme bieten hingegen durchgehend niedrige und stabile Latenzen zwischen 1 und 5 Millisekunden, da die Übertragung vollständig optisch

[29] Weiterentwicklung für HFC-Netzwerke, bei der Funktionen aus der zentralen Kabelkopfstelle näher an den Kunden verlagert werden, um die Bandbreite zu erhöhen und das Netzwerk zu modernisieren.

[30] vgl. übereinstimmende Aussagen aus mehreren Experteninterviews, durchgeführt im Rahmen dieser Untersuchung.

[31] MAC-Layer-Prozesse in HFC-Netzen sind entscheidend für die effiziente Verwaltung des geteilten Mediums, indem sie Mechanismen wie Zuweisung von Bandbreite, Sendezeitmanagement und Traffic-Shaping durch führen, um Kollisionen zu vermeiden und eine garantierte Servicequalität zu gewährleisten.

und nahezu störungsfrei erfolgt.

Auch hinsichtlich Stabilität und Störeinflüssen weisen die Technologien deutliche Unterschiede auf. HFC-Netze sind aufgrund ihrer aktiven Struktur störanfälliger. Koaxialkabel und Abzweiger unterliegen Alterungsprozessen, die zu häufigen Austauschzyklen führen. Zudem können externe Einstrahlungen, beispielsweise sogenanntes Ingress Noise im Rückkanal, ganze Netzsegmente beeinträchtigen. Ingress ist das unerwünschte Eindringen externer Störsignale in ein Koaxial- oder Funknetz. Solche Fremdsignale, etwa durch Haushaltsgeräte oder Funkdienste, gelangen bei schlecht geschirmten oder defekten Hausinstallationen (Kabel, Stecker, Dosen/Verstärker) ins Koaxialnetz und verursachen Rauschen und Störungen, besonders im Upstream. Dadurch kann die Datenübertragung vieler Kunden beeinträchtigt werden. Ingress zählt zu den Hauptlimitierungsfaktoren für hohe Upload-Geschwindigkeiten in HFC-Netzen, während Glasfaser dagegen praktisch immun ist. Diese Störungen wirken sich auf die Modulationsfähigkeit aus und führen zu Bandbreiteneinbußen, Paketverlusten oder temporären Dienstunterbrechungen. Die Segmentauslastung stellt einen weiteren kritischen Faktor dar, da Kapazitäten auf dem geteilten Medium bei steigender Kundennachfrage nicht linear skalieren und proaktive Segmentierungen hohe Investitions- und Betriebskosten verursachen. PON-Netze weisen demgegenüber durch ihre rein passive und optische Struktur eine außerordentlich hohe Stabilität auf. Externe elektromagnetische Einflüsse spielen in der Praxis keine Rolle; relevante Störeinflüsse beschränken sich typischerweise auf physische Schäden wie Faserbrüche. Die Leistungsparameter bleiben bei unverändertem Netzdesign langfristig stabil und planbar. Aufgrund ihrer hohen Betriebssicherheit und der geringen Störanfälligkeit stellt die Glasfasertechnologie die geeignetste Übertragungsform für besonders ausfallsensitive Anwendungen und systemrelevante Infrastrukturen dar.[30]

In Bezug auf Skalierbarkeit zeigt sich schließlich ein grundsätzlicher technologischer Zielkonflikt. HFC-Netze können durch Node-Splits[32] und Spektrumserweiterungen[33] modernisiert werden, stoßen jedoch sowohl technisch als auch ökonomisch an Grenzen. Jede Skalierung erfordert Eingriffe in die aktive Koaxialinfrastruktur, oftmals begleitet von steigenden Betriebskosten und einer zunehmenden Komplexität in der Netzführung. PON-Netze lassen sich

[32] Aufteilung eines HFC-Netzknotens in kleinere Segmente, damit sich weniger Haushalte die verfügbare Bandbreite teilen.

[33] Vergrößerung des nutzbaren Frequenzbereichs, zur Erhöhung der Datenrate.

hingegen effizient skalieren, da Leistungssteigerungen primär durch Upgrades der OLT/ONT-Komponenten oder durch einfache Anpassungen der Splitterverhältnisse erfolgen. Die passive Glasfaserinfrastruktur bleibt unverändert nutzbar und bietet langfristig nahezu unbegrenztes Wachstumspotenzial. Damit gilt PON aus technologischer Sicht als strukturell zukunftssicher, während HFC vor allem für Bestandsnetze weiterhin ökonomisch attraktiv ist, mittel- bis langfristig jedoch an Wettbewerbsfähigkeit verliert.

Insgesamt zeigen die beiden Technologien ein kontrastreiches Profil: HFC bietet bereits heute eine hohe Bestandsabdeckung mit gigabitfähigen Anschlüssen, ist jedoch störanfälliger, weniger skalierbar und zunehmend limitiert in Upload, Latenz und Stabilität. PON-Systeme stellen in nahezu allen technischen Dimensionen, sowie für alle befragten Experten, die überlegene Infrastruktur dar und bilden daher die langfristige Grundlage einer hochperformanten digitalen Festnetzinfrastruktur.

3.1 Untersuchung der Netzleistungsfähigkeit

Der durchschnittliche Datenverbrauch pro Breitbandanschluss in Deutschland ist von 2023 auf 2024 um ca. 10% gestiegen (von 293 GB pro Breitbandanschluss/Monat auf 322 GB).

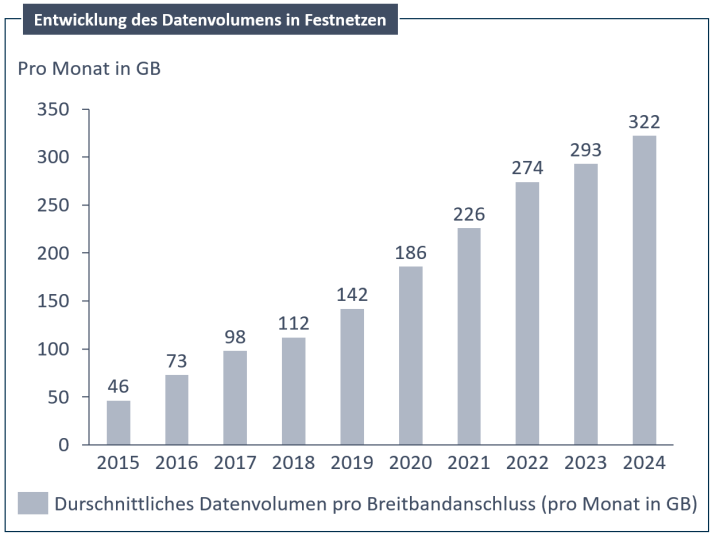

Abbildung 12: Entwicklung des Datenvolumens in Festnetzen
Quelle: Bundesnetzagentur (2025), Tätigkeitsbericht.

Aus einer selektiven Betrachtung der verfügbaren Daten wird deutlich, dass insbesondere Anschlüsse mit höherer Bandbreite ein signifikant intensiveres Nutzungsverhalten aufweisen. So zeigt sich etwa, dass Kunden mit Kabelanschluss im Durchschnitt ca. 50% mehr Daten

verbrauchen als Nutzer klassischer DSL-Anschlüsse.[34] Diese Beobachtung unterstreicht, dass die verfügbare technische Kapazität eines Anschlusses maßgeblich bestimmt, in welchem Umfang datenintensive Anwendungen genutzt werden. Vor diesem Hintergrund ist zu beobachten, dass sich der Nachfragezuwachs nicht nur auf höhere Downstream-Kapazitäten beschränkt. Vielmehr verändern neue digitale Geschäfts- und Nutzungsmuster zunehmend die Anforderungen an Upload-Leistung, Latenz und Netzwerkstabilität. Während klassische Streaming-Dienste überwiegend Download lastig sind, treiben moderne Anwendungen ein deutlich symmetrischeres Lastprofil. Home-Office-Nutzung, Videokonferenzen in hoher Auflösung, kollaborative Cloud-Anwendungen sowie kontinuierliche Datenflüsse aus Sicherheits- oder IoT-Systemen führen zu steigenden Upload-Anforderungen, die mit den tradierten asymmetrischen Anschlusstechnologien nur begrenzt skaliert werden können. In der Praxis ist das deutsche HFC-Netz so zum ersten Mal während der Corona Pandemie an seine Grenzen gekommen. Das auf Download ausgerichtete Netz hatte Probleme, den durch Videokonferenzen hohen Upload-Datenverkehr über das geteilte Medium zuverlässig zu transportieren. Infolgedessen musste eine dichtere Segmentierung ausgebaut werden, um die Übergangspunkte zwischen Glasfaser und HFC näher an die Haushalte zu bringen.

