

Rheinberg, 22. Oktober 2026

Können 5G-Technologien Glasfaseranschlusssnetze sinnvoll ergänzen?

Ein wirtschaftlicher Vergleich von FTTH und 5G
für den Breitband-Internetzugang in Ein- und
Zweifamilienhaussiedlungen

Inhalt

- I** Management Summary
- II** Breitbandversorgung in Deutschland
- III** Technische Leistungsparameter von lokalen Netzzugangsleitungen
- IV** Wirtschaftliche Kennzahlen der lokalen Teilnehmeranschlüsse
- V** Fallstudien
- VI** Schlussfolgerungen

Kapitel I

Management Summary

- ▶ Der Ausbau von FTTH-Netzen erfordert weiterhin erhebliche Investitionen – eine Abdeckung von 100 % lässt sich nur mit umfangreichen öffentlichen Mitteln erreichen
- ▶ 5G-Internetverbindungen lassen sich **einfach einrichten** und können entweder über einen eigenständigen 5G-Router oder in Kombination mit einer externen Antenne genutzt werden
- ▶ In **Österreich** werden 52,0 % der privaten Haushalte und KMU über 4G- und 5G-Mobil- funklösungen versorgt – **FWA-Lösungen spielen dabei seit Jahren eine wichtige Rolle**
- ▶ Aus technischer Sicht kann **5G FWA eine leistungsstarke Alternative zur Glasfasertechnik darstellen**, die in Einfamilienhaussiedlungen am Stadtrand, in Kleinstädten oder in ländlichen Gebieten schnell ausgebaut werden kann
- ▶ Insgesamt liegen die für einen 5G-Breitbandanschluss erforderlichen Investitionen mit **108 € bis 334 € pro Haushalt** deutlich unter denen für FTTH mit **1.600 € bis 3.900 €**
- ▶ Da die Installation von Starlink viel Platz, eine freie Sicht auf den Himmel und einen hohen Energieverbrauch erfordert, wird **Starlink eine Nischenanwendung bleiben**
- ▶ Alle Fallstudien zeigen **erhebliche wirtschaftliche Vorteile von 5G-FWA-Zugangslösungen gegenüber FTTH** – selbst ohne Berücksichtigung des schnelleren Roll-outs
- ▶ 5G FWA-Lösungen sollen keine Konkurrenz zu Glasfaseranschlüssen sein, sondern eine **sinnvolle Ergänzung**, um (a) **schnell** oder (b) in **wirtschaftlich schwer zu erschließenden Lagen** leistungsfähige Breitbandanschlüsse anbieten zu können

Kapitel II

Breitbandversorgung in Deutschland

Der Ausbau von FTTH-Netzen erfordert weiterhin erhebliche Investitionen – eine Abdeckung von 100 % lässt sich nur mit umfangreichen öffentlichen Mitteln erreichen

6

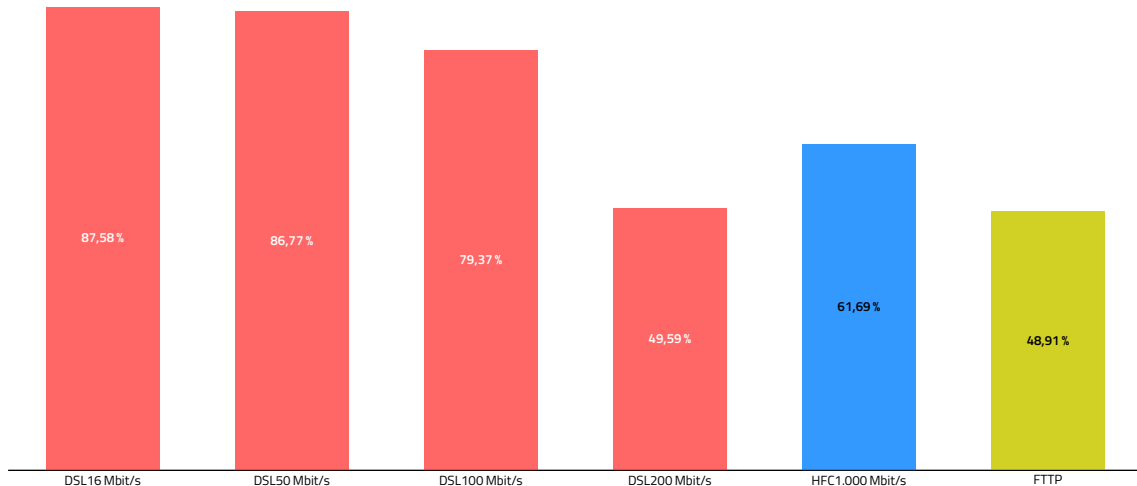
Festnetz-Breitbandtechnologien und Versorgungslage

Technologie	Reichweite	Bandbreite	Eigentümer
DSL Digital Subscriber Line	Kupferkabel mit verdrehten Adernpaaren erreichen fast jeden Haushalt und jeden festen Standort	Trotz des umfassenden Ausbaus von VDSL sind Geschwindigkeiten von 200 Mbit/s nur bei knapp der Hälfte der Anschlüsse verfügbar	Fast 100 % DTAG
HFC Hybrid Fiber Coax	HFC-Netze versorgen zwei Drittel aller Haushalte – vor allem in städtischen Ballungsräumen und einigen Vorort-Einfamilienhaussiedlungen	Geschwindigkeiten von bis zu 1 Gbit/s sind fast überall möglich – Verbindungen mit 1,5–2,5 Gbit/s sind bislang nur an wenigen Orten verfügbar	Anteil: 90 % Vodafone, etwa 45 weitere regionale Netzbetreiber
FTTH Fiber-To-The-Home	Neue FTTH-Glasfasernetze erreichen mittlerweile 46 % aller Haushalte – vor allem in Einfamilienhaussiedlungen und einigen Stadtzentren	Die derzeit vorherrschende XGPON-Technologie begrenzt die Bandbreiten auf 1–2,5 Gbit/s	Knapp 50 % DTAG, Deutsche Glasfaser, OXG, Westconnect sowie etwa 40 weitere regionale Anbieter

Bis Ende 2025 waren knapp 50 % der deutschen Haushalte und KMU an Glasfasernetze angeschlossen

Versorgungsgrad^a des Festnetzes nach Technologie

Homes Passed, Ende 2025



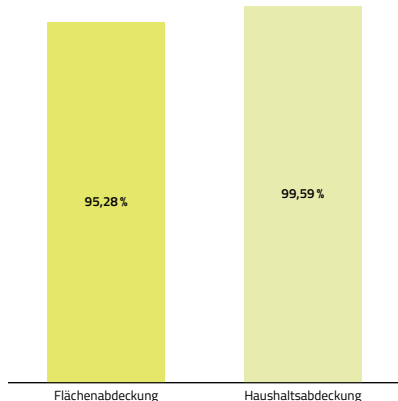
a) Bezogen auf 42,7 Mio. private Haushalte (H+H).

Quelle: BNetzA 2025, Statistisches Bundesamt

Die 5G-Abdeckung ist bereits sehr gut und kann als Ersatz für langsamere DSL-Verbindungen genutzt werden – im Durchschnitt sind nur wenige Haushalte (noch) nicht abgedeckt

5G-Netzabdeckung nach Technologie

Ende 2025



Keine 5G-Abdeckung

$$(1 - 99,59\%) \times 42,7 \text{ Mio. HH} =$$

$$175.070 \text{ HH}$$

$$\frac{175.070 \text{ HH}}{10.747^{\text{a)}}} =$$

$$16,3 \text{ HH pro Gemeinde ohne 5G}$$

Zusätzliche Anwendungsmöglichkeiten

- ▶ Long Term Evolution (LTE) und 5G können als Ersatz für oder zusätzlich zu einer Breitbandverbindung mit hoher Bitrate genutzt werden
- ▶ Es stehen geeignete Tarife und Geräte zur Verfügung
- ▶ Bislang wird 5G in Deutschland nur in begrenztem Umfang als Ersatz oder Ergänzung zum Festnetz genutzt

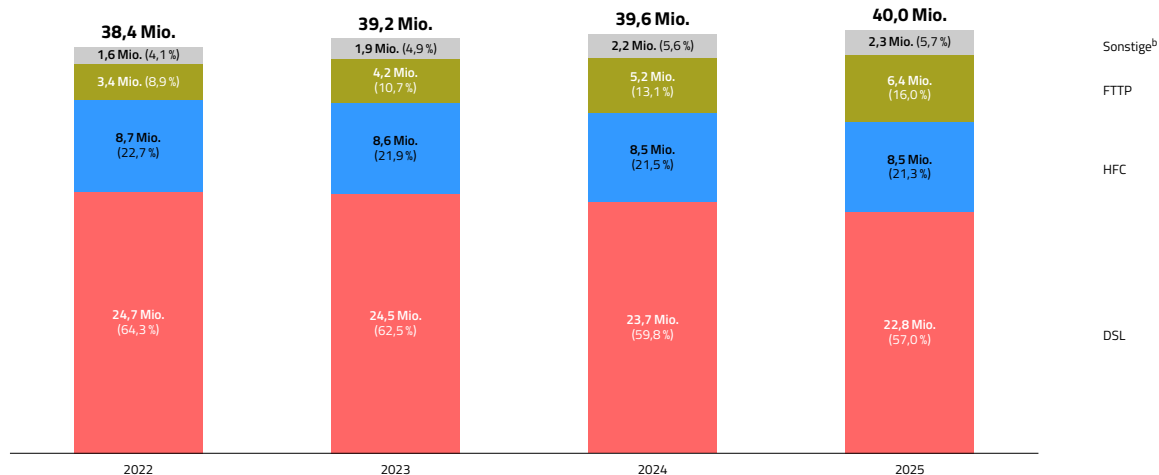
a) 10.747 Gemeinden in Deutschland.

Quelle: BNetzA 2025, Statistisches Bundesamt, Walter 2026a, S. 41

Von den knapp 40 Mio. aktiven Breitbandanschlüssen basieren nur 2,2 Mio. auf unterschiedlichen Funktechniken – das Wachstum ist klein

Aktive Breitbandanschlüsse nach Technologie^a

Homes Activated, am Ende jedes Jahres



a) Für Details s. S. 10.

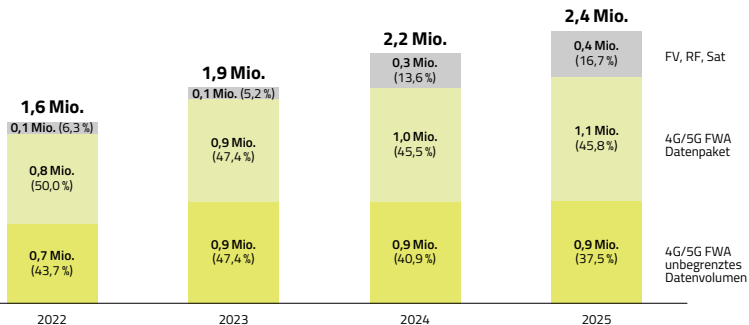
b) Ohne reine Telefon- oder TV-Anschlüsse.

Quelle: BNetzA 2026b, S. 11, Unternehmensinformation, Walter 2026a, S. 39

Über 80 % der funkbasierten FWA-Breitbandanschlüsse basieren auf Mobilfunknetzen der vierten und fünften Generation – bei übrigen Techniken wächst Starlink deutlich

Kabellose aktive Breitbandanschlüsse nach Funktechnik und Vertragsart^{a)}

Homes Activated, am Ende jedes Jahres



Status Fixed Wireless Access (FWA)

- Nutzung des Internetzugangs über **LTE/5G** ist die mit Abstand am meisten genutzte kabellose Technologie
 - Vorwiegend Privatkunden
 - Mobilfunkverträge mit unbegrenztem Datenvolumen und solche mit Datenpaketen werden gleichmaßen genutzt
- Nutzung von Internetzugang und Datenverbindungen über **Satellit** wächst Dank Starlink kräftig
 - Low Earth Orbit (LEO)-Internetzugang, hauptsächlich Privatkunden
 - Zuwachs von 92.000 Verträgen innerhalb eines Jahres auf 0,2 Mio.
 - Geostationärer Orbit (GEO)-Datenverbindung ausschließlich für geschäftliche Zwecke – ca. 25.000 Verbindungen
- Verwendung von Datenverbindungen über **Richtfunk (RF)** und **Festverbindung (FV)**
 - Ausschließlich für geschäftliche Zwecke
 - Schrumpfender Markt
 - Abnahme von 39.000 Verbindungen innerhalb eines Jahres auf 0,2 Mio.
- Mögliche zukünftige Konkurrenz durch weltraumgestützte Mobilfunklösungen

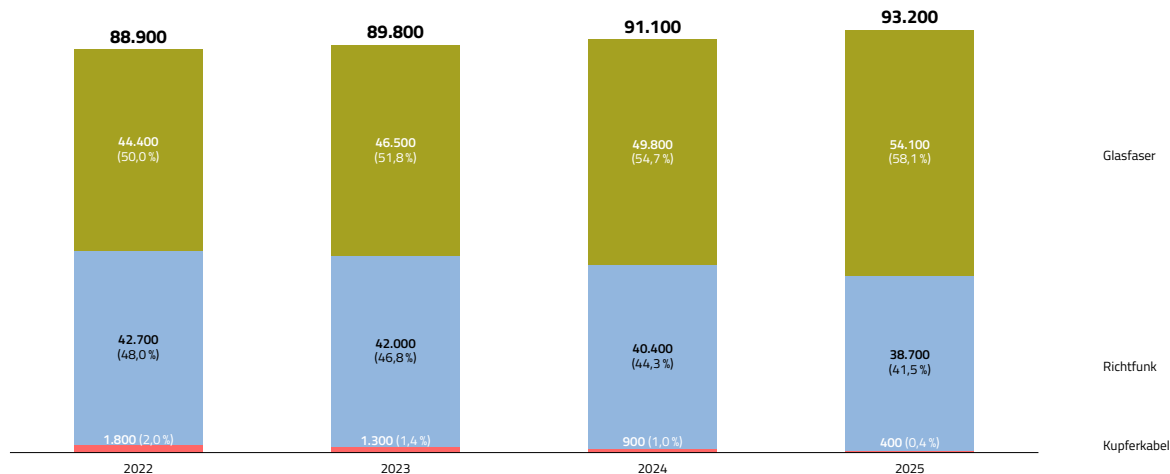
a) Schätzungen auf Basis von Angaben von Mobilfunknetzbetreibern und Router-Produzenten.

Quelle: BNetzA 2026b, S. 11, Unternehmensinformation, Lenz 2026a, S. 26, 38, Živadinović 2025

Die Anzahl der Mobilfunkstandorte ist wichtig, um bei der Erweiterung der Mobilfunknetze die Versorgung der Haushalte sicherzustellen – derzeit kommen etwa 2.000 pro Jahr hinzu

Anzahl der Mobilfunkmasten nach Netzbetreiber

Am Ende jedes Jahres

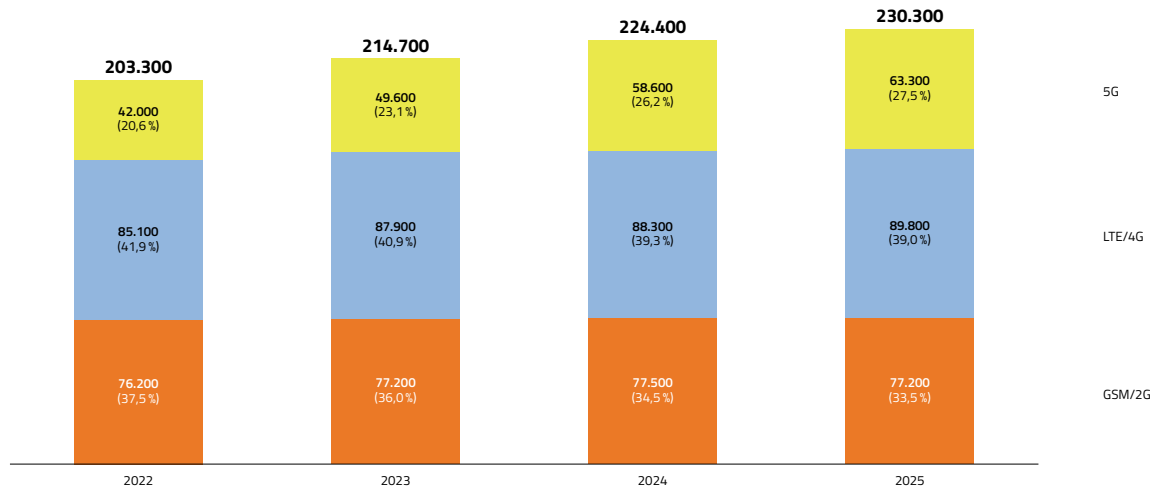


Quelle: BNetzA 2026b, S. 30; Unternehmensinformation, Walter 2026a, S. 50

Die Mobilfunknetze werden kontinuierlich ausgebaut, und die Zahl der Basisstationen nimmt insbesondere im 5G-Bereich zu ¹²

Anzahl der Mobilfunkbasisstationen nach Technologie

Am Ende jedes Jahres

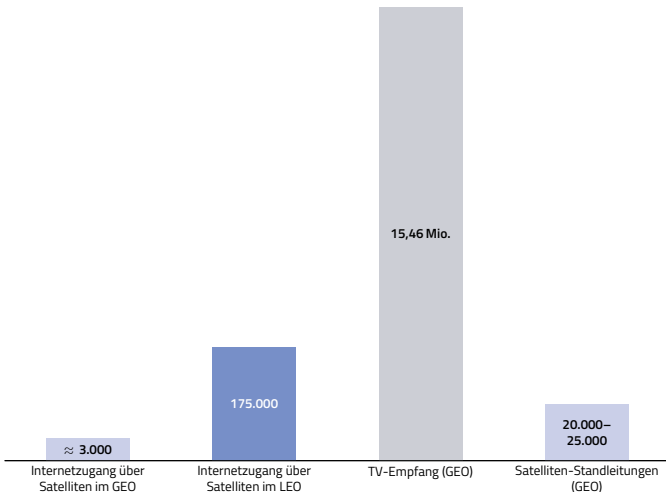


Quelle: BNetzA 2026a, S. 29–30; Unternehmensinformation, Walter 2026a, S. 49

Der Einsatz von Satelliten für den Internetzugang oder Datenverbindungen ist in Deutschland sowohl für Privathaushalte als auch für Unternehmen eine Nischenanwendung

Satellitennutzung

Mitte 2025



Status Satellitennutzung

- ▶ Satellitenfernsehen ist eine der traditionellen Methoden der Fernsehübertragung
 - ▶ Seine Nutzung geht aufgrund von Internet Protocol (IP) Television (TV)/Video-on-Demand (VoD) leicht zurück.
 - ▶ Die Technologie unterstützt kein VoD
- ▶ Satelliteninternet über GEO
 - ▶ Rückläufiger Markt, der kaum noch eine Rolle spielt
 - ▶ Verbraucher wechseln auf LEO-Lösungen
 - ▶ Z. B. HughesNet, Viasat
- ▶ Satelliteninternet über LEO
 - ▶ Wachsender Markt
 - ▶ Hauptanbieter ist Starlink, OneWeb, und weitere Anbieter
- ▶ Satelliten-Standleitungen (GEO)
 - ▶ Unternehmenskunden
 - ▶ Vorwiegend Backup-Verbindungen
- ▶ Zukunftstechnologie Direct-to-Device (D2D): Satelliten mit direkter Verbindung zu Endgeräten (z. B. AST SpaceMobile, SpaceX)

Quelle: ITU 2026, Market Reports World 2026, Scheuer 2025

Alle Netzbetreiber bieten mehrere FWA-Tarife an, und deren Vermarktung wird immer intensiver

FWA-Angebote deutscher Mobilfunkbetreiber



- ▶ 5G zu Hause: 100/250/∞ GB, 500(40) Mbit/s



- ▶ MagentaMobil Speedbox Flex/S/M/L: 100/250/∞ GB, 500(40) Mbit/s
- ▶ Magenta Hybrid 5G: ∞ GB, 500(40) Mbit/s



- ▶ O₂ Data S/M/L/XL/XXL: 5/50/100/200/400 GB, 300(50) Mbit/s
- ▶ O₂ Home S/M: ∞ GB, 50(10)/100(40) Mbit/s



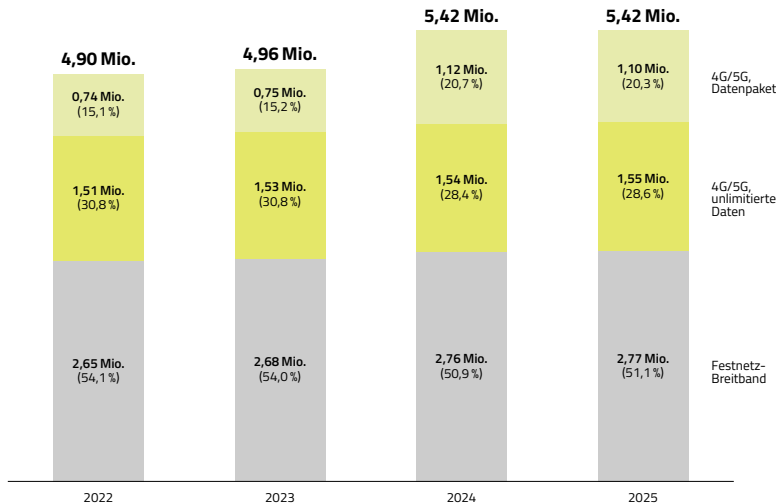
- ▶ Gigacube 100/200/Flex: 100/200/∞ GB, 300(50) Mbit/s

Quelle: Company information (as of 2026-05-20)

In Österreich werden 52,0 % der privaten Haushalte und KMU über 4G- und 5G-Mobilfunklösungen versorgt – FWA-Lösungen spielen dabei seit Jahren eine wichtige Rolle

Breitband- und FWA-Nutzung in Österreich

Homes Activated, jeweils zum Jahresende



FWA-Status Österreich

- ▶ 5,10 Mio. zu versorgende Einheiten
 - ▶ 4,17 Mio. Hauptwohnsitze
 - ▶ 610.000 KMU
 - ▶ 320.000 Wohnungen
- ▶ 54,3 % nutzen Festnetz-Breitband
- ▶ 1,55 Mio. (30,4 %) verwenden spezielle FWA-Lösungen („Cubes“) mit unbegrenztem Datenvolumen
- ▶ Manche Nutzer kombinieren stationäre und mobile Lösungen
- ▶ Cubes werden hauptsächlich außerhalb der Landeshauptstädte verwendet

Quelle: Unternehmensinformation, RTR 2026, Statistik Austria

Schlussfolgerungen: Aufgrund der großen Zahl noch fehlender FTTH-Anschlüsse stellt 5G eine schnelle und wirtschaftliche Ergänzung dar

Breitbandversorgung in Deutschland

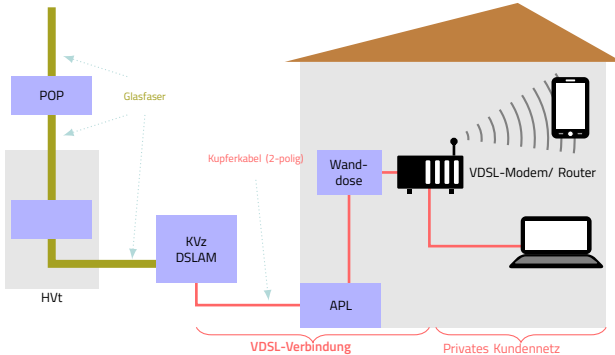
- ▶ **100 %** Glasfaserversorgung lässt sich nur mit **erheblicher öffentlicher Förderung** erreichen
- ▶ Die Umstellung auf **Glasfaser** verläuft **relativ langsam**
- ▶ **5G-Mobilfunknetze** haben das Potenzial, **leistungsstarke** Festnetzverbindungen bereitzustellen
 - ▶ Als **vorübergehende Lösung** bis zur Einführung von FTTH
 - ▶ Sollte sich der Ausbau des FTTH als zu unwirtschaftlich erweisen, wäre dies sogar eine **langfristige Lösung**
- ▶ Deutsche **Mobilfunkbetreiber** bieten bereits **FWA-Lösungen** an
- ▶ Der Blick auf **Österreich** zeigt, dass Mobilfunknetze **erfolgreich als Ersatz für Festnetzanschlüsse** genutzt werden können

Kapitel III

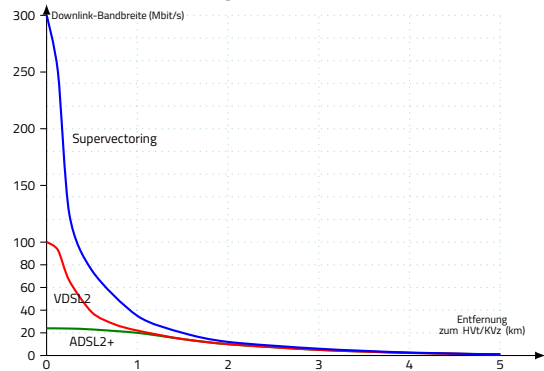
Technische Leistungsparameter von lokalen Netzzugangsleitungen

Aufgrund physikalischer Einschränkungen sind DSL-Technologien nicht geeignet, um in den Randgebieten von Ballungsräumen akzeptable Bandbreiten bereitzustellen

VDSL Funktionsprinzip



Entfernung und Bandbreite für DSL



- Die übertragbare Bandbreite ist physikalisch durch die Länge des Twisted Pair (TP) Kupferkabels begrenzt
- Eine Verkürzung der Länge des bei Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL) verwendeten Kupferkabels TP bietet nur für Haushalte Vorteile, die sich in der Nähe (< 500 m) der Kabelverzweiger (KVz) befinden
- Vectoring und Supervectoring bieten bei diesen kurzen Entfernungen ausschließlich Vorteile
- In Einfamilienhaussiedlungen in Vororten und Dörfern sind die Menschen nicht selten auf Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)2+ und geringe Bandbreiten beschränkt

1,9 Mio. (8,4 %) der Internetanschlüsse basieren nach wie vor auf ADSL, während 20,9 Mio. Haushalte VDSL mit unterschiedlichen Bandbreiten nutzen

DSL-Zugangsnetze (ADSL, VDSL, Vectoring)