Neben der verstärkten Home-Office-Nutzung entwickelt sich die Nachfrage nach datenintensiven Echtzeitdiensten wie Cloud-Gaming oder interaktiven Streaming-Formaten, bei denen neben höherer symmetrischer Bandbreite insbesondere niedrige Latenz und minimale Schwankungen erforderlich sind. Zukünftige augmented-, virtual- und mixed-reality-Anwendungen verstärken diesen Trend nochmals, da ihre Leistungsfähigkeit direkt an die Qualität der Netzverbindung gekoppelt ist und daher hohe Uploadgeschwindigkeiten zu geringen Latenzen benötigen.

Parallel zu diesen funktionalen Anforderungen verschiebt sich auch die Gewichtung der Nutzerpräferenzen: Für einen wachsenden Anteil der Kunden ist heute nicht mehr die maximale Downloadgeschwindigkeit, sondern die Stabilität der Verbindung das zentrale Qualitätsmerkmal. Die verfügbaren Bandbreiten reichen für typische Anwendungen – etwa Videostreaming, Cloud-Nutzung oder klassische Büroarbeit – in den meisten Haushalten längst aus. Entscheidend wird zunehmend, ob die Verbindung unterbrechungsfrei und verlässlich funktioniert.

[34] Vodafone (2025b).

Schon kurze Aussetzer in Videokonferenzen oder Unterbrechungen beim Online-Gaming führen zu erheblichem Frust und senken die wahrgenommene Dienstgüte deutlich stärker als eine moderate Reduzierung der nominalen Übertragungsrate.

Insgesamt sind Verschiebungen in den Konsumentenerwartungen absehbar: Privatkunden legen zunehmend weniger Wert auf maximale Downloadgeschwindigkeiten, da die heute verfügbaren Bandbreiten für typische Anwendungen meist ausreichen. Stattdessen rücken Stabilität, Latenzkonstanz und eine verlässliche, bestenfalls symmetrische Leistungsbereitstellung in den Vordergrund. Remote-Arbeit, hochauflösende Video-Kommunikation, Cloud-Anwendungen sowie interaktive und immersive digitale Dienste erzeugen ein Nutzungsmuster, das kontinuierlich sowohl höhere Upload-Kapazitäten als auch störungsfreie Verbindungen erfordert. Für Netzbetreiber bedeutet dies, dass Infrastrukturentscheidungen nicht mehr allein über die nominale Geschwindigkeit differenziert werden können. Vielmehr gewinnen architekturbedingte Qualitätsmerkmale, wie geringe Ausfallwahrscheinlichkeiten, konsistente, geringe Latenzen und robuste Kapazitäten im Upload, strategisch an Bedeutung. Während HFC-Upgrades kurzfristig zur Abdeckung steigender Nachfrage beitragen können, bildet der glasfaserbasierte Ausbau mittelfristig und langfristig die stabilste Grundlage, um die wachsenden Anforderungen an Zuverlässigkeit und symmetrische Leistungsfähigkeit nachhaltig zu erfüllen.

Kriterien	HFC	Glasfaser
Architektur	Aktive, verstärkerabhängige Multistage-Architektur mit Koaxialkabeln, Verstärkern und Abzweigern.	Volloptische Punkt-zu-Multipunkt-Struktur mit passiven Splittern, keine aktiven Elemente zwischen OLT und ONT.
Bandbreite / Kapazität	DOCSIS 3.1 im Ausbau, theoretisch bis 10 Gbit/s Down- und 1–2 Gbit/s Upstream pro Node, stark abhängig von Segmentgröße, Auslastung und DAA-Reifegrad.	Heute XGS-PON mit symmetrischen 10 Gbit/s, perspektivisch 25G-/50G-PON ohne Eingriff in die passive Infrastruktur.
Latenz	Ca. 10–20 ms mit stärkeren Schwankungen unter Last und bei Rückkanalstörungen.	Ca. 1–5 ms, niedrig und stabil dank vollständig optischer Übertragung.
Stabilität / Störungen	Störanfällig durch Alterung der Netze und Komponenten, Ingress-Noise im Rückkanal, sinkende Modulationsgrade und potenzielle Bandbreitenverluste.	Hohe Stabilität, unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Einflüssen, Störungen meist durch physische Schäden (z. B. Faserbruch).
Skalierbarkeit	Skalierung über Node-Splits und Spektrumserweiterungen; Upgrades erfordern Eingriffe in die aktive Koax-Infrastruktur und erhöht Komplexität.	Effiziente Skalierung über OLT/ONT-Upgrades und Anpassung der Splitterverhältnisse; passive Faser bleibt langfristig nutzbar.

Abbildung 13: Zusammenfassung der Netzleistungsfähigkeit
Quelle: Böcker Ziemen

3.2 Analyse von Betriebskosten (OPEX) und Investitionsbedarf (CAPEX)

Der Vergleich der Betriebs- und Investitionskosten von Glasfaser- und HFC-Netzen erfordert eine differenzierte Betrachtung ihrer jeweiligen technologischen Grundlagen und Netzarchitekturen. Beide Infrastrukturtypen weisen strukturell bedingte Stärken und Schwächen auf, die sich unmittelbar auf Energieverbrauch, Wartungsaufwand, Netzbetrieb und langfristige Wirtschaftlichkeit auswirken. Eine systematische Analyse dieser Kosten- und Effizienzfaktoren ist daher zentral, um die ökonomische Tragfähigkeit und Zukunftssicherheit beider Technologien belastbar bewerten zu können.
Aus operativer Sicht weist das HFC-Netz einen signifikant höheren Energieverbrauch auf, da ein großer Teil des Netzes auf aktiven, im Feld verbauten Komponenten basiert.

Verstärker in den Straßenzügen benötigen typischerweise 5-15 W pro Gerät, Fiber Nodes 50-100W. Darüber hinaus benötigen die in zentralen Netzknoten (Headend) betriebenen Kabelmodem-Steuerungssysteme (CMTS: Cable Modem Termination System) pro

Versorgungsbereich mehrere Kilowatt Strom. Wie eine Analyse des österreichischen Markts zeigt, führt dies in Summe zu einem Stromverbrauch je Kunde von insgesamt 263,3 Wh/Mbps pro Nutzer.[35] Im Gegensatz dazu kommt ein passives PON-Netz im Feld vollständig ohne Stromversorgung aus. Splitter benötigen keine Energie, und nur das OLT im Hauptverteiler verursacht Verbrauch, typischerweise zwischen 50 und 200 W für 64 bis 128 Teilnehmer. Der resultierende Stromverbrauch je Kunde beträgt bei FTTH-Point-to-Multipoint je Kunde 25,6 Wh/Mbps in Österreich, was über alle Glasfaserverbindungen einer etwa sechsmal höheren Energieeffizienz gegenüber HFC entspricht.[35] Aufgrund der hohen Übertragungskapazität von Glasfasernetzen können diese bei gleicher elektrischer Leistungsaufnahme ein bis zu siebenfach höheres Datenvolumen transportieren.[36] Weitere Studien gehen davon aus, dass der Stromverbrauch bei HFC etwa 2-3 mal höher ist (FTTH: 2,3 Watt/Haushalt; HFC: 6,4 Watt/Haushalt; Werte beziehen sich auf das Ende-zu-Ende Netz).[37] Da Stromkosten einen wesentlichen Teil der OPEX ausmachen, wirkt sich diese Effizienz unmittelbar positiv auf die laufenden Betriebskosten und ökologischen Eigenschaften von FTTB/H-Netzen aus.

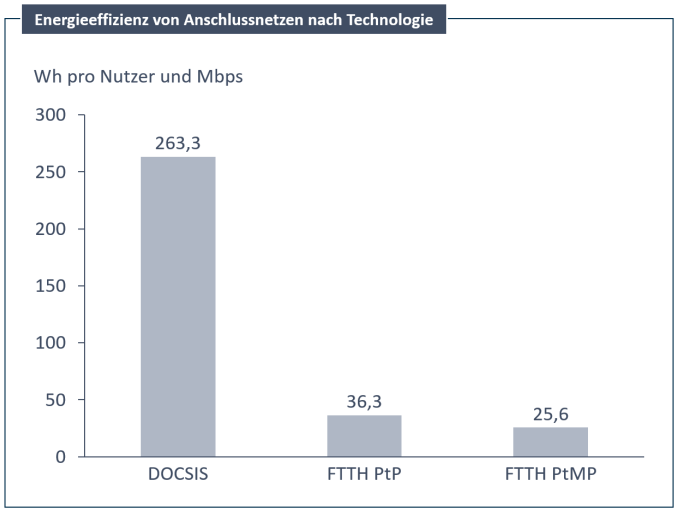

Abbildung 14: Energieeffizienz von Anschlussnetzen nach Technologie in Österreich
Quelle: Böcker Ziemen nach WIK-Consult GmbH (2024).