- ▶ Fast alle Gebäude in Deutschland verfügen über einen TP-Kupferkabelanschluss der DTAG – die Teilnehmer sind entweder direkte Kunden der DTAG oder Kunden von Wettbewerbern, die über den DTAG L2-Großhandel Anschlüsse kaufen
- ▶ Digital Subscriber Line (DSL) wird bis Ende der 2030er Jahre eine wichtige Verbindungstechnologie in Deutschland bleiben
- ▶ In ländlichen Gebieten und insbesondere am Stadtrand ist DSL trotz seiner begrenzten Bandbreite oft die einzige Option
- ▶ 1,9 Mio. (8,4 %) Internetverbindungen basieren nach wie vor auf ADSL, während 20,9 Mio. Haushalte VDSL nutzen

DTAG-Technologie	Verbreitung	Nutzung
ADSL2+	≈ 8 %	Ländlicher Raum, veraltet
VDSL Vectoring Profil 17a	≈ 65 %	Standard
VDSL Vectoring Profil 35b	≈ 27 %	Schnelles Wachstum in modernisierten Gebieten

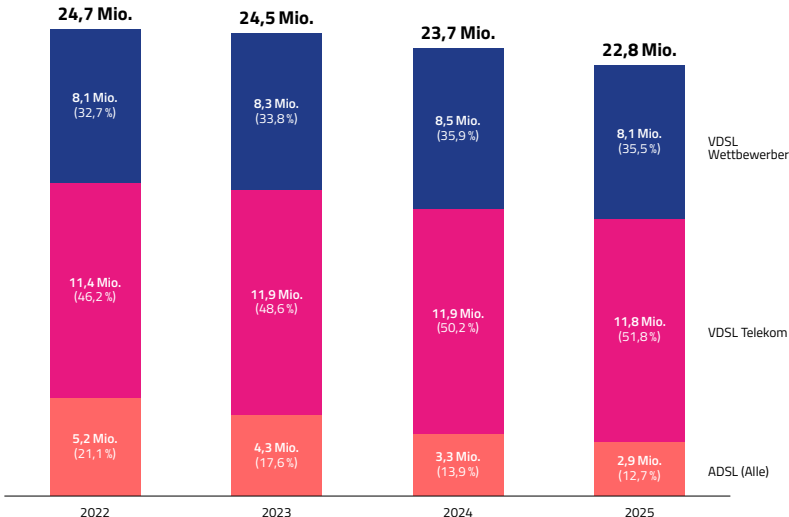
Tech	0–1 km	1–3 km	3–5 km	> 5 km
ADSL2+	24 Mbit/s	8–16 Mbit/s	1–8 Mbit/s	« 1 Mbit/s

Tech	0–300 m	300–800 m	0,8–1,5 km	> 1,5 km
Vectoring	100 Mbit/s	50–100 Mbit/s	15–50 Mbit/s	< 15 Mbit/s
Supervectoring	250 Mbit/s	100–250 Mbit/s	50–100 Mbit/s	< 50 Mbit/s

Der Rückgang bei den DSL-Anschlüssen ist darauf zurückzuführen, dass diese durch Glasfaseranschlüsse ersetzt werden – der Rückgang beträgt im Durchschnitt nur 2,8 % p. a.

DSL-Anschlüsse nach Technologie und Anbietergruppe

Homes Activated, am Ende jedes Jahres



Zeitplan DSL-Abschaltung

- Ein Vorschlag der Europäischen Kommission (EK) sieht einen Zeitrahmen für die schrittweise Abschaffung von DSL bis 2030 vor – 80 % der Kupferanschlüsse sollen bereits bis 2028 abgeschafft werden
- Als Eigentümerin der DSL-Netze muss die DTAG bei der BNetzA die Stilllegung mit einer Frist von mindestens einem Jahr beantragen (§34 TKG)
- Das WIK geht davon aus, dass die Abschaltung des Kupfernetzes im Jahr 2028 beginnen wird und dass die Ablösung der DSL-Technologie zwischen 2035 und 2040 abgeschlossen sein wird
- Nach eigenen Analysen wird Glasfaser bis 2040 nicht 100 % der deutschen HH erreichen
- Eine DSL-Abschaltung würde den Energieverbrauch der Netzbetreiber um mind. 50 % senken
- Telenor hat sein Kupfernetz am 2025-09-02 abgeschaltet – Norwegen hat 2,7 Mio. HH

Quelle: BNetzA 2026b, S. 13, EC 2026, Mansmann/Steiner 2026, Povel 2025, Weidner 2026,

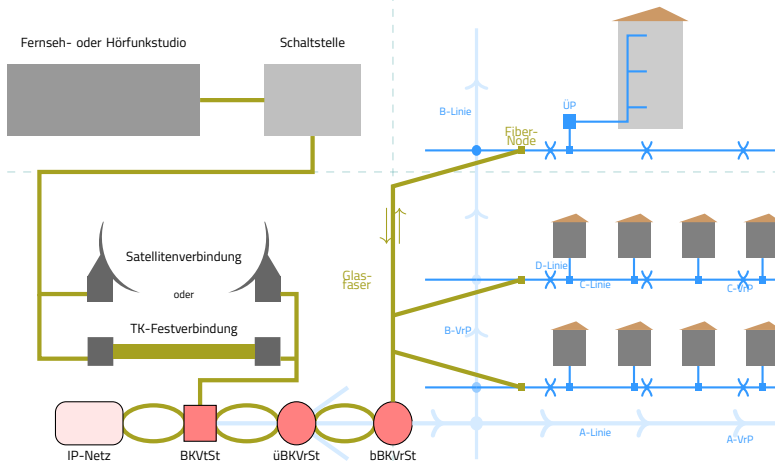
Unternehmensinformation

Obwohl es sich bei HFC-Netzen um ein gemeinsam genutztes Medium handelt, sind sie in der Lage, hohe Bandbreiten von über 1 Gbit/s bereitzustellen

HFC Funktionsprinzip

NE1: TV- und Hörfunkstudio

NE4: Hausverteilung (NE5: Wohnung)



Anmerkungen

- Die Backbone-Netze sind mit Glasfaserkabeln bis hin zu den regionalen Verteilernetzen ausgebaut
- Die Koaxialkabel dienen dazu, zwischen 20 und 150 Haushalte pro Anschlussgebiet anzuschließen
- Alle Nutzer innerhalb eines Anschlussgebiet müssen sich die Bandbreite teilen
- Wenn die Glasfaserkabel bis zu den Häusern verlegt werden, handelt es sich um **Fiber-To-The-Building (FTTB)**-Anschlüsse
- Die Hausverteilung über Coax wird auch im Zeitalter der Glasfasertechnik weiterhin eine wichtige Rolle spielen

Quelle: Walter 2026b

NE2: Überregionale Heranführung

NE3: Regionalverteilung/Ort

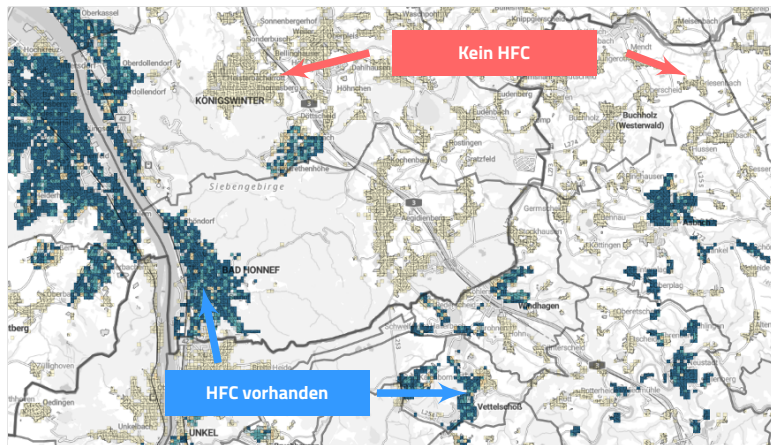
In Großstädten sind alle Haushalte an HFC angeschlossen – kleinere Städte werden nur teilweise von HFC abgedeckt, und ländliche Gemeinden sind oft gar nicht abgedeckt

Reichweite der HFC Zugangsnetze

Reichweite und Nutzung

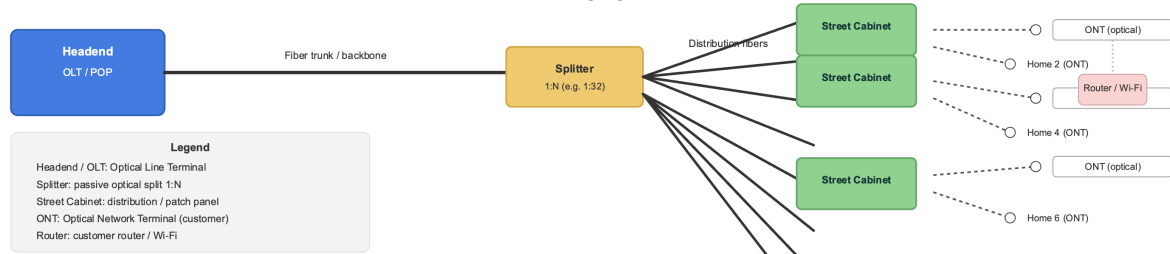
- ▶ 62,7 % der Haushalte sind an Hybrid Fiber Coax (HFC)-Netze angeschlossen
- ▶ 61,7 % der Haushalte sind an gigabit-fähige HFC-Anschlüsse mit Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) 3.1 angeschlossen
- ▶ Die Kabelnetze werden derzeit auf eine Downlink-Geschwindigkeit von 2,5 Gbit/s aufgerüstet
- ▶ Trotz der weit verbreiteten Verfügbarkeit von HFC-Netzen werden diese Anschlüsse nur von 22,5 % aller Haushalte genutzt
- ▶ HFC wird bis weit in die 2040er Jahre hinein eine wichtige Brückentechnologie bleiben
- ▶ In ländlichen Gebieten und insbesondere am Stadtrand steht HFC oft nicht zur Verfügung

Quelle: BNetzA 2025



Sofern Glasfaser-Breitband verfügbar ist, stellt es aus technischer Sicht die beste Zugangslösung dar

Typische FTTH-Zugangsnetze (GPON)

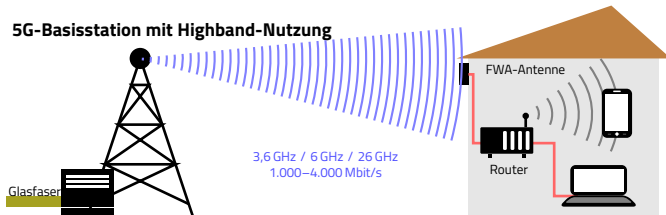


- ▶ Die typische Topologie, die beim Aufbau von Fiber-To-The-Home (FTTH)-Netzwerken verwendet wird, ist Gigabit Passive Optical Network (GPON) auf Basis von Point-to-Multipoint (PtMP)
- ▶ Inklusive FTTB und FTTH
- ▶ Diese Technologien ermöglichen heute Bandbreiten von bis zu 2,5 Gbit/s (für FTTH)
- ▶ Keine bandbreitenabhängige Längenbeschränkung in lokalen Zugangsnetzen (für FTTH)
- ▶ Deutlich geringerer Energieverbrauch im Vergleich zu kupferbasierten Lösungen für Netzbetreiber
- ▶ Glasfasernetze sind die einzige Festnetztechnologie, die langfristig vielversprechendes Potenzial bietet

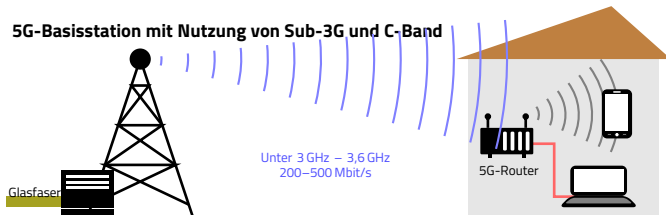
5G-FWA-Verbindungen lassen sich einfach einrichten und können entweder über einen eigenständigen 5G-Router oder in Kombination mit einer externen Antenne genutzt werden

5G FWA Prinzipskizze

5G-Basisstation mit Highband-Nutzung



5G-Basisstation mit Nutzung von Sub-3G und C-Band



Anmerkungen

- ▶ Anstelle eines Festnetzanschlusses wird für den Internetanschluss zu Hause ein Mobilfunknetz genutzt
- ▶ Genau wie bei einem Festnetz-Router kann die mobile Internetverbindung von mehreren Personen und auf verschiedenen Geräten (z. B. Laptops, Smartphones) genutzt werden
- ▶ Eine Außenantenne ist optional, sollte jedoch verwendet werden, um
 - ▶ die verfügbare Bandbreite erhöhen oder
 - ▶ um sehr hohe Bandbreiten von über 500 Mbit/s zu empfangen
- ▶ Der Installationsaufwand ist sehr gering, insbesondere ohne externe Antenne
- ▶ Der 5G-Router kann auch für mobile Anwendungen (z. B. Wohnmobil, Ferienhaus) genutzt werden