Auch im Bereich Wartung und Service unterscheiden sich beide Netze deutlich. Das HFC-Netz enthält eine Vielzahl passiver und aktiver Komponenten in der Fläche, die altern, Witterungseinflüssen unterliegen und in regelmäßigen Zyklen – häufig alle 10 bis 15 Jahre – ausgetauscht

[35] WIK-Consult GmbH (2024).
[36] Prysmian Group (2017).
[37] EY (2025).

werden müssen. Tausende TAP-Replacements [38] pro Jahr sind typisch. Zusätzlich erfordern die im Feld verteilten Verstärker kontinuierliche Wartung. PON-Netze hingegen sind aufgrund ihres passiven Feldaufbaus nahezu wartungsfrei, sodass die Wartungs- und Reparatur-Kosten signifikant geringer ausfallen.[39]

Dieser Unterschied spiegelt sich auch im Monitoring- und Netzmanagement wider. HFC-Netze sind aufgrund ihrer Architektur wesentlich komplexer zu überwachen. Ingress-Analysen, Pegelüberwachung, Rauschmessungen und die kontinuierliche Betreuung der CMTS erzeugen einen hohen Bedarf an Netzwerktechnik-Ressourcen in den Network-Operations-Centern. PON-Netze benötigen dagegen lediglich die Überwachung der OLT-Komponenten sowie automatisierte Fehlerlokalisierung, etwa mittels OTDR-Messungen[40], wodurch der Monitoringaufwand deutlich geringer ist.

Die Komplexität des HFC-Netzes zeigt sich insbesondere bei Störungen. Durch die Nutzung eines geteilten Mediums und die niedrigen Frequenzbereiche des Upstreams ist das Netz äußerst anfällig für Ingress. Dabei dringen externe Störsignale, etwa durch schlecht geschirmte Hausinstallationen, defekte F-Stecker, UKW- und CB-Funk, Mobilfunk, Powerline-Adapter oder Industrieanlagen, in das Koaxialnetz ein und überlagern das Nutzsignal. Die Folgen reichen von erhöhten Fehlerraten und Modulationsrückfällen (z.B. von 64QAM auf 16QAM), über steigende Sendeleistungen der Modems bis hin zu T3/T4-Timeouts und vollständigen Verbindungsabbrüchen. Besonders problematisch ist die kollektive Dimension: Ein einziger fehlerhafter Kundenanschluss kann den gesamten Rückweg eines Segments beeinträchtigen. Entsprechend sind Ingress-Störungen und Abzweigertausche/TAP-Replacements) eine der häufigsten Fehlerursachen; erst danach folgen Hardwaredefekte bei Verstärkern oder anderen Komponenten. In PON-Netzen treten Störungen hingegen erheblich seltener auf. Die Glasfaser ist unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Einflüssen, Fehler entstehen typischerweise durch Faserbrüche, defekte OLT-Module oder lokale Hardwareausfälle. Diese lassen sich aufgrund klarer optischer Messverfahren schnell lokalisieren und effizient beheben. Experteneinschätzungen zufolge führen die aktiven Elemente und die Nutzung von geteilten

[38] Austausch von Netzabzweigern, in Koaxial-Verteilnetzen, um das Netz für höhere Bandbreiten und neue DOCSIS-Standards aufzurüsten.

[39] vgl. übereinstimmende Aussagen aus mehreren Experteninterviews, durchgeführt im Rahmen dieser Untersuchung.

[40] Ein OTDR ist ein Messgerät, das Glasfaserleitungen prüft, indem es kurze Lichtimpulse in die Faser sendet und das zurückgestreute bzw. reflektierte Licht über die Zeit auswertet.

Übertragungsmedien im HFC-Netz, auf der Netzebene 3 zu 15- bis 20-mal mehr Störungen (pro vergleichbarem Footprint von 100.000 Kunden) als in PON-basierten FTTB/H-Netzen.

Auch bei den Investitionskosten ergibt sich ein differenziertes Bild. Der Ausbau von DOCSIS 3.1 erfordert nur geringe CAPEX-Investitionen, da die bestehende Koaxialinfrastruktur weitergenutzt werden kann und lediglich Segmentierungen sowie der Austausch aktiver Komponenten notwendig sind. Diese Eigenschaft macht HFC kurzfristig zu einer kosteneffizienten Lösung, um steigende Nachfrage zu bedienen. Für DOCSIS 4.0 steigen die Investitionen jedoch deutlich, da zwingend neue Komponentenverbünde, zusätzliche Upgrades und eine höhere Netzverdichtung erforderlich werden. Zudem gehen diese Erweiterungen mit steigenden operativen Kosten einher. Die Vollumsetzung von DOCSIS 4.0 erscheint im deutschen Markt derzeit nicht absehbar, da die Kosten-Nutzen-Relation im Vergleich zum bestehenden DOCSIS 3.1 Standard und insbesondere zu FTTB/H zunehmend ungünstig ausfällt.

Der Ausbau von PON-Netzen ist demgegenüber CAPEX-intensiv, hauptsächlich aufgrund der Tiefbaukosten, Verlegekosten und Montagekosten, welche den dominierenden Anteil der Gesamtkosten ausmachen. Weitere Kosten entstehen durch aufwendige Bauantragsprozesse, Wartezeiten, baubegleitende Overheads. Zusätzlich sind intensive (Vor-) Vermarktungs-aktivitäten notwendig, um viele einzelne Bauarbeiten für die Hausanschlüsse zu vermeiden und eine wirtschaftlich tragfähige Take-up-Rate zu sichern.

Zusätzlich besteht das Risiko der Entwertung bestehender Infrastrukturen, etwa durch Überbau konkurrierender Anbieter oder zu niedriger Kundenakzeptanz in preislich sensiblen Märkten. Trotz dieser hohen Anfangsinvestitionen bietet FTTB/H langfristig eine deutlich günstigere OPEX-Struktur, eine hohe technische Zukunftssicherheit und ein vorteilhaftes Verhältnis von Investition zu Lebensdauer.

Insgesamt zeigt die Analyse, dass HFC kurzfristig durch moderate CAPEX und schnelle Kapazitätsbereitstellung attraktiv bleibt (optimierte Entstörungsprozesse), während FTTB/H durch geringe OPEX, hohe Energieeffizienz, minimale Störanfälligkeit und langfristige Skalierbarkeit klare strukturelle Vorteile besitzt.

3.3 Untersuchung ökologischer Aspekte

Die ökologischen Eigenschaften von Glasfaser- und HFC-Netzen unterscheiden sich aufgrund ihrer technologischen Grundlagen und Materialanforderungen erheblich. Glasfaserbasierte Netze weisen über den gesamten Lebenszyklus hinweg deutliche ökologische Vorteile auf, die sowohl aus ihrer energieeffizienten Betriebsweise als auch aus ihrer material- und ressourcenschonenden Architektur resultieren. Diese Unterschiede sind für strategische Infrastrukturentscheidungen wesentlich, da sie langfristige Umweltauswirkungen, regulatorische Risiken sowie die betriebswirtschaftliche Nachhaltigkeit unmittelbar beeinflussen.

Die Herstellung der zentralen Netzkomponenten erzeugt bereits bedeutende klimaökologische Differenzen: Die Produktion von Glasfaserkabeln verursacht lediglich rund 2,3 bis 3,07 kg CO_2 pro Kilometer, wohingegen die Herstellung von Kupferkabeln – wie sie im HFC- oder DSL-Umfeld genutzt werden – 10,8 bis 15 kg CO_2 pro Kilometer verursacht. Diese rund fünffach höhere Emissionsrate resultiert vor allem aus dem energieintensiven Abbau und der Verarbeitung von Kupfer. Glasfaser weist dagegen eine deutlich längere Lebensdauer sowie eine höhere Übertragungskapazität auf, wodurch sich der ökologische Fußabdruck pro übertragenem Datenvolumen über den Lebenszyklus stark reduziert. [41]

Ein weiterer zentraler Unterschied betrifft den Energiebedarf im Netzbetrieb. FTTB/H-Zugangsnetze benötigen über siebenmal weniger Energie als xDSL-Netze und rund sechsmal weniger Energie als HFC-Netze. Diese Effizienz lässt sich auf die vollständig passive Struktur des optischen Verteilnetzes zurückführen, in dem keine aktiven Komponenten im Feld betrieben werden müssen. PON-Architekturen arbeiten mit passiven Splittern und weisen damit minimalen laufenden Strombedarf auf. HFC-Netze hingegen benötigen eine Vielzahl aktiver Verstärker und Rückwegmodule, die im Tagesbetrieb kontinuierlich Energie verbrauchen und in Summe zu einem signifikant höheren CO_2-Ausstoß führen.[42]

Glasfasernetze leisten darüber hinaus einen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Die schrittweise Stilllegung kupferbasierter Netze schafft Potenziale zur Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe: Jede Tonne recycelten Kupfers verhindert rund 2,8 Tonnen CO_2-Emissionen, die ansonsten beim Abbau und der Verarbeitung von neuem Kupfer entstehen würden.[43]

---

[41] FTTH Council Europe (2024).
[42] WIK-Consult GmbH (2024).
[43] FTTH Council Europe (2024).

Auch in der Errichtung der Netze zeigt sich ein struktureller Vorteil der Glasfasertechnologie. FTTB/H-Architekturen sind aufgrund ihrer geringeren Zahl erforderlicher aktiver Elemente und ihrer klaren Struktur effizienter aufgebaut als DSL- oder HFC-Netze. Moderne Ausbauverfahren – etwa Micro-Trenching, das Einziehen von Mikrorohren sowie die Nutzung bestehender Leerrohre und Trassen – reduzieren Materialaufwand, Eingriffe in die Umgebung und damit die ökologischen Auswirkungen des Ausbaus. Zwar verursacht der Tiefbau beim initialen Glasfaserausbau kurzfristig zusätzliche Emissionen, insbesondere durch Baumaschinen, Transportlogistik und Materialherstellung. Lebenszyklusanalysen zeigen jedoch, dass diese anfänglichen Emissionen im Netzbetrieb schnell überkompensiert werden: Ein früher und konsequenter Ausbau der Glasfaserzugangsnetze senkt die Gesamtemissionen eines Telekommunikationsnetzes bis 2050 deutlich, da die Betriebseffizienz den größten langfristigen Einfluss auf den klimarelevanten Fußabdruck hat.[44]

In der Gesamtbewertung ergibt sich somit ein klares Bild: Glasfasernetze bieten gegenüber HFC-Netzen substanzielle ökologische Vorteile – sowohl durch geringere CO_2-Emissionen in der Produktion, durch drastisch niedrigere Energieverbräuche im Betrieb als auch durch die aktive Unterstützung von Kreislaufwirtschaft und die Minimierung materialbedingter Umweltbelastungen. Als einzige langfristig skalierbare Technologie mit der längsten Lebensdauer ist sie im Nachhaltigkeitsvergleich alternativlos.[45] Für Netzbetreiber und politische Entscheidungsträger ergibt sich daraus eine strategisch relevante Implikation: Der frühzeitige und flächendeckende Ausbau von FTTB/H-Infrastrukturen ist nicht nur eine technologische oder wirtschaftliche Entscheidung, sondern auch ein Hebel zur nachhaltigen Reduzierung von Emissionen in der digitalen Grundversorgung.

[44] WIK-Consult GmbH (2024).
[45] Obermann, K. (2022).

3.4 Langfristige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeit eines Telekommunikationsnetzes (HFC- oder Glasfasernetz) beschreibt, in welchem Maße sich die Investitionen und laufenden Aufwendungen über den Lebenszyklus durch Einnahmen decken oder übertreffen. Sie hängt im Wesentlichen von einem Zusammenspiel mehrerer Einflussfaktoren ab, die sowohl technische als auch markt- und politikbezogene Aspekte umfassen. Für die vorliegende Beschreibung der langfristigen Wirtschaftlichkeit werden folgende Faktoren als zentral betrachtet: Investitionskosten (Capex), Betriebskosten (OPEX), Endkundenpreis und Take-up-Rate, politischer und regulatorischer Rahmen. Im Folgenden wird für Glasfaser als auch HFC-Netze deskriptiv erläutert, wie sich die beschriebenen Faktoren, basierend auf den Einschätzungen der Experten und der vorgenommenen Sekundäranalyse, auf die Wirtschaftlichkeit der Netze auswirken.

CAPEX: HFC profitiert von historisch abgeschriebenen Netzen; zusätzliche CAPEX fallen vor allem für Upgrades (Segmentierung & DAA, DOCSIS 3.1 Upgrades im Zuge von Frequenzoptimierung und Docsis 4.0 Upgrade) an, wobei die befragten Experten nicht davon ausgehen, dass ein Upgrade auf DOCSIS 4.0 in Deutschland umgesetzt wird. Insbesondere bei vollständigen „Next-Generation"-HFC-Modernisierungen, die sämtliche erforderlichen Netzkomponenten insbesondere im Access Netz umfassen, bewegen sich die Gesamtkosten auf einem vergleichbaren Niveau wie bei einem FTTH-Neubau.[46] Beim Bau von Glasfasernetzen entstehen derzeit hingegen hohe Erstinvestitionen für Tiefbau, Kabelmontage und Hausanschlüsse. Mit zunehmendem FTTH-Ausbau und politischem Fokus auf Glasfaser verschiebt sich der Investitionsschwerpunkt zu FTTH, sodass HFC-CAPEX eher als „Verlängerungsinvestition" einer auslaufenden Technologie wirken, während Glasfaser als langfristiges Zielformat aufgebaut wird.

OPEX: HFC weist höhere Betriebskosten durch viele aktive Netzkomponenten, höhere Störanfälligkeit und damit mehr Entstörungen und höheren Energieverbrauch pro Anschluss auf, während Glasfaser mit weitgehend passiven Zugangsnetzen und geringerem Strombedarf niedrigere Kosten pro Anschluss erzielt. Steigende Energiepreise, Alterung der HFC-Infrastruktur und höherer Wartungsbedarf lassen den OPEX von HFC weiterwachsen, während

[46] Broadband Success Partners (2021).

Glasfasernetze von Effizienzgewinnen, Standardisierung und Skaleneffekten profitieren und ihre relative OPEX-Vorteilsposition ausbauen. Schätzungen zufolge belaufen sich die Betriebskosten von HFC-Netzen auf etwa 1.100 US-Dollar pro Meile und Jahr, während für FTTH-Netze lediglich rund 100 US-Dollar pro Meile und Jahr veranschlagt werden.[47]

Take-up-Rate: Heute weisen HFC-Netze in vielen Bestandsgebieten hohe Take-up-Raten auf, da sie historisch oft der erste Anbieter mit hohen Bandbreiten waren und über langjährige Kundenbeziehungen verfügen. Glasfaseranschlüsse zeigen in vielen Gebieten zunächst niedrigere Aktivierungsquoten. Die Experten gehen davon aus, dass diese mit wachsender Bekanntheit, besserer Vermarktung und Migration von Bestandskunden zunehmend aufholen werden. Für die Zukunft wird davon ausgegangen, dass die Take-up-Rate in HFC-Netzen graduell sinkt, wenn FTTH flächiger verfügbar wird und Haushalte bei Vertragsverlängerung oder Umzug auf Glasfaser wechseln. Glasfaser wird entsprechend mittelfristig steigende Aktivierungsquoten erreichen, weil Leistungsversprechen (symmetrische Gigabit-Bandbreiten, geringere Störanfälligkeit, Nachhaltigkeitsargumente) im Markt an Relevanz gewinnen und politisch wie kommunikativ klar, als Zieltechnologie positioniert werden.

Endkundenpreis: Heute profitieren HFC-Netze von etablierten Preisstrukturen und einer breiten Kundenbasis, wodurch sie wettbewerbsfähige Tarife in höheren Bandbreitenklassen anbieten können. Glasfaserangebote starten in vielen Regionen zunächst auf einem höheren Preisniveau, bedingt durch die hohen Investitionskosten der Netzerrichtung. Experten gehen davon aus, dass die Preisdifferenz tendenziell steigen wird. Eine Senkung der Preise für Glasfaser würde potenziell in einem ebenfalls günstigeren HFC-Angebot resultieren. Gleichzeitig bleibt denkbar, dass sich im Premiumsegment differenzierte Preisstrukturen für besonders hohe symmetrische Bandbreiten oder garantierte Service-Levels herausbilden.