Quelle: Walter 2026b

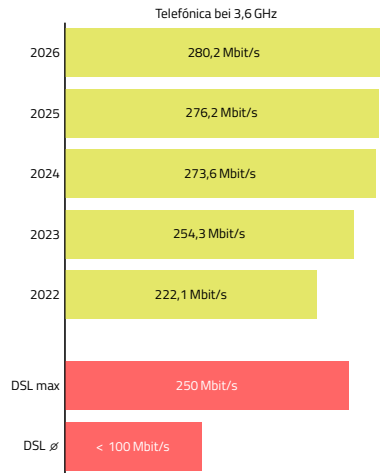
C-Band-Frequenzen werden derzeit zu rund 50 % genutzt – die oberen 6G-Frequenzen wurden noch nicht versteigert, und 26 GHz Frequenzen stehen auf Antrag zur Verfügung

Band-Bezeichnungen	Frequenzen	Bandbreite	Verfügbarkeit für MNO	Basisdienste 50 Mbit/s	Schnelle Verbindungen 300 Mbit/s	Gigabit-Eignung
C-Band	3,3–4,2 GHz	300 MHz	4	optimal geeignet	optimal geeignet	mehr oder weniger geeignet
Upper 6G	6,4–7,1 GHz	700 MHz	soll versteigert werden	optimal geeignet	optimal geeignet	gut geeignet
Upper mid band	7–15 GHz	500 MHz	soll versteigert werden	gut geeignet	optimal geeignet	
mmWelle	24–26 GHz	800 MHz	verfügbar durch Bewerbung	überdimensioniert	gut geeignet	optimal geeignet

Quelle: BNetzA 2022, Ockenfels/Plückerbaum u. a. 2024, S. 45

Die Mobilfunktechnik hat bereits das Potenzial, in ländlichen und abgelegenen Gebieten schnell schnellere Verbindungen als DSL bereitzustellen – bei geringem Investitionsaufwand

- Mobilfunknetze decken bereits fast alle Privathaushalte ab
- Die durchschnittliche Downlink-Bandbreite in deutschen Mobilfunknetzen ist seit der Einführung von 5G deutlich gestiegen
- Technologische Entwicklungen im Zusammenhang mit 5G Standalone (5G SA) und 6G, neue Trägerfrequenzen, die schrittweise Abschaffung älterer 2G-Technologien und die fortschreitende Verdichtung der Netze werden die Leistungsfähigkeit der Mobilfunknetze hinsichtlich Bandbreite, Kapazität und Nutzerdichte weiter verbessern
- Auf dem österreichischen Breitbandmarkt sind unlimitierte Datentarife („Cubes“) seit Jahren ein wesentlicher Bestandteil des Breitbandangebots und machen etwas mehr als ein Drittel (52,0 %) aller Breitbandanschlüsse aus
- Die durchschnittliche Download-Geschwindigkeit im Netz von Telefónica ist auf über 280 Mbit/s gestiegen – bei der Telekom und bei Vodafone liegen die Werte auf einem ähnlichen Niveau
- Die Mobilfunknutzung bietet zusätzliche Vorteile wie eine einfache Einrichtung oder Nutzung an Urlaubszielen (in Deutschland)
- Insgesamt hat die Mobilfunkkommunikation das Potenzial, in ländlichen und abgelegenen Gebieten relativ zügig schnellere Verbindungen als DSL bereitzustellen, und lässt sich mit vergleichsweise geringem Investitionsaufwand ausbauen.



Quelle: Chip

Netztest 2022–2026, Mandau/Pauler 2025

Die drei Strategien für 5G FWA werden danach unterteilt, ob und in welchem Umfang Investitionen in Mobilfunktechnologie erforderlich sind

Basisstrategien für 5G FWA

Strategie	Schneller Erfolg	Erweiterung nach Bedarf	Gezielte Investitionen
Ausbaustand	C-Band vollständig verfügbar	C-Band zu 50 % verfügbar	Kein C-Band verfügbar
Bandbreite	≈ 500 Mbit/s	≈ 350 Mbit/s	≈ 250 Mbit/s
Kapazität	sehr hoch	hoch	moderat
Siedlungsstruktur	Vororte der Großstädte	Kleinstädte	Dörfer und ländliche Gebiete
CPE	Indoor 5G Router	Indoor 5G Router	50 % Indoor 5G Router und 50 % Außenantenne
Investitionen	Die 5G-Infrastruktur kann sofort genutzt werden, um FWA-Verbindungen auf den Markt zu bringen	In etwa 50 % der Fälle ist die 5G-Infrastruktur für die sofortige Einführung von FWA-Verbindungen bereit – in den übrigen Fällen sind Investitionen erforderlich, um das C-Band nutzen zu können	Die 5G-Infrastruktur muss aufgerüstet werden – entweder auf das C-Band (50 % der Fälle) oder auf mmWellen (50 % der Fälle)

Die Bandbreiten von Starlink liegen im niedrigen dreistelligen Bereich – die hohe Latenz und die Notwendigkeit einer freien Sicht auf den Himmel mit einem Winkel von 110° sind einschränkende Faktoren

28

Technische Spezifikationen und Einschränkungen der Lösungen für den Zugang zu den Satellitennetzwerken im LEO

- ▶ In dieser Studie werden zum Vergleich ausschließlich Zugangslösungen berücksichtigt, die die LEO-Satelliten von Starlink nutzen, da dieses Unternehmen über die mit Abstand umfangreichste Netzabdeckung verfügt
- ▶ Die Gesamtkapazität von Starlink von tatsächlich 377 Tbit/s hängt direkt von der Anzahl der Satelliten (6.751 bis Ende 2024) und deren individueller Kapazität ab:
 - ▶ 200.000 potenzielle Kunden in Deutschland mit Download-Geschwindigkeiten von 100 Mbit/s oder
 - ▶ 20.000 potenzielle Kunden in Deutschland mit Download-Geschwindigkeiten von 1 Gbit/s
- ▶ Nach vollständiger Inbetriebnahme und unter der Annahme, dass die von Starlink geplanten 42.000 Satelliten zum Einsatz kommen, geht eine optimistische Schätzung davon aus, dass
 - ▶ 13 Mio. potenzielle Kunden in Deutschland mit Download-Geschwindigkeiten von 100 Mbit/s oder
 - ▶ 1,3 Mio. potenzielle Kunden in Deutschland mit Download-Geschwindigkeiten von 1 Gbit/s
- ▶ Der Stromverbrauch der Empfangsantenne ist sehr hoch und liegt zwischen 75–100 W, was auf die kontinuierliche Nachführung vorbeifliegender Satelliten zurückzuführen ist – da das Heizsystem an kalten Tagen Schnee und Eis entfernt, steigt der Energieverbrauch dadurch noch weiter an
- ▶ Die Latenz des Starlink-Internetzugangs liegt zwischen 40 und 50 ms
- ▶ Die Installation der Empfangsantenne ist komplex – die Wandmontage (z. B. in Mehrfamilienhäusern) schränkt die Nutzungsmöglichkeiten erheblich ein
- ▶ Für die Starlink-Verbindung ist eine ungehinderte Sicht auf den Himmel im Winkel von 110° erforderlich – der Empfang kann zudem durch Hindernisse wie Bäume, Masten und Dächer sowie durch starken Regen beeinträchtigt werden

Quelle: Obermann 2025, Starlink Unternehmensinformation 2026

Schlussfolgerungen

Technische Leistungsparameter von lokalen Netzzugangsleitungen

- ▶ Auch wenn nicht mehr in **DSL** investiert wird, geht die Nutzung **nur langsam zurück**, zuletzt um 1 Mio. pro Jahr
- ▶ Obwohl **HFC** Gigabit-Bandbreiten bietet, nutzen es nicht einmal **zwei Fünftel** der HH
- ▶ Obwohl **FTTH** die optimale Anschlusstechnologie ist, können **10–20 %** der Haushalte **nicht kosteneffizient angeschlossen werden**
- ▶ Der derzeitige Ausbau des C-Bands würde bereits heute leistungsstarke FWA-Verbindungen ermöglichen (Strategie **Schneller Erfolg**)
- ▶ Der weitere Ausbau des C-Bands (Strategie **Erweiterung nach Bedarf**) und die künftige, nachfrageorientierte Nutzung von 6G und mmWellen (Strategie **Gezielte Investitionen**) werden ein erhebliches Bandbreitenpotenzial für leistungsstarke FWA-Verbindungen schaffen
- ▶ Um **Satelliten-Internet** nutzen zu können, ist eine komplexere Antenneninstallation erforderlich, die beträchtlichen **Platzbedarf** mit sich bringt

Kapitel IV

Wirtschaftliche Kennzahlen der lokalen Teilnehmeranschlüsse

Die Einführung von FTTH-Anschlüssen erfolgt unter den unterschiedlichsten Bedingungen – folglich liegen die Investitionen für fertiggestellte Anschlüsse zwischen 1.600 € und 3.900 € pro Anschluss

Investitionen^a für den Aufbau von FTTH-Zugangsnetzen (Investition p. HH)

HP: Entlang der Gebäude verlaufende Leitungssysteme

600–1.350 €

HC: Verlegung von Hausanschlussleitungen und Hausanschlüssen

700–1.500 €

NE4^b: Inhouse-Verkabelung

300–1.050 €

Schlüsselfaktoren HP

- ▶ Kabelverlegung (50–200 € p. m)
- ▶ Verlegetechniken und Komplexität von Tiefbauarbeiten (z. B. sonstige Infrastruktur, Kampfmittelbeseitigung)
- ▶ Wohneinheit (WE) pro Gebäude

Schlüsselfaktoren HC

- ▶ Abstand vom privaten Gebäude zur öffentlichen Straße
- ▶ Komplexität der Tiefbauarbeiten
- ▶ Tiefbauverfahren

Schlüsselfaktoren NE4

- ▶ Anzahl der Wohnungen im Gebäude und Größe des Gebäudes
- ▶ FTTH-Lösungen
- ▶ Werden auf 300 € festgesetzt^c

^a Umfrage unter regionalen Netzbetreibern (n = 78–110), durchgeführt vom Verband BREKO Anfang 2025, Frage: „Wie hoch sind Ihre durchschnittlichen Kosten für die verschiedenen Ausbaustufen pro Anschluss (ohne öffentliche Förderung)?“

^b NE4 = Netzebene 4 = Gebäudeinterne Verkabelung vom Verteilerpunkt im Keller bis zu den einzelnen WE, einschließlich Netzwerkanschluss und Verkabelungsinfrastruktur.

^c Da in dieser Studie schwerpunktmäßig die Versorgung von Ein- und Zweifamilienhäusern betrachtet wird, wird diese Investitionen am unteren Ende mit 300 € angesetzt.

Eine externe Antenne ist erforderlich, insbesondere wenn eine hohe Bandbreite benötigt wird – die Erfahrungen in Österreich zeigen jedoch, dass in vielen Fällen ein 5G-Innenraumrouter ausreicht

Abmessungen/Varianten

- ▶ Antennen zur Wandmontage sind typischerweise 15 cm × 20 cm groß
- ▶ Transparente Antennen für Fenstermontage verfügbar

Annahmen

- ▶ Außen-Customer Premises Equipment (CPE): 40 € pro Haushalt (inkl. Antenne, Sender)
- ▶ HH Verbindung: 20 €
- ▶ Wi-Fi-Router: 80 € pro HH
- ▶ Router mit 5G Antenne: 120 € pro HH
- ▶ **Kosten ohne Außen-CPE: 108–132 € (= 120 € (±10 %))**
- ▶ **Kosten mit Außen-CPE: 126–154 € (= 40 € + 20 € + 80 € = 140 € (±10 %))**

Quelle: Fritz, Huawei, tp-link

Die durchschnittlichen CAPEX für die Aufrüstung einer 5G-Basisstation liegen zwischen 72 €³³ und 180 € pro Nutzer – diese Zahlen liegen deutlich unter denen für FTTH-Anschlüsse

Investitionen zur Aufrüstung bestehender 5G-Basisstationen (Investition pro Nutzer)

Basis-Erweiterung auf C-Band^{a)}

72–100 €

Umfassende Erweiterung auf mmWellen^{a)}

132–180 €

Router/Outdoor CPE

108–154 €

Schlüsselfaktoren

- ▶ Die Berechnung basiert auf der Annahme, dass bereits ein Mobilfunkstandort mit einer Basisstation vorhanden ist, der lediglich modernisiert werden muss, um den gestiegenen Anforderungen an die Bandbreite und gegebenenfalls an die Kapazität gerecht zu werden
- ▶ Da die Modernisierung der Mobilfunkbasisstationen allen Nutzern zugutekommt und in einigen Fällen ohnehin im Rahmen des regulären Ausbaus der Mobilfunknetze durchgeführt worden wäre, werden die zusätzlichen Investitionen auf alle Nutzer aufgeteilt (250 pro Zelle)

a) Die Investition pro Basisstation berechnet sich wie folgt: $72 - 100 \text{ €} \times 250 = 18.000 - 25.000 \text{ €}$ für das C-Band-Upgrade.

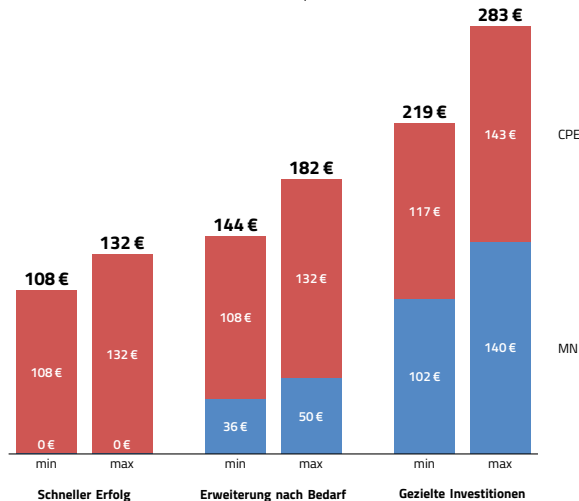
b) $132 - 180 \text{ €} \times 250 = 33.000 - 45.000 \text{ €}$ für das mmWellen-Upgrade.