Politischer und regulatorischer Rahmen: Europäische und nationale Strategien (EU Digital Decade, deutsche Gigabitstrategie) setzen explizit auf flächendeckende FTTH/FTTB-Versorgung, während HFC zwar als gigabitfähig anerkannt, aber nicht als langfristige Zieltechnologie

[47] Broadband Success Partners (2021).

adressiert wird. Fördermittel und Regulierungsanreize verfolgen das Ziel, Glasfaserinvestitionen und Migration zu unterstützen, wodurch HFC im politischen und regulatorischen Rahmen relativ an Bedeutung verliert und seine Wirtschaftlichkeit zusätzlich unter Druck gerät.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Experten davon ausgehen, dass die Profitabilität von HFC-Netzen innerhalb der nächsten 10-15 Jahre „unter Druck geraten“ wird. Hauptgründe dafür sind vor allem die beschriebenen steigenden Betriebskosten (Entstörungen, Ersatzteile, Strom, Service) und die sinkende Take-up-Rate. Dagegen steht ein modernes Glasfasernetz, welches nach hohen Investitionskosten (CAPEX) geringere Betriebskosten (OPEX) als HFC-Netze aufweisen und sich mit voranschreitendem Ausbau und steigender Take-up-Rate weiter etablieren wird.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Kriterien	**HFC**	**Glasfaser**
CAPEX	Niedrig dank abgeschriebenem Netz; Weiterentwicklungen erfordern hohe Investitionen.	Vergleichsweise hohe Anfangsinvestitionen.
OPEX	Hoch - durch aktive Komponenten und Energiebedarf, steigend mit Alter des Netzes.	Relativ niedrig aufgrund passiven Netzes, Skaleneffekte senken Kosten perspektivisch.
Take-up-Rate	Derzeit bei ca. 31%, tendenziell fallend mit steigender FTTH-Verfügbarkeit.	Anfangs niedrig, steigt erkennbar mit Bekanntheit, Migration, besserer Vermarktung.
Endkundenpreise	Im Markt etabliertes Preisniveau, „wettbewerbsfähig“.	Preis höher, Differenz zu HFC-Preisen wird voraussichtlich steigen.
Regulierung / Politik	Gigabitfähig, aber ohne langfristige Förderung.	Politisch im Fokus, Fördermittel und Strategien unterstützen Ausbau.
Ergebnis	Mittelfristig stabil, langfristig sinkende Profitabilität (hoher OPEX, geringere Nutzung).	Langfristig wirtschaftlicher und zukunftssicher, trotz hoher Anfangsinvestitionen.

Abbildung 15: Zusammenfassung der langfristigen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Quelle: Böcker Ziemen.

4. Deutschland im internationalen Vergleich

Deutschland zählt zwar zu den größten Breitbandmärkten der OECD– gemessen an Anschlüssen ebenso wie an der Wirtschaftsleistung –, weist jedoch eine der niedrigsten Glasfaserdurchdringung auf. Lediglich 13,7% der gebuchten Breitbandanschlüsse entfallen in Deutschland auf FTTB/H. Europäische Nachbarländer sind hier deutlich weiter. Frankreich und Norwegen erreichen jeweils rund 75%, die Schweiz (35,3%) und Großbritannien (30,4%) liegen ebenfalls deutlich vor Deutschland. Österreich (13,6%) und Belgien (7,7%) bewegen sich dagegen in ähnlichen Größenordnungen wie der deutsche Markt.[48]

Ein internationaler Vergleich lohnt sich daher besonders. Er zeigt, welche Ausgangsbedingungen andere europäische Länder beim Glasfaserausbau hatten, welche politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen wurden und wie erfolgreich diese Ansätze waren. Zusätzlich wird sichtbar, welche Ziele und Planungen diese Länder für die kommenden Jahre verfolgen. Obwohl Deutschland mit seinen Verzögerungen im FTTB/H-Ausbau nicht allein dasteht, lassen sich aus den Strategien angrenzender Märkte wertvolle Erkenntnisse gewinnen, um den deutschen Glasfaserausbau zielgerichtet zu verbessern.

Besonders deutlich wird dies beim Blick auf die Wachstumsraten. Belgien verzeichnet ein jährliches Wachstum der FTTB/H-Anschlüsse von 41,8%, während Deutschland lediglich auf 23,3% aufweist. Frankreich und Norwegen liegen mit 13,6% bzw. 5,6% niedriger, starten jedoch von einem wesentlich höheren Ausgangsniveau. Das starke Wachstum in Belgien ist in erster Linie auf die bislang geringe FTTB/H-Penetration zurückzuführen. Dennoch stellt sich die Frage, welche strukturellen und regulatorischen Entscheidungen Länder wie Frankreich frühzeitig getroffen haben und wie Belgien den verspäteten Ausbau nun aktiv beschleunigt.[49]

Die Analyse dieser Länder ermöglicht wichtige Rückschlüsse für Deutschland. Sie zeigt, welche politischen Weichenstellungen notwendig sind, um den Glasfaserausbau nachhaltig zu beschleunigen und die bestehenden Rückstände im europäischen Vergleich aufzuholen.

[48] OECD (2024).
[49] OECD (2024).

Ausgangssituation Frankreich:

Frankreich hat früh auf den Glasfaserausbau gesetzt. Die symmetrische Regulierung von 2009 schuf ein investitionsfreundliches Umfeld und ermöglichte den flächendeckenden FTTB/H-Ausbau. Durch den Verzicht auf hybride Technologien und den Überbau der veralteten Kupfernetze, welche ein Überspringen von Zwischen-Technologien ermöglichte, erreichte Frankreich in 15 Jahren ca. 90% FTTB/H-Abdeckung.[50]

Entscheidend war ein Regulierungsrahmen, der Betreiber und Investoren incentivierte. Symmetrischer Zugang zur passiven Glasfaserinfrastruktur, „reasonable pricing“ statt Kostenorientierung und gezielte Förderung in unwirtschaftlichen Regionen. Diese Kombination ermöglichte einen konsistenten, landesweiten Ausbau und eine hohe FTTB/H-Verfügbarkeit.[51]

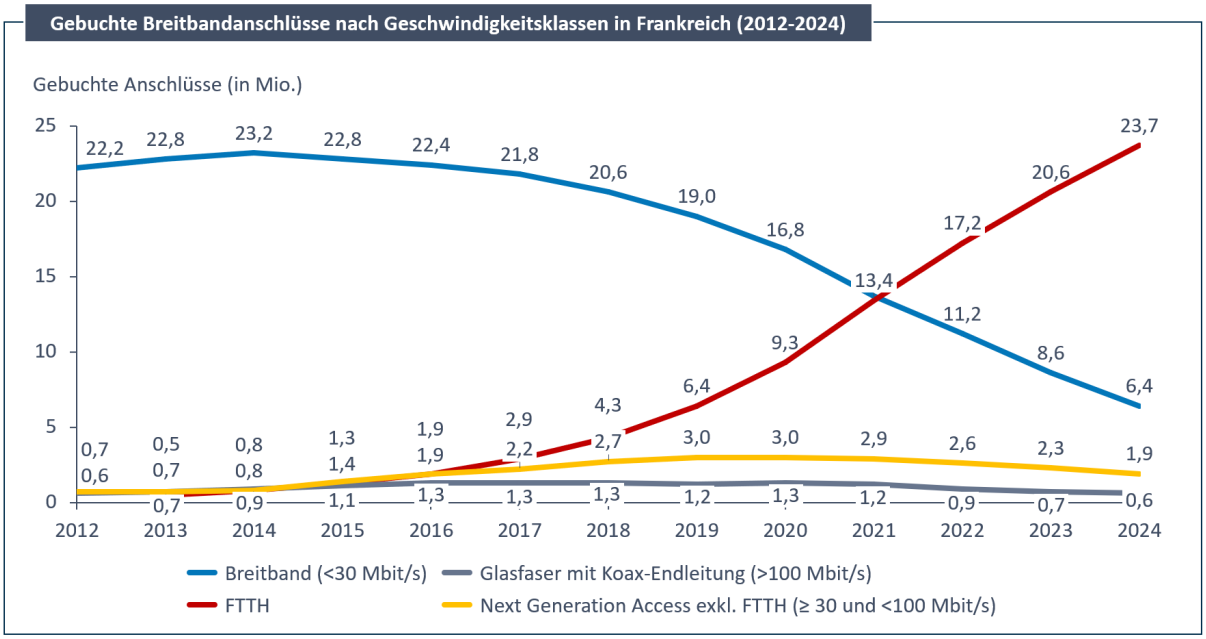

Abbildung 16: Take-up-Rate nach gebuchter Geschwindigkeit in Frankreich
Quelle: Böcker Ziemen nach Plum; 2025.

Die getroffenen Maßnahmen spiegeln sich ebenfalls in der Nutzung wider. Ca. 75% der Breitbandanschlüsse laufen über FTTB/H, der vollständige Umstieg wird vor 2030 erwartet.[52]

Auch die Entwicklung der Koaxialnetze unterstreicht die Entscheidung: Koaxbasierte Dienste erreichten 2020 mit 1,3 Mio. Abonnements ihren Höchststand und gehen seither

[50] Plum (2025).
[51] Plum (2025).
[52] Plum (2025).

kontinuierlich zurück. Die Migration zu FTTB/H ist dynamisch, sodass Altice inzwischen die vollständige Abschaltung des HFC-Netzes angekündigt hat.[53] [54]

Die regulatorischen Leitplanken haben zu einer Marktstruktur geführt, die von Wettbewerb bei gleichzeitig stabilen Preisen geprägt ist. In 98% der Gebiete können Endkunden aus mindestens drei FTTB/H-Angeboten wählen.[55]

Frankreichs Bekenntnis zu FTTB/H sendete ein Signal an Investoren, ca. 73% des Ausbaus wurden privat finanziert. Ausschlaggebend waren die strategische Klarheit, geringe Überbauquoten, verlässlich hohe Nachfrage und ein Regulierungsrahmen, der Investitionen fördert statt bremst.[56]

Ausgangssituation Belgien

Trotz der im europäischen Vergleich geringen FTTB/H-Penetration weist Belgien eine besondere Ausgangssituation auf, die lange Zeit den fehlenden Glasfaserausbau erklärt. Bereits 2023 waren rund 96% der Haushalte mit DOCSIS-3.0-fähigen Koaxialanschlüssen versorgt und verfügten damit über Bandbreiten von bis zu einem Gigabit. Belgien erfüllte frühzeitig die von der EU-Kommission gesetzten Leistungsziele für die digitale Infrastruktur, sodass ein unmittelbarer Technologiewechsel aus Sicht der Grundversorgung nicht notwendig erschien. Entsprechend wurde in großem Umfang auf ein Upgrade der bestehenden HFC-Infrastruktur gesetzt. 95,4% der Haushalte sind inzwischen mit DOCSIS 3.1 versorgt, und Diskussionen zu DOCSIS 4.0 zeigen, dass die bestehende Netzinfrastruktur noch Entwicklungspotenzial bietet. Dennoch hat Belgien, anders als andere Länder mit ähnlich leistungsfähigen HFC-Netzen, früh erkannt, dass langfristige digitale Wettbewerbsfähigkeit nur durch einen flächendeckenden Glasfaserausbau erreicht werden kann. Die belgische Regierung verfolgt daher ambitionierte Ziele. Bis 2035 soll eine nahezu vollständige Versorgung mit Fiber-to-the-Premise (auch häufig als FTTH bezeichnet) erreicht werden, begleitet von einem Rückbau veralteter Technologien.[57] Bereits 2028 sollen 75% dieser Zielarchitektur realisiert sein. 2024 lag die FTTP-Abdeckung zwar erst bei rund 31%, doch reflektiert dies weniger mangelnde Ausbauaktivität als vielmehr

[53] Plum (2025).
[54] TelcoTitans (2025).
[55] Plum (2025).
[56] Plum (2025).
[57] The Brussels Times (2024).

den weiterhin starken Wettbewerb durch alternative Technologien, der die Adoptionsrate bislang gedämpft hat.[58]

Gleichzeitig zeigt das belgische Beispiel, welche positiven Effekte ein frühzeitig verfügbares Hochleistungsnetz auf die wirtschaftliche und digitale Entwicklung eines Landes haben kann. Belgien verzeichnete in den Jahren 2023 und 2024 erhebliche Fortschritte bei der digitalen Transformation von Unternehmen. Insbesondere die schnelle Einführung von KI-Technologien wurde 2024 deutlich beschleunigt. Das Land spielt darüber hinaus eine führende Rolle auf EU-Ebene. Belgien leitet den Technology Uptake Cluster des Digital Decade Best Practice Accelerator und beteiligt sich an mehreren europäischen Digitalisierungsinitiativen. Mit sechs Digital Innovation Hubs (EDIHs) sowie der aktiven Prüfung einer Beteiligung an EU-weiten KI-Fabriken unterstreicht Belgien seinen Anspruch, digitale Innovation nicht nur zu adaptieren, sondern aktiv zu gestalten.[59]

Auch im Bereich Cybersicherheit gilt Belgien als Vorreiter. Die konsequente Umsetzung der nationalen Cybersicherheitsstrategie sowie Maßnahmen zur stärkeren Einbindung kleiner und mittlerer Unternehmen schaffen ein robustes digitales Ökosystem, das auf leistungsfähige Netzinfrastrukturen angewiesen ist. Nicht zuletzt bestätigt der Eurobarometer 2025, dass 83% der belgischen Bevölkerung den Ausbau effizienter und sicherer digitaler Infrastrukturen als eine der wichtigsten staatlichen Aufgaben ansehen, ein klarer gesellschaftlicher Rückhalt für Investitionen in zukunftsfähige Netze.[60]

Auf makroökonomischer Ebene lässt sich die strategische Bedeutung leistungsfähiger Breitbandnetze ebenfalls klar belegen. Studien zeigen, dass in Ländern mit hohem Einkommen ein Anstieg der Breitbandpenetration um 10% zu einem Wachstum des BIP um 1,4% führen kann. Ebenso korreliert ein vergleichbarer Anstieg des Digitalisierungsgrades mit einem 1,4% höheren Wirtschaftswachstum. Unternehmen, die digitale Technologien intensiver nutzen, weisen generell eine höhere Produktivität auf, wobei stabile Netze mit hoher Leistungsfähigkeit die notwendige Grundlage darstellen. Belgien demonstriert damit eindrucksvoll, dass der Zugang zu leistungsfähiger Konnektivität nicht nur eine technische Frage ist, sondern ein zentraler Treiber wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit.[61]

---

[58] Pointtopic (2024).
[59] European Commission (2025).
[60] European Commission (2025).
[61] OECD (2019).

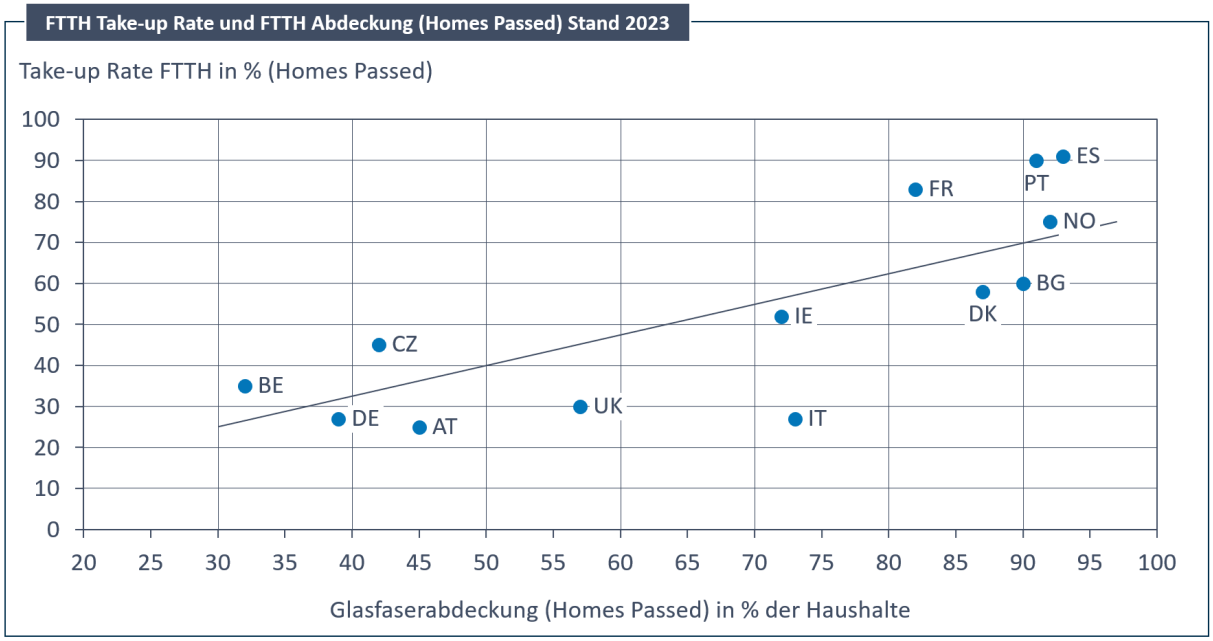

Abbildung 17: FTTH Take-up-Rate und FTTH Abdeckung (Homes Passed); Stand 2023
Quelle: Böcker Ziemen nach WIK, 2025.

Ein internationaler Vergleich zeigt, wie stark regulatorische Leitplanken, technologische Ausgangsbedingungen und strategische Prioritäten die Geschwindigkeit der Glasfasermigration beeinflussen. Länder, die frühzeitig auf ein Fiber-First-Modell gesetzt haben, weisen nicht nur eine schnellere FTTB/H-Durchdringung auf, sondern profitieren auch von höheren Take-up-Raten und deutlich besseren Investitionsbedingungen.

Frankreich zeigt eine konsequent umgesetzte Glasfaserstrategie. Kupfernetze wurden systematisch überbaut und Übergangstechnologien wie VDSL oder HFC nicht flächendeckend etabliert. Dadurch sind Take-up-Raten hoch, da kaum Alternativen bestehen. Symmetrische Netzzugangsregeln und investitionsfreundliche Preise unterstützten einen schnellen Übergang zu Glasfaser.[62]

Im Gegensatz dazu zeigt sich in Ländern mit stark ausgebauten VDSL- oder HFC-Netzen, dass genau diese Alternativen die Migration erheblich verlangsamen. Zwar konnte frühzeitig eine gute Versorgung mit schnellem Internet in der Breite erreicht werden, jedoch entstehen dadurch Hemmnisse auf Nachfrage- und Angebotsseite. Endkunden sehen bei stabilen Bandbreiten oft keinen Anlass, auf Glasfaser umzusteigen, während Netzbetreiber abgeschriebene Kupfer- oder HFC-Netze weiter profitabel betreiben.[63]

[62] WIK (2025).
[63] WIK (2025).