Quelle: allpcb.com, Ericsson, Khatiwoda/Dawadi u. a. 2024, MPS, Nokia, Wisely 2019

Insgesamt sind die für einen 5G-Breitbandanschluss erforderlichen Investitionen – die zwischen 108 € und 283 € pro Haushalt liegen – deutlich geringer als die für FTTH

5G FWA Upgrade

CAPEX pro Anschluss



5G

- ▶ **Schneller Erfolg:** Kein Upgrade erforderlich
- ▶ **Erweiterung nach Bedarf:** Upgrade auf C-Band in 50 % erforderlich
- ▶ **Gezielte Investitionen:** Umfassende Modernisierung zur Ermöglichung der Nutzung von Millimeterwellen bei 50 % sowie Modernisierung auf das C-Band für die verbleibenden 50 %
- ▶ 250 Nutzer pro Zelle (FWA und mobile Kunden)

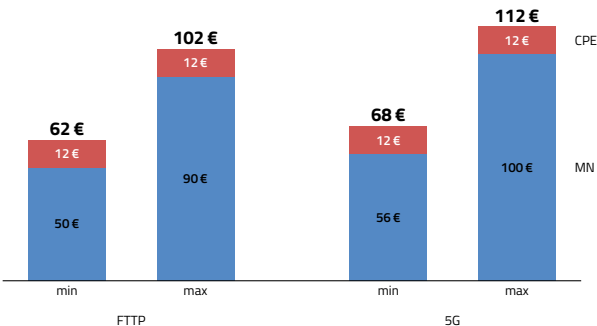
FTTH

- ▶ Die von BREKO berechnete Mindestschätzung für FWA beträgt 1.600 € pro Haushalt
- ▶ Die von BREKO berechnete Höchstschatzung für FWA beträgt 3.900 € pro Haushalt

Die Betriebskosten für mobilfunkbasierte Zugangslösungen auf dem gleichen Level wie für glasfaserbasierte Lösungen

Betrieb von FTTH im Vergleich zu 5G FWA

OPEX pro Anschluss



FTTH

- ▶ Keine Ersatzinvestitionen, Investitionen in die Erweiterung und Abschreibungen
- ▶ 12 € Servicekosten auf Kundenseite (Austausch eines defekten CPE)

5G FWA

- ▶ Keine Ersatzinvestitionen, Investitionen in die Erweiterung und Abschreibungen
- ▶ 12 € Servicekosten auf Kundenseite (Austausch eines defekten CPE)
- ▶ 250 Nutzer pro Zelle (FWA und Mobilfunkkunden)

Die Aufrüstung bestehender 5G-Mobilfunknetze erfordert moderate Investitionen und lässt sich zügig umsetzen

Wie lässt sich die Breitbandabdeckung verbessern?

Technologie	Bandbreite	Investitionen	Ausbaugeschwindigkeit	Betreiber
FTTH	+1.000 Mbit/s	sehr hoch	langsam	regional, bundesweit
5G FWA	200–1.000 Mbit/s	moderat	hoch	bundesweit

FTTH	Langfristig wird FTTH die vorherrschende Verbindungstechnologie in Deutschland sein und 80–90 % der Wohngebäude erreichen. Aufgrund des hohen Investitionsbedarfs für den Ausbau von FTTH und des damit verbundenen erheblichen Zeitaufwands wird sich FTTH erst zwischen 2030 und 2040 zur am weitesten verbreiteten Verbindungstechnologie entwickeln.
5G Mobilfunknetz-Upgrade	Es ist lediglich ein „Upgrade“ erforderlich: Die Infrastruktur für 5G-Mobilfunknetze ist bereits vorhanden. Anpassungen der Kapazität oder der maximalen Bandbreite lassen sich mit relativ geringem Aufwand vornehmen. Einfamilien- und Doppelhäuser bilden die Hauptzielgruppe und bieten ideale Voraussetzungen für die Installation von 5G-basierten FWA-Lösungen.
Sat ^a	Die Entwicklung hängt von den Betreibern von Satellitenflotten ^b mit Sitz in den US oder in China ab. Satellitengestützte Breitbandverbindungen werden in sehr ländlichen Gebieten weiterhin eine Nischenanwendung bleiben.

a) Diese Studie enthält keine Analyse der Investitions- und Betriebskosten, die mit der Einrichtung satellitengestützter Systeme für den Internetzugang verbunden sind.

b) Z. B. Geely, Leo, Starlink.

Die Anforderungen für die Installation von Starlink sehen viel Platz und eine ungehinderte Sicht auf den Himmel vor – Wohnungen in Mehrfamilienhäusern sind in der Regel ungeeignet

Installation von satellitengestützten Zugangslösungen^a

Antenneninstallation

- ▶ Ein Standort mit weitgehend freiem Blick (110°) auf den Himmel, frei von Ästen, Masten oder Dächern
- ▶ Die Satellitenschüssel ist eine rechteckige Phased-Array-Antenne mit den Maßen 60 cm × 39 cm



Weitere Installationen

- ▶ Stromversorgung für die Antenne
- ▶ Datenkabel zwischen Antenne und Router
- ▶ Stromversorgung für den Router

^{a)} In dieser Studie werden zum Vergleich ausschließlich Zugangslösungen berücksichtigt, die die LEO-Satelliten von Starlink nutzen, da dieses Unternehmen über die mit Abstand umfangreichste Netzabdeckung verfügt.

Die Gesamtkosten für die Nutzung von Starlink-Systemen liegen zwischen 600–1.200 € pro Jahr

Betrieb von satellitengestützten Zugangslösungen^a

Starlink-Tarif für Privatkunden

- ▶ *Lite*: 35 € pro Monat, Downlink 80–200 Mbit/s, uplink 15–35 Mbit/s, niedrigere Priorität (alter Tarif)
- ▶ *Privathaushalt 100 Mbit/s*: 29 € pro Monat, Downlink 100 Mbit/s, uplink 15–35 Mbit/s, niedrigere Priorität
- ▶ *Privathaushalt 200 Mbit/s*: 49 € pro Monat, Downlink 200 Mbit/s, uplink 15–35 Mbit/s, niedrigere Priorität
- ▶ *Privathaushalt Max*: 69 € pro Monat, Downlink 400 Mbit/s, uplink 20–40 Mbit/s, inkl. „Mini-Kit“ für den mobilen Einsatz, höhere Priorität

Alle Tarifmodelle beinhalten unbegrenztes Datenvolumen, einen WLAN6-Router; die tatsächliche Bandbreite hängt von der Netzwerkauslastung ab

Energieverbrauch von Starlink

- ▶ *Antenne*: Energieverbrauch 75–100 W → Energie 657–876 kWh p. a. → Kosten^b 204,98–273,31 € p. a.
- ▶ *Router*: Energieverbrauch 10–13 W → Energie 88–114 kWh p. a. → Kosten^b 27,46–35,57 € p. a.

Gesamtkosten

580,44–1.136,88 € p. a. (ohne Energiebedarf bei Minustemperaturen, Verbraucherpreise, inkl. 19 % MWSt)

^{a)} In dieser Studie werden zum Vergleich ausschließlich Zugangslösungen berücksichtigt, die die LEO-Satelliten von Starlink nutzen, da dieses Unternehmen über die mit Abstand umfangreichste Netzabdeckung verfügt.

^{b)} 31,2 €-Cent pro kWh – durchschnittlicher Strompreis für bestehende Privatkunden im März 2026 (stromanbieter.de).

Quelle: Pluto 2026, Starlink 05/2026

Wirtschaftliche Kennzahlen der lokalen Teilnehmeranschlüsse

- ▶ Die Einführung von FTTH-Anschlüssen erfolgt unter den **unterschiedlichsten Bedingungen** – folglich liegen die Investitionen für fertiggestellte Anschlüsse zwischen **1.600 € und 3.900 €** pro Anschluss
- ▶ Insgesamt sind die für einen 5G-Breitbandanschluss erforderlichen Investitionen – die zwischen **108 € und 283 €** pro Haushalt liegen – **deutlich geringer** als die für FTTH
- ▶ Die **Aufrüstung** bestehender **5G-Mobilfunknetze** erfordert **moderate Investitionen** und lässt sich **zügig umsetzen**
- ▶ Die Anforderungen für die Installation von **Starlink** sehen viel Platz und eine **ungehinderte Sicht auf den Himmel** vor – Wohnungen in Mehrfamilienhäusern sind in der Regel ungeeignet

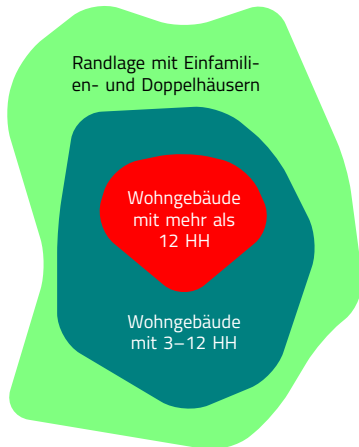
Kapitel V

Fallstudien

Selbst sehr große Städte umfassen umfangreiche Gebiete mit Einfamilien- oder Doppelhäusern – diese Gebiete eignen sich am besten für den Einsatz von 5G-FWA-Technologien.

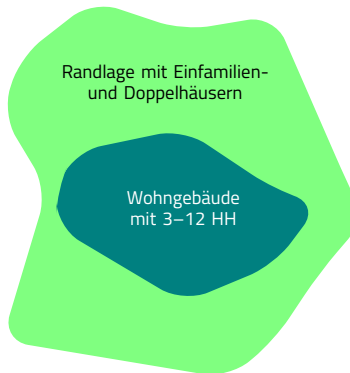
Siedlungsmuster in Deutschland nach Urbanisierungsgrad

Großstadt



Leipzig-Südost
Sachsen

Kleinstadt



Burscheid
Nordrhein-Westfalen

Dorf



Berg
Bayern

Nicht alle Gebäude am Stadtrand und in ländlichen Gebieten werden an das Glasfasernetz angeschlossen sein – 5G kann jedoch in Einfamilienhaussiedlungen leistungsstarke Alternativen bieten

Wohngebäude und Wohnungen^{a)}

Art des Wohngebiets	Dörfer	Kleinstädte	Großstädte	Breitband- versorgung	# Gebäude	# HH
Randlage mit Einfamilien- und Doppelhäusern	häufig	Wohngebiete	Einfamilienhaus-siedlungen	55 % FTTH 5 % HFC	15,9 Mio.	18,4 Mio.
Bei kleinen MFH mit 3–6 WE pro Gebäude	sehr wenige	Wohngebiete	Wohngebiete	30 % FTTH 10 % HFC	2,3 Mio.	9,4 Mio.
Bei mittelgroßen MFH mit 7–12 WE pro Gebäude	—	Stadtzentren	Wohngebiete	45 % FTTH 60 % HFC	1,0 Mio.	8,3 Mio.
Bei großen MFH mit mehr als 12 WE pro Gebäude	—	—	Stadtzentren	60 % FTTH 100 % HFC	0,2 Mio.	5,5 Mio.

a) Ohne die 0,8 Mio. Gebäude, die vom Statistischen Bundesamt als „sonstige Bauarten“ eingestuft wurden und 2,2 Mio. Wohnungen umfassen.