Belgien liefert ein anschauliches Beispiel dafür, wie diese Hemmnisse überwunden werden können. Trotz eines nahezu flächendeckenden HFC-Netzes und sehr hoher DOCSIS-3.1-Versorgung hat Belgien erkannt, dass HFC langfristig nicht dieselben strukturellen Vorteile wie Glasfaser bietet. So hat der ehemalige belgische Monopolanbieter Proximus selbst eine Policy eingeführt, welcher einen Abschaltmechanismen beinhaltet. Spätestens fünf Jahre nach FTTB/H-Verfügbarkeit erfolgt die technische Abschaltung der Alttechnologien. Dieser Ansatz beschleunigt die Migration, reduziert Parallelstrukturen und schafft Planungssicherheit für Investitionen. Belgien verfolgt damit – ähnlich wie Frankreich – eine industriepolitisch motivierte Fiber-First-Strategie.

Gleichzeitig muss betont werden, dass die Ausgangssituationen in Frankreich und Belgien nicht mit Deutschland vergleichbar sind. Deutschland verfügt, anders als Frankreich, über weit verbreitete und technisch leistungsfähige VDSL-Netze, die der Glasfasermigration strukturell im Weg stehen. Gleichzeitig unterscheidet sich Deutschland fundamental von Belgien. Während Belgien auf ein flächendeckendes HFC-Netz mit hohen Bandbreiten zurückgreifen konnte, ist das deutsche HFC-Netz nur in bestimmten Regionen ausgebaut und längst nicht flächendeckend verfügbar.

Insgesamt zeigen Frankreich und Belgien, dass ein klarer Fiber-First-Kurs, flankiert von verbindlichen Abschaltpfaden und eindeutigen politischen Signalen, entscheidend für eine erfolgreiche Digitalisierung und wirtschaftliche Resilienz ist. Für Deutschland ergibt sich daraus nicht nur ein Orientierungsrahmen, sondern eine strategische Notwendigkeit.

5. Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Studie unterstreicht, dass die digitale Transformation in Deutschland trotz bestehender HFC-Infrastrukturen einen flächendeckenden Glasfaserausbau (FTTB/H) als langfristig überlegene Lösung erfordert, um nationale Gigabitziele und zukunftsfähige Digitalisierung zu sichern. Während HFC-Netze mittelfristig Kostenvorteile bieten, führen technische Grenzen und steigender OPEX zu einem Kipppunkt zugunsten von Glasfaser-Netzen, die in Kapazität, Effizienz und Skalierbarkeit Vorteile aufweisen.

Im Folgenden werden die zu Beginn herangezogenen zentralen Fragestellungen basierend auf den durchgeführten Analysen diskutiert:

1. Welchen Einfluss hat die bestehende HFC-Netzinfrastruktur auf den eigenwirtschaftlichen Glasfaserausbaus in Deutschland?

Die vorhandene HFC-Netzinfrastruktur deckt rund zwei Drittel der Haushalte ab und bietet Betreibern eine Alternative mit mittelfristigen Kostenvorteilen. Investitionen in den eigenwirtschaftlichen Glasfaserausbau werden dadurch räumlich und zeitlich beeinflusst, da in diesen Gebieten die Kundenbindung fortgesetzt und der Bedarf für FTTH-Netze gehemmt werden kann.

HFC-Netze ermöglichen schnelle Aufrüstungen auf hohe Download-Geschwindigkeiten, sind jedoch bei Upload (theoretisch 1-2 Gbit/s bei DOCSIS 3.1 vs. 10 Gbit/s bei XGS-PON) und Skalierbarkeit limitiert. Dies führt mittelfristig zu steigenden operativen Kosten durch höheren Wartungsaufwand insbesondere im Access Netz (15-20-mal höher als bei Glasfaser) und einen höheren Energieverbrauch (2-3 mal höher als bei Glasfaser), was den Kipppunkt zugunsten von Glasfaser-Investitionen beschleunigt.

Langfristig überwiegen die Vorteile von Glasfaser durch eine bessere Wirtschaftlichkeit und Resilienz.

2. Inwiefern wirken sich regulatorische Vorgaben und wirtschaftliche Anreize im Zusammenhang mit HFC-Netzen auf Investitionen in den Glasfaserausbau aus?

Regulatorische Vorgaben und wirtschaftliche Anreize im Zusammenhang mit HFC-Netzen wirken sich auf Investitionen in den Glasfaserausbau ambivalent aus, da sie Technologieneutralität priorisieren und kurzfristig HFC-Upgrades begünstigen, was den Übergang zu FTTH verzögern kann. Das TKG, umgesetzt aus dem EECC (2021), verankert diese Neutralität und verpflichtet zu diskriminierungsfreiem Netzzugang sowie Preisregulierungen, die HFC-Betreibern Gigabit-Lösungen (DOCSIS) zu niedrigen Kosten ermöglichen und in abgedeckten Gebieten (zwei Drittel der Haushalte) den Bedarf für parallele Glasfaser dämpfen. Ergänzende Gesetze wie TKMoG und DigiNetz-Gesetz erleichtern Ausbau durch vereinfachte Genehmigungen und Mitverlegungspflichten, was HFC-Investitionen attraktiver macht, während BNetzA-Maßnahmen (§ 77i TKG) und das Gigabitgrundbuch Kooperationen fördern, aber keine Technologie bevorzugen.

Wirtschaftliche Anreize verstärken dies: Das Graue-Flecken-Förderprogramm (2023) subventioniert bis 90% der Ausbaukosten in unterversorgten Regionen, schließt jedoch HFC-Gebiete aus, wodurch FTTH dort weniger eigenwirtschaftlich wird. Die Gigabitstrategie strebt 100% Glasfaser an und die TKG-Novelle 2025 stuft FTTH als „überragendes öffentliches Interesse“ ein, doch technologieneutrale Vorgaben kollidieren damit, da HFC als gleichwertige Gigabittechnologie gilt. Dies kann zu Fehlanreizen führen, die Investitionen räumlich und zeitlich verschieben können.

Zusammenfassend führen die oben genannten Erkenntnisse zu dem gewünschten Wettbewerb und Versorgungssicherheit. Möglicherweise führen jedoch HFC-Modernisierungen zu einer Verlangsamung des flächendeckenden Glasfaserausbaus. Vor diesem Hintergrund könnten entsprechende regulatorische Weichenstellungen eine Beschleunigung der Glasfaserversorgung bewirken.

3. Welche Auswirkungen hat die zukünftige Nutzung des bestehenden HFC-Netzes auf die nationalen Gigabit- und Digitalisierungsziele in Deutschland?

HFC-Netze unterstützen mittelfristig die Gigabit-Verfügbarkeit, indem sie eine breite Abdeckung ermöglichen und Upgrades zu Download-Raten erlauben, was den nationalen Zielen für flächendeckende Gigabit-Netze entgegenkommt. Sie erfüllen jedoch die Anforderungen in einem geringeren Maße an symmetrische Übertragungsraten, minimale Verzögerungszeiten oder ressourcenschonende Betriebsweisen, die für datenintensive Anwendungen zunehmend relevant werden.

HFC-Netze skalieren nicht im gleichen Maße wie FTTH-Netze. Das führt zu Einschränkungen bei der Erweiterbarkeit und Stabilität unter hoher Last, was die Anpassung an wachsende Digitalisierungsbedürfnisse erschweren kann. Der Blick in andere Länder zeigt, dass die anhaltende HFC-Nutzung durchaus Auswirkungen auf die Positionierung Deutschlands in der Digitalwirtschaft haben kann.

Basierend auf den vorgenommenen Analysen werden folgende Handlungsempfehlungen abgeleitet:

1. **Technologie- und Investitionsausrichtung überprüfen:** Stakeholder sollten ihre Investitionsstrategien nach Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit der verfügbaren Netztechnologien ausrichten, um Wirtschaftlichkeit und Zukunftsfähigkeit zu sichern.
2. **Regulatorische Rahmenbedingungen harmonisieren:** Behörden sollten Spielräume prüfen, um Genehmigungs- und Förderprozesse zu vereinheitlichen und Planungszeiten zu verkürzen.
3. **Kooperationsmodelle zwischen Marktakteuren ausbauen:** Eine stärkere Zusammenarbeit zwischen Netzbetreibern, Stadtwerken und kommunalen Trägern schafft Synergien beim Netzausbau.
4. **Digitale Teilhabe anstreben:** Maßnahmen sollten darauf ausgerichtet sein, allen Bevölkerungsgruppen und Regionen einen gleichwertigen Zugang zu leistungsfähiger Konnektivität zu ermöglichen.