Quelle: DC 2025, S. 9–11

 Zielbereiche für 5G FWA

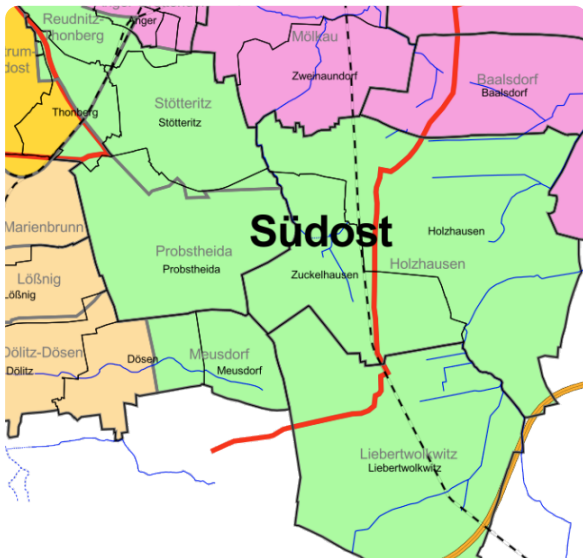
Zwar ermöglicht die technische Infrastruktur für 5G FWA in Großstädten und in rund 50 % der Kleinstädte eine sofortige Einführung, doch sind in den übrigen Kleinstädten und Dörfern Investitionen erforderlich

Grundlegende Strategien und Siedlungsmuster

Strategie	Schneller Erfolg	Erweiterung nach Bedarf	Gezielte Investitionen
Siedlungstyp	Großstadt	Kleinstadt	Dorf
Status C-Band Erweiterung	überall vorhanden	in der Hälfte der Städte	nicht verfügbar
Bandbreite	≈ 500 Mbit/s	≈ 350 Mbit/s	≈ 250 Mbit/s
Kapazität	sehr hoch	hoch	moderat
Notwendige Investition für FWA	keine	Hohe Investitionen an 50 % der Standorte	Investitionen in VHC/mmWellen
FWA Strategie	Schneller Start der 5G-Marketingkampagne FWA	FWA-Dienste werden sofort dort eingeführt, wo eine Hochband-Abdeckung verfügbar ist – in anderen Gebieten erfolgt die Einführung erst später	Vermarktung nach dem Upgrade auf VHC/mmWelle

Etwa 10 % der Einwohner Leipzigs leben im Stadtteil Südost – die sechs Ortsteile umfassen sowohl innerstädtische als auch ländliche Siedlungsformen

Fallstudie „Leipzig-Südost“ in Sachsen – Strategie Schneller Erfolg

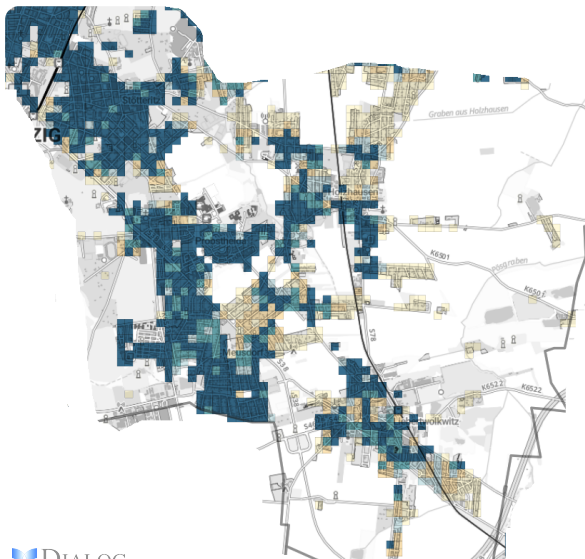


Stadt	Einwohner	Fläche	BD	HH
Bezirk		(km ²)	(1/km ²)	
Reudnitz-Thonberg	23.955	2,03	11.800	14.688
Stötteritz	18.249	3,71	4.919	10.336
Meusdorf	3.896	1,95	1.998	1.919
Probstheida	7.168	4,85	1.478	3.735
Liebertwolkwitz	5.469	9,27	590	2.811
Holzhausen	6.728	12,91	521	3.351
Leipzig Südost	65.465	34,72	1.886	36.840

Quelle: Stadt Leipzig, Wikipedia

Von den sechs Stadtteilen in Leipzig-Südost liegt die Abdeckung mit 200 Mbit/s insbesondere in Liebertwolkwitz und Holzhausen unter 50 % – in diesen Stadtteilen dürfte der Ausbau von 5G FWA besonders attraktiv sein

Fallstudie „Leipzig-Südost“ – 200 Mbit/s Festnetz-Breitbandabdeckung^a



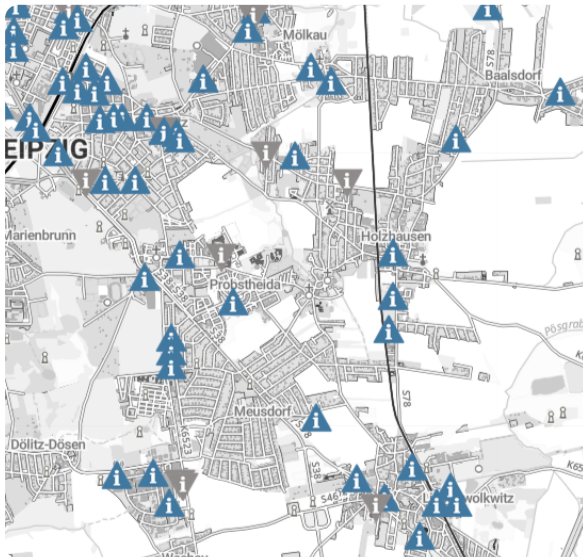
Stadtbezirk	DSL100	DSL200	HFC	FTTH
Reudnitz-Thonberg	95 %	78 %	86 %	36 %
Stötteritz	93 %	82 %	70 %	2 %
Meusdorf	88 %	51 %	73 %	8 %
Probstheida	85 %	50 %	75 %	8 %
Liebertwolkwitz	86 %	40 %	6 %	4 %
Holzhausen	79 %	42 %	4 %	3 %

^{a)} Da der Breitbandatlas keine aggregierten Daten für die Stadtbezirke oder Stadtteile von Leipzig bereitstellt, wurden diese durch die Auswertung der kartografischen Informationen ermittelt.

Quelle: BNetzA 2025

Der Stadtbezirk Leipzig-Südost verfügt über eine flächendeckende 5G SA-Versorgung, und zahlreiche Mobilfunkmasten sorgen für eine gute Kapazität

Fallstudie „Leipzig-Südost“ – Mobilfunkbasisstationen



Mobilfunkabdeckung^a

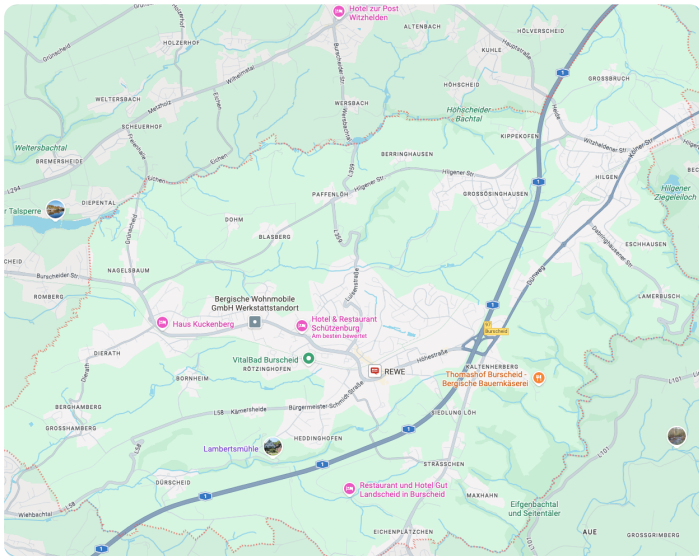
- ▶ 5G SA: 100%
- ▶ Die 5G-Netzabdeckung ist in Großstädten in der Regel besser als in ländlichen Gebieten, da es in Städten aus Kapazitätsgründen eine überdurchschnittlich hohe Anzahl an Basisstationen gibt

a) Stand: Ende 2025.

Quelle: BNetzA 2026a

Burscheid ist eine Kleinstadt im Rheinisch-Bergischen Kreis von Nordrhein-Westfalen – die Stadt zeichnet sich durch zwei Hauptwohngebiete und viele kleinere Weiler aus

Fallstudie „Burscheid“ in Nordrhein-Westfalen – Strategie Erweiterung nach Bedarf



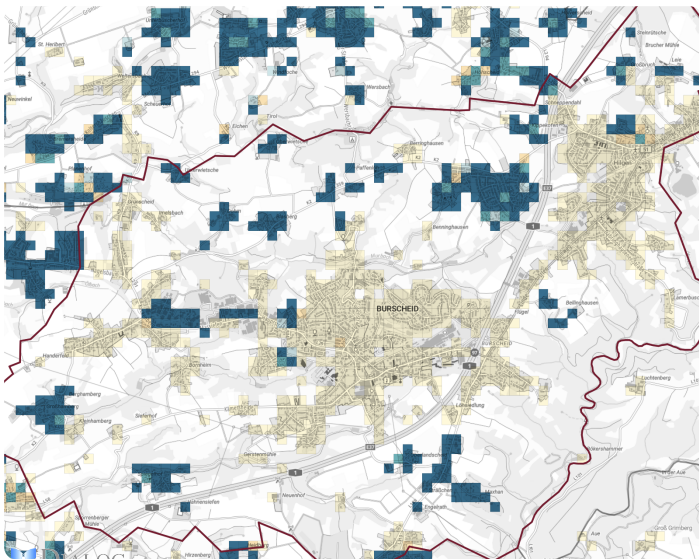
Demografische Merkmale

- ▶ 2 Hauptwohngebiete: „Burscheid Innenstadt“ und „Hilgen“
- ▶ 71 kleinere Dörfer
- ▶ 19.104 Einwohner, 27,3 km²
- ▶ Dünn besiedelt, 699 Einwohner pro km²
- ▶ 9.098 WE
- ▶ 5.015 Gebäude mit Wohnraum
- ▶ 4.862 Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser (96,9 %)
- ▶ 4.808 Einzelperson oder Vereinigung privater Eigentümer (95,9 %)

Quelle: Gemeinde Burscheid, Statistisches Bundesamt

Burscheid (NRW) ist ein Beispiel für eine Kleinstadt, in der die Grenzen der DSL-Technologie eine flächendeckende Bereitstellung höherer Bandbreiten verhindern – FTTH wird nur in Randgebieten genutzt

Fallstudie „Burscheid“ – 200 Mbit/s Breitbandabdeckung



Festnetzabdeckung^a

DSL: 50, 100 und 200 Mbit/s → 88,4, 76,5 und 0,7 %—582 und 1.178 HH werden nicht erreicht mit 50 und 100 Mbit/s

HFC: 0,0 %

FTTH: 17,9 %—897 HH in einigen der kleineren Dörfer^b, die unter FTTH fallen

- ▶ Insgesamt 4.072 HH haben keinen Zugang zu einem 200 Mbit/s Breitbandanschluss.
- ▶ FTTH wurde in einigen Dörfern im Norden, Westen und Süden bereits gebaut
- ▶ Die Zielgebiete für den Ausbau von 5G-FWA sind die Randgebiete der wichtigsten Ballungsräume sowie Dörfer, die nicht über FTTH versorgt sind

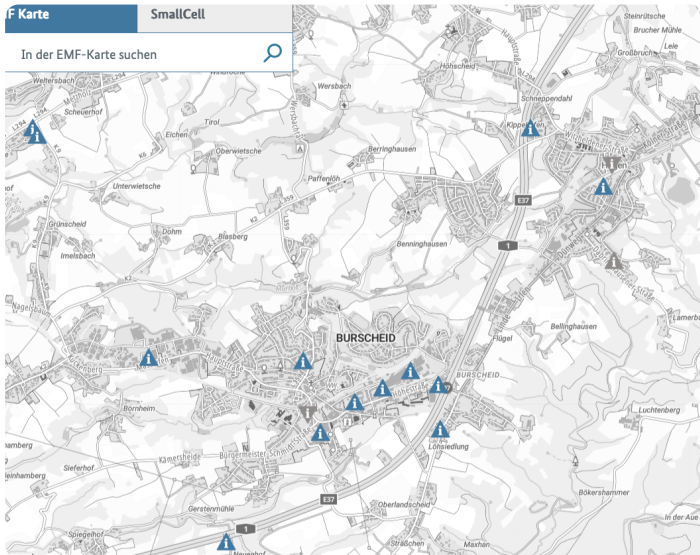
^a Stand: Ende 2025.

^b Bellinghausen, Blasberg, Teile von Bornheim, Dohm, Dürscheid, Großbruch, Großhamborg, Kippekoefen, Kleinbruch, Oberlandscheid, Oberwietsch, Osinghausen, Pfaffenlöh, Sporenberger Mühle, Straßchen, Unterwietsche.

Quelle: BNetzA 2025, Gemeinde Burscheid

Die 5G SA-Mobilfunkabdeckung beträgt nun 100 % – 12 Mobilfunkmasten sorgen in der Kleinstadt für eine gute Mobilfunkabdeckung.

Fallstudie „Burscheid“ – Mobilfunkbasisstationen



Mobilfunkabdeckung^a

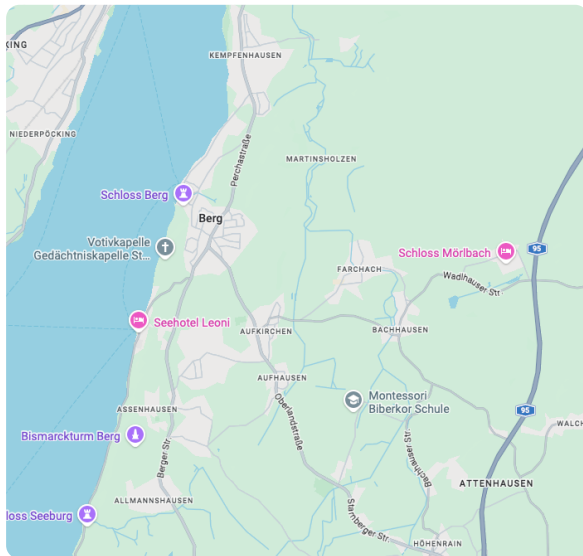
- ▶ 5G SA: 100 %
- ▶ Die Mobilfunkabdeckung ist in den wichtigsten Wohngebieten überdurchschnittlich gut, nicht zuletzt dank der Autobahn A1, die entlang der wichtigsten Wohngebiete der Stadt verläuft
- ▶ Die 12 Mobilfunkmasten sorgen insbesondere in den zentralen Wohngebieten für eine gute Netzabdeckung
- ▶ In einigen der umliegenden Dörfer ist die Entfernung zum nächsten Mobilfunkmast recht groß, was bedeutet, dass die über 5G verfügbare Bandbreite wahrscheinlich eher gering sein wird

^{a)} Stand: Ende 2025.

Quelle: BNetzA 2026a

Berg (Bayern) ist ein Ferienort in Bayern am Starnberger See, der aus 15 Ortschaften unterschiedlicher Größe besteht

Fallstudie „Berg“ in Bayern – Strategie Gezielte Investitionen



Demografische Merkmale^{a)}

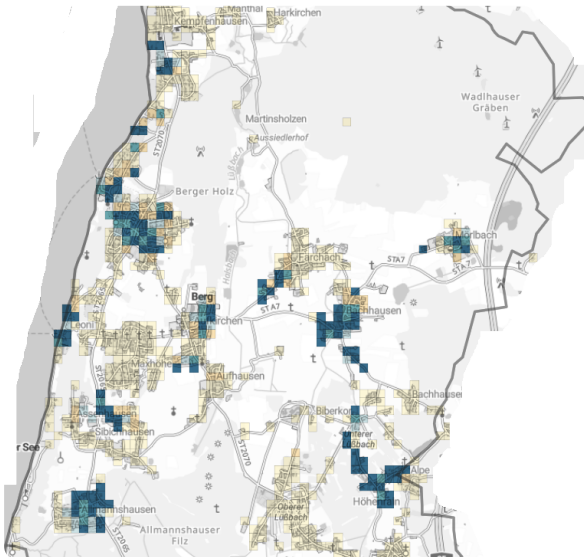
- ▶ 15 Gemeindeteile
- ▶ 8.128 Einwohner, 36,63 km²
- ▶ Mäßig dicht besiedelt, 222 Einwohner pro km²
- ▶ 3.800 WE
- ▶ 2.435 Gebäude mit Wohnraum
- ▶ 2.352 Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser (96,6 %)
- ▶ 2.341 Einzelperson oder Vereinigung privater Eigentümer (96,1 %)

a) Stand: 2022-05-15.

Quelle: Gemeinde Berg, Statistisches Bundesamt

Nur ein Drittel der Haushalte in Berg (Bayern) hatte Zugang zu Breitbandgeschwindigkeiten von 200 Mbit/s – HFC und FTTH erreichten weniger als 9 % der Haushalte

Fallstudie „Berg“ – 200 Mbit/s Breitbandabdeckung



Festnetzabdeckung^a

DSL: 50, 100 und 200 Mbit/s → 94,6, 84,4 und 33,4 % – Die Abdeckung liegt unter dem Durchschnitt – während 50 Mbit/s in 85 % der Haushalte verfügbar ist, hat nur ein Drittel Zugang zu 200 Mbit/s

HFC: 6,0 % – Kabelnetze versorgen in Kempfenhausen nur etwa 230 Haushalte

FTTH: 2,8 % – Die Einführung erfolgte nur sehr selektiv und betrifft lediglich rund 100 Haushalte^b

- ▶ Während die Breitbandabdeckung in einigen Dörfern 200 Mbit/s erreicht, leiden die Bewohner anderer Dörfer unter einer schlechten Breitbandabdeckung
- ▶ Insgesamt 1.565 Haushalte haben keinen Zugang zu einem 200 Mbit/s Breitbandanschluss.

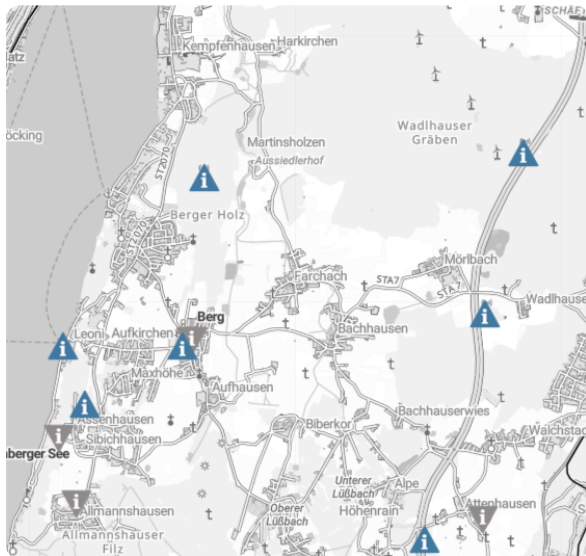
a) Stand: 2022-05-15.

b) Mörnbach, Leoni und eine Reihe von Grundstücken am Seeufer.

Quelle: BNetzA 2022, Gemeinde Burscheid

Aufgrund der touristisch attraktiven Lage am See und der Autobahn A95 befinden sich zahlreiche Mobilfunkstandorte innerhalb oder in der Nähe des Gemeindegebiets

Fallstudie „Berg“ – Mobilfunkbasisstationen



Mobilfunkabdeckung^a

- 5G SA: 99,0 %
- Die Mobilfunkabdeckung wird zudem durch den Tourismus und die nahegelegene Autobahn beeinflusst
- Die Mobilfunkmasten befinden sich einerseits in den Städten und Dörfern in der Nähe des Sees und andererseits entlang der Autobahn – in den dazwischenliegenden Dörfern ist die Entfernung zum nächsten Mobilfunkmast ziemlich groß.

a) Stand: 2022-05-15.

Quelle: BNetzA 2026a

Die in den Modellberechnungen zugrunde gelegten Preis- und Nachfrageverteilungen basieren auf den derzeit am Markt beobachteten Werten

Verbraucherpreise und Nachfrage

Bandbreite	Verbraucherpreis	Anteil
50 Mbit/s	29,99 €	27,0 %
100 Mbit/s	34,99 €	24,3 %
250 Mbit/s	39,99 €	19,6 %
300 Mbit/s	49,99 €	11,6 %
500 Mbit/s	69,99 €	9,9 %
1.000 Mbit/s	99,99 €	7,6 %

Quelle: Verbraucherpreise von 1&1 und Deutsche Glasfaser; BfNetzA 2026b, S. 17; Walter 2026a, S. 25

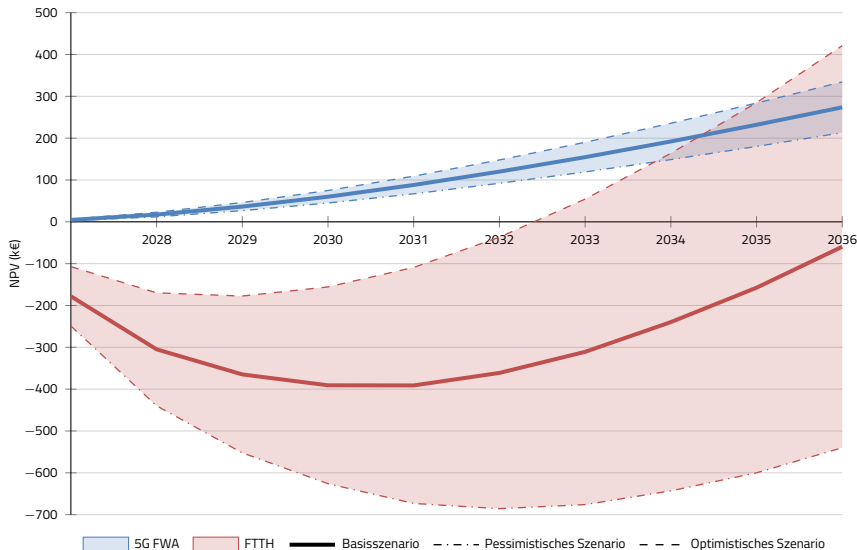
Zentrale ökonomische Annahmen zur Berechnung der Fallstudien

- Für die Vermarktung **zusätzlicher Breitbandanschlüsse** in der Zielregionen der drei Fallstudien wurden ein **Basisszenario**, ein **optimistisches** und ein **pessimistisches Szenario** gerechnet
- Die Preise aus der linken Tabelle wurden für die Kalkulation der FTTH-Umsätze angesetzt
- Für die Berechnung der 5G FWA-Umsätze wurden im optimistischen Szenario identische Preise wie bei FTTH und im pessimistischen Szenario um 30 % geringere Preise angesetzt
- Der **Bandbreitenbedarf** steigt in den beiden Hochgeschwindigkeitskategorien jährlich um 1 % und sinkt in den beiden Niedriggeschwindigkeitskategorien um denselben Prozentsatz – In den beiden mittleren Geschwindigkeitsklassen bleibt die Nachfrage unverändert
- In der Kategorie 5G FWA sind nur die Modelle mit 100, 250 und 300 Mbit/s erhältlich
- Die Investitionen und Kosten wurden gemäß der Angaben in Abschnitt IV angesetzt – die jeweiligen Minimal- und Maximalwerte im optimistischen bzw. pessimistischen Szenario und **die Mittelwerte im Basisszenario** – Investitionen für den Glasfaser-Inhaus-Ausbau werden mit dem Minimum angesetzt, da diese in Ein- und Zweifamilienhäusern weniger aufwendig sind
- In die **zahlungsstrombasierte Kalkulation** fließen die Erlöse (= Umsätze) als Einzahlungen und Kosten und Investitionen als Auszahlungen jeweils für die einzelnen Jahre ein und ergeben den **Cashflow (CF)** eines jeden Jahres
- Die so berechneten CF werden je nach ihrer zeitliche Lage in der Zukunft mit einem **Zinssatz von 7,0 % diskontiert** und als **kumulierter diskontierter Cash-Flow (KDCF)** bis zum jeweiligen Jahr aufaddiert – der KDCF wird auch als **Net Present Value (NPV)** bezeichnet
- Der **zeitliche Verlauf der KDCF-Werte** ist für die drei Fallstudien auf den Seiten 54–56 zu finden und gibt einen guten Eindruck über die Höhe des investierten Kapitals und dessen **Amortisationsverlauf** durch die Erlöse

Angesichts der guten DSL-Abdeckung in Leipzig-Südost beschränkt sich das Potenzial für 5G FWA auf Liebertwolkwitz und Holzhausen – diese Gebiete sind wirtschaftlich attraktiv

54

Fallstudie „Leipzig-Südost“ – Strategie Schneller Erfolg



Kundenzahlentwicklung

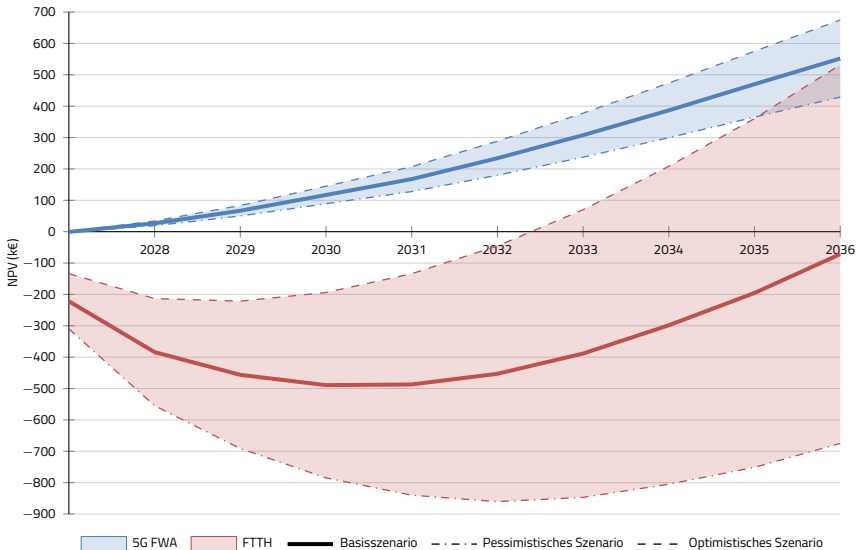
- ▶ 5G FWA – Anstieg der Kundenzahlen von 30 im Jahr 2026 auf 251 im Jahr 2035
- ▶ FTTH Kundenwachstum von 90 im Jahr 2026 auf 762 im Jahr 2035

Ergebnisse

- ▶ Mit 5G FWA-Zugangslösungen sind für eine begrenzte Anzahl an Haushalten in Randlagen von Großstädten, die eine unterdurchschnittliche Festnetz-Breitbandversorgung und eine sehr gute Mobilfunkabdeckung besitzen, schnell Breitbandanschlüsse realisierbar, die zudem wirtschaftlich tragfähig sind
- ▶ Da keine Investitionen in das Netzwerk erforderlich sind, ist der CF bereits im ersten Jahr positiv
- ▶ Selbst im besten Fall und bei dreimal so vielen Kunden machen sich FTTH-Zugangslösungen erst nach über zehn Jahren bezahlt
- ▶ Die Spannweite möglicher FTTH-Investitionen ist groß
- ▶ In ungünstigen Fällen kann die Wirtschaftlichkeit von FTTH-Zugängen nur mit öffentlichen Zuschüssen erreicht werden

In Kleinstädten wie Burscheid, in denen die Breitbandabdeckung unterdurchschnittlich ist, bietet 5G FWA für eine begrenzte Zahl von Kunden Vorteile gegenüber FTTH