Literaturverzeichnis

1&1 Telecom GmbH (2025). Internet – Angebote & Tarife. https://www.1und1.de/internet/. Abgerufen am 27. November 2025.

Broadband Success Partners (2021). FTTH and Next-Generation HFC: Myth vs. Reality. Broadband Success Partners.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr & Bundesnetzagentur (o. J.). Gigabitgrundbuch – Zentrales Infrastrukturregister für Telekommunikation. https://gigabitgrundbuch.bund.de. Abgerufen am 27. November 2025.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022). Eckpunkte des BMDV zur Gigabitstrategie. https://www.bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/presse/010-eckpunkte-gigabitstrategie.pdf

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2023). Richtlinie zur Förderung des Gigabitausbaus der Telekommunikationsnetze in der Bundesrepublik Deutschland (Gigabit-Förderung 2023) vom 31. März 2023. https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/gigabit-foerderrichtlinie-2023.pdf

Bundesministerium für Verkehr (2024). *Fortschrittsbericht Gigabitstrategie*. Bundesministerium für Verkehr. https://bmv.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/fortschrittsbericht-gigabitstrategie.pdf

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2020). Richtlinie zur Förderung zur Unterstützung des Breitbandausbaus in der Bundesrepublik Deutschland (Graue-Flecken-Förderung) vom 26. November 2020. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/breitband-foerderrichtlinie-graue-flecken.pdf

Bundesnetzagentur (2025). *Tätigkeitsbericht 2025. https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Taetigkeitsberichte/2025/TaetigkeitsberichtTK2024-2025_.pdf*

Bundesnetzagentur (2025). *Jahresbericht Telekommunikation 2024*. Bundesnetzagentur. https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/JB2024TK.pdf

Bundesnetzagentur (2025, 26. Juni). Jahresbericht zur Breitbandmessung 2025. Bundesnetzagentur. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2025/20250626_JB_Breitband.html

Bundesregierung (2025, 17. Oktober). Rede des Bundesministers für Digitales und Staatsmodernisierung, Dr. Karsten Wildberger, zur Modernisierungsagenda für Staat und Verwaltung. Bulletin 96-1. https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/newsletter-und-

abos/bulletin/bmds-modernisierungsagenda-2389950

Bundesrepublik Deutschland (2016). Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetz-Gesetz) vom 4. November 2016. Bundesgesetzblatt I, S. 2473–2483. https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s2473.pdf

Bundesrepublik Deutschland (2021). Telekommunikationsgesetz (TKG) vom 23. Juni 2021, zuletzt geändert durch Art. 25 des Gesetzes vom 2. Dezember 2025 (BGBl. I Nr. 301).

Bundesrepublik Deutschland (2021, 23. Juni). *Telekommunikationsgesetz (TKG)*. Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 30, S. 1858–1956.

Bundesrepublik Deutschland (2021a). Telekommunikationsmodernisierungsgesetz (TKMoG) vom 23. Juni 2021. Bundesgesetzblatt I, S. 1858–1928. https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl121s1858.pdf

Deutsche Glasfaser Wholesale GmbH (2025). DG Giga 1000 – Tarifübersicht. https://www.deutsche-glasfaser.de/tarife/dg-giga-1000. Abgerufen am 27. November 2025.

Deutsche Telekom AG (2025, 18. Dezember). *Rekordjahr 2025: Glasfaserausbau im Minutentakt, 5G gewinnt weiter an Fahrt*. https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/netzausbau-2025-1100566

Deutsche Telekom AG (2025a, 28. Oktober). Glasfaser: Telekom baut 25 Anschlüsse pro Minute! Deutsche Telekom. https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/glasfaseranschluesse-1098328

Deutsche Telekom AG (2025b, 13. November). *Finanzergebnisse drittes Quartal 2025*. Deutsche Telekom. https://www.telekom.com/de/investor-relations/finanzpublikationen/finanzergebnisse/finanzergebnisse-2025#1098556

Europäische Union (2018). *Richtlinie (EU) 2018/1972 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Einrichtung des Europäischen Kodexes für die elektronische Kommunikation (EECC)*. Amtsblatt der Europäischen Union, L 321, 36–214. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32018L1972

Europäisches Parlament & Rat der Europäischen Union (2024). Verordnung (EU) 2024/1309 über Maßnahmen zur Senkung der Kosten des Ausbaus von Gigabit-Netzen der elektronischen Kommunikation, zur Änderung der Verordnung (EU) 2015/2120 und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/61/EU (Gigabit Infrastructure Act). Amtsblatt der Europäischen Union, L 1309, 8. Mai 2024. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1309/oj

European Commission (2025). Digital Decade 2025 Country Reports Belgium. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/factpages/belgium-2025-digital-decade-country-report

EY (2025). Glasfaserausbau in Deutschland.

FTTH Council Europe (2024, Dezember). *Fibre Networks as Green Assets*. FTTH Council Europe.

Handelsblatt (2025, 12. Mai). Vodafone-Partner erwägt Verkauf von Glasfaser-Beteiligung. Handelsblatt. https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/vodafone-partner-erwaegt-verkauf-von-glasfaser-beteiligung/100108177.html

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl.). Beltz.

Obermann, K (2022). Nachhaltigkeitsvergleich von Internet-Zugangstechnologien. Technische Hochschule Mittelhessen.

OECD (2019). OECD Economics Department Working Paper No. 1533. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/02/digitalisation-and-productivity-in-search-of-the-holy-grail-firm-level-empirical-evidence-from-eu-countries_a3e5982a/5080f4b6-en.pdf

OECD (2024). Broadband statistics. https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/broadband-statistics.html

Plum (2025). Stock-take of the French symmetrical regulatory model for FTTH. https://en.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/stock-french-symmetrical-regulatory-model-FTTH_plum-study_oct2025.pdf

Point Topic (2024). Mapping Broadband Coverage in Belgium 2023. https://www.point-topic.com/post/mapping-broadband-coverage-belgium-2023?utm_source=ts2.tech#:~:text=With%20Belgian%20operators%20having%20historically,points%2C%20since%20the%20previous%20study

Prysmian Group (2017). Energy consumption of telecommunication access networks. Prysmian Group.

TelcoTitans (2025). Frances´s SFR moves on from cable and puts full faith in fibre
France's SFR moves on from cable and puts full faith in fibre | Network & Infra | TelcoTitans.com. Abgerufen am 13. Janauar 2026.

Tele Columbus AG (2025). Glasfaser-Internet für Zuhause. https://www.pyur.com/privat/internet/glasfaser. Abgerufen am 27. November 2025.

Telefónica Germany GmbH & Co. OHG (2025). Internet & Festnetz – Angebote von o2.

Telekom Deutschland GmbH (2025). Glasfaser – Das Netz der Zukunft. https://www.telekom.de/netz/glasfaser. Abgerufen am 27. November 2025.

The Brussels Times (2024). Belgium´s 5G and fibre rollout lags behind rest of Europe. https://www.brusselstimes.com/1336990/belgiums-5g-and-fibre-rollout-lags-behind-rest-of-europe?utm_source=ts2.tech

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM). (2025). *VATM-Marktstudie 2025*. VATM. https://www.vatm.de/wp-content/uploads/2025/05/VATM-Marktstudie-2025.pdf

Vodafone GmbH (2025, 6. Mai). Deutschlands größtes Gigabitnetz jetzt für bis zu 30 Mio. Haushalte. Vodafone. https://newsroom.vodafone.de/deutschlands-groesstes-gigabitnetz-jetzt-fuer-bis-zu-30-mio-haushalte

Vodafone GmbH (2025a). Highspeed-Internet – 1000 Mbit/s für Zuhause. https://www.vodafone.de/festnetz/geschwindigkeit/1000mbits.html. Abgerufen am 27. November 2025.

Vodafone GmbH (2025b, 01. Oktober). Internetnutzer verbrauchen mehr Daten als jemals zuvor. https://newsroom.vodafone.de/internetnutzer-verbrauchen-mehr-daten-als-jemals-zuvor

Vodafone Group Plc. (2025). *Annual Report 2025*. Vodafone Group. https://reports.investors.vodafone.com/view/897876789/i/

WIK-Consult GmbH (2024, Dezember). *Ökologische Effekte des Glasfaserausbaus*. Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK).

WIK-Consult GmbH (August 2025). Die Kupfernetzabschaltung in Europa – Was können wir aus dem Ausland lernen?

Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH (2019). Auswirkungen des Infrastrukturwettbewerbs durch HFC-Netze auf Investitionen in FTTx-Infrastrukturen in Europa (WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 442). WIK.