Fallstudie „Burscheid“ – Strategie Erweiterung nach Bedarf



Kundenzahlentwicklung

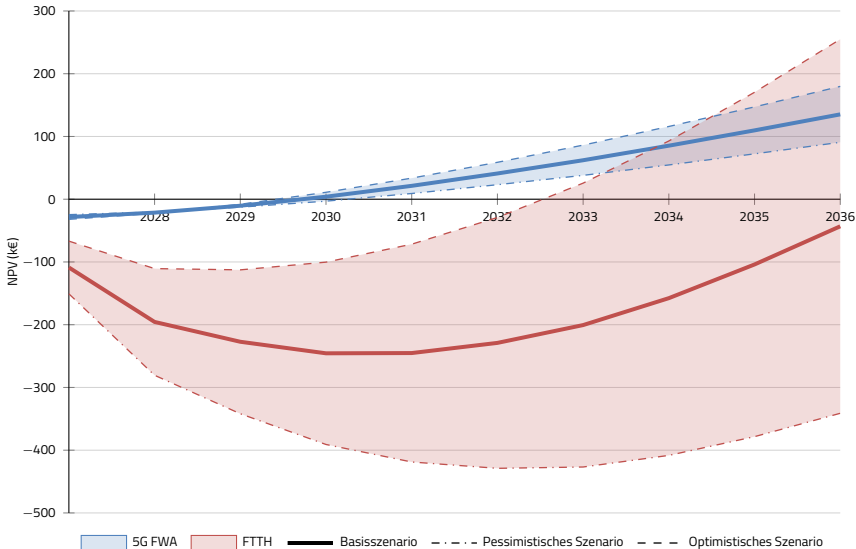
- ▶ 5G FWA – Anstieg der Kundenzahlen von 62 im Jahr 2026 auf 520 im Jahr 2035
- ▶ FTTH Kundenwachstum von 112 im Jahr 2026 auf 957 im Jahr 2035

Ergebnisse

- ▶ Mit 5G FWA-Zugangslösungen sind für eine begrenzte Anzahl an Haushalten in Kleinstädten, die eine unterdurchschnittliche Festnetz-Breitbandversorgung und eine gute Mobilfunkabdeckung besitzen, schnell Breitbandanschlüsse realisierbar, die trotz kleinerer Investitionen wirtschaftlich tragfähig sind
- ▶ Die Investitionen in die C-Band-Technologie bei 50 % der Basisstationen werden bereits im ersten Jahr durch die Kundeneinnahmen amortisiert
- ▶ Selbst im besten Fall und bei doppelt so vielen Kunden ist die Amortisation bei FTTH-Zugangslösungen nach zehn Jahren noch schlechter als bei 5G FWA
- ▶ Die Spannweite möglicher FTTH-Investitionen ist groß

In kleineren Dörfern mit nur teilweiser FTTH-Abdeckung und mäßiger DSL-Abdeckung sind die Vorteile von 5G FWA gegenüber FTTH zwar geringer, aber dennoch significant

Fallstudie „Berg“ – Strategie Gezielte Investitionen



Kundenzahlentwicklung

- ▶ 5G FWA – Anstieg der Kundenzahlen von 20 im Jahr 2026 auf 164 im Jahr 2035
- ▶ FTTH Kundenwachstum von 54 im Jahr 2026 auf 473 im Jahr 2035

Ergebnisse

- ▶ Mit 5G FWA-Zugangslösungen sind auch bei größeren Investitionen in die Mobilfunknetztechnik für eine begrenzte Anzahl an Haushalten in Dörfern, die eine unterdurchschnittliche Festnetz-Breitbandversorgung und eine moderate Mobilfunkabdeckung besitzen, schnell Breitbandanschlüsse realisierbar, die zudem wirtschaftlich tragfähig sind
- ▶ Investitionen in C-Band- und mmWellen-Technologie erfordern größere Investitionen, die sich in einer kleinen Gemeinde mit relativ begrenztem Kundenpotenzial erst nach zwei bis drei Jahren amortisieren
- ▶ Bei fast dreimal so vielen Kunden amortisieren sich FTTH-Zugangslösungen erst nach über 10 Jahren
- ▶ Die Spannweite möglicher FTTH-Investitionen ist groß – die Amortisation liegt im Mittel weit nach dem Jahr 2026

Fallstudien

- ▶ Wohngebiete mit **Einfamilien- und Doppelhäusern** findet man in **Dörfern** sowie am **Rande von Kleinstädten und sogar Großstädten**
- ▶ Wenn solche Wohngebiete über eine **unterdurchschnittliche Breitbandabdeckung** verfügen, sind sie die **Hauptzielgebiete** für FWA-Dienste
- ▶ Die Fallstudie **Leipzig-Südost** zeigt, dass FWA **am Stadtrand von Großstädten** sinnvoll eingesetzt werden kann.
- ▶ In **Kleinstädten** (Fallstudie: Buscheid) und **Dörfern** (Fallstudie: Berg) führt der **Ausbau von FWA parallel zum** fortlaufenden Ausbau von FTTH zu **wirtschaftlich vorteilhaften Ergebnissen**

Kapitel VI

Schlussfolgerungen

Die Vorteile des Ausbaus der Mobilfunknetze auf 5G FWA als Ergänzungstechnologie überwiegen den Risiken

Risiken für MNO

- ▶ Die Kunden **befürchten**, dass eine mögliche Umstellung auf eine neue Technologie – und möglicherweise auch ein Anbieterwechsel – zu **Problemen oder Ausfallzeiten** führen könnte^{a)}
- ▶ Zunehmende Akzeptanz von **satellitengestützten Lösungen für den Internetzugang**

Risiken für MNO (ohne Telekom)

- ▶ Die Telekom kann die Vermarktung ihrer **Hybridanschlüsse (DSL + 5G)** vorantreiben

a) Winzer/Ebert-Pappert 2026.

Chancen für MNO

- ▶ **Mobile Dienste** sind weiten Teilen der Bevölkerung **vertraut**
- ▶ Die Entwicklungen in **Österreich** zeigen, dass 5G-FWA auf **breite Akzeptanz** stößt
- ▶ Der Ausbau des Glasfasernetzes und die **Take-up-Raten** in Deutschland **sind** im europäischen Vergleich **niedrig**
- ▶ **Testangebote** mit einer Laufzeit von 1 bis 3 Monaten können dazu beitragen, Neukunden von den Möglichkeiten von 5G-FWA zu überzeugen
- ▶ Die **Investitionen** in den Ausbau der Basisstationen fallen **sehr moderat** aus
- ▶ **Alle Mobilfunknutzer werden** von den Investitionen in neue Mobilfunktechnologien **profitieren**, nicht nur 5G-FWA-Kunden

Kapitel VII

Appendix

Die Analyse stützt sich insbesondere auf eine Auswertung der folgenden Quellen:

- ▶ Unternehmensveröffentlichungen, Finanzberichte und Pressemitteilungen
- ▶ Öffentlich zugängliche Studien (z. B. Berichte der Bundesnetzagentur, der FTTH-Council, u. s. w.)
- ▶ Interviews mit Fachleuten von Telekommunikationsnetzbetreibern und Geräteherstellern



Autor der Studie

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Walter

- ▶ Geschäftsführender Gesellschafter des Beratungsinstitut Dialog Consult GmbH
- ▶ 30 Jahre Berufserfahrung in strategischen und regulatorischen Wirtschaftsfragen im Telekommunikationsmarkt
- ▶ Lehrauftrag an der Hochschule Rhein-Main

Literaturverzeichnis I

-  **BNetzA (2025).** Daten zur statistischen Auswertung der Breitbandverfügbarkeit in Deutschland aus dem Breitbandatlas, 12/2025. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. URL: https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/GIGA/DE/Breitbandatlas/Downloads/bba_12_2025.xlsx (besucht am 30.03.2026).
-  **BNetzA (2026a).** EMF-Karte. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. URL: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Vportal/TK/Funktechnik/EMF/start.html> (besucht am 30.05.2026).
-  **BNetzA (2026b).** Jahresbericht Telekommunikation 2025. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. URL: https://data.bundesnetzagentur.de/Bundesnetzagentur/SharedDocs/Mediathek/Jahresberichte/260603_JB_TK_fin_korr.pdf (besucht am 05.06.2026).
-  **BNetzA (2022).** Frequenzplan gemäß § 54 TKG über die Aufteilung des Frequenzbereichs von 0 kHz bis 3000 GHz auf die Frequenznutzungen sowie über die Festlegungen für diese Frequenznutzungen. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. URL: www.bundesnetzagentur.de/Frequenzplan (besucht am 29.05.2023).
-  **Böcker, J. (2025).** BREKO Marktanalyse 2025, 2025-08-14. Bundesverband Breitbandkommunikation e.V. URL: <https://brekoverband.de/aktuelles/breko-marktanalyse/> (besucht am 15.08.2025).
-  **DC (2025).** Glasfaser-Inhausnetze – Marktanalyse 2025, 2025-06-03. Köln: ANGA – Der Breitbandverband e.V./Dialog Consult GmbH/Verband der Anbieter im Digital- und Telekommunikationsmarkt e.V. URL: <https://www.dialog-consult.com/nl202503.php> (besucht am 31.03.2026).
-  **EC (2026).** How to master Europe's digital infrastructure needs?, 2024-02-21. European Commission. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/white-paper-how-master-europes-digital-infrastructure-needs> (besucht am 16.04.2026).
-  **ITU (2026).** Direct-to-device satellites: Four ways to connect the world. International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/hub/2026/03/direct-to-device-satellites-four-ways-to-connect-the-world/> (besucht am 01.09.2026).
-  **Jay, S./Neumann, K.-H./Plueckebaum, T. (2013).** „The Cost of Nationwide Fibre Access in Germany“. In: *Communications & Strategies* 85.1, S. 169–188.
-  **Khatiwoda, N. R./Dawadi, B. R./Joshi, S. R. (2024).** „Capacity and Coverage Dimensioning for 5G Standalone Mixed-Cell Architecture: An Impact of Using Existing 4G Infrastructure“. In: *Future Internet* 16.423. (Besucht am 20.04.2026).
-  **Lenz, D. (2026).** Satellitenmobilfunk – SpaceX ermöglicht bald Satellitenmobilfunk, 2026-03-03. *Forschung und Wissen*. URL: <https://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/technik/spacex-ermoeslicht-bald-satellitenmobilfunk-133710986>.
-  **Mandau, M./Pauler, W. (2025).** Bestes Handynetz: O2, Vodafone, Telekom im Test – Deutschlands härtester Netztest, 2025-11-21. *Chip*. URL: https://www.chip.de/artikel/Bestes-Handynetz-O2-Vodafone-Telekom-im-Test_186361981.html (besucht am 30.05.2026).
-  **Mansmann, U./Steiner, F. (2026).** „Das Ende von DSL – Das Ringen um den Übergang von Kupfer zu Glasfaser“. In: *c't* 44.3, S. 20–22.
-  **Market Reports World (2026).** Unternehmens-VSAT-Marktgröße, Anteil, Wachstum und Branchenanalyse, nach Typ (Produkte, Dienstleistungen), nach Anwendung (Regierungsorganisationen, große Unternehmen, KMU, andere), regionale Einblicke und Prognose bis 2033, 2026-03-30. Pune: Market Reports World. URL: https://www.marketreportsworld.com/de/market-reports/enterprise-vsats-market-14716068#rd_table (besucht am 22.05.2026).
-  **Neumann, K.-H./Schwarz-Schilling, C./Strube Martins, S./Kühling, J./Pfeiffer, N. (2026).** Zugang zu Gebäudenetzen: Ökonomische Grundlagen, effiziente Zugangsmodelle und Preissetzung sowie ihre rechtliche Implementierung. WIK-Consult GmbH. URL: <https://www.wik.org/veroeffentlichungen/veroeffentlichung/zugang-zu-gebaeudenetzen> (besucht am 27.03.2026).
-  **Obermann, K. (2025).** Leistungsfähigkeit des Satellitennetzwerks Starlink – Status 2025. Studie im Auftrag des BREKO, 2025-09-18. Gießen: Technische Hochschule Mittelhessen. URL: <https://brekoverband.de/2025/09/24/studie-satelliteninternet-keine-alternative-zu-glasfaser/> (besucht am 11.11.2025).

Literaturverzeichnis II

-  **Ockenfels, M./Plückebaum, T./Kulenkampff, G./Zoz, K./Kiesewetter, W. (2024).** Fixed Wireless Access als Versorgungsoption für Breitbandanschlüsse? WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH. url: <https://www.wik.org/veroeffentlichungen/veroeffentlichung/fixed-wireless-access-als-versorgungsoption-fuer-breitbandanschluss-e-nr-524> (besucht am 05. 01. 2025).
-  **Pavel, F. (2025).** Glasfaserausbau in Deutschland – Aktueller Stand und Erfolgsfaktoren, 2025-01-04. Stuttgart: Ernst & Young/Deutsche Telekom Aktiengesellschaft. url: https://www.ey.com/de_de/functional/forms/download/2024/12/glasfaserausbau-in-deutschland-aktueller-stand-und-erfolgsfaktoren (besucht am 02.02. 2025).
-  **Pluta, W. (2026).** Neue Tarifmodelle für Starlink in Deutschland, 2026-02-16. url: <https://www.heise.de/news/Neue-Tarifmodelle-fuer-Starlink-in-Deutschland-11178948.html> (besucht am 17. 03. 2026).
-  **RTR (2026).** RTR Internet Monitor Jahresbericht 2025, 2026-07-05. Wien: Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH. url: <https://www.rtr.at/TKP/aktuelles/publikationen/publikationen/m/im/internet-monitor-2025.de.html> (besucht am 08. 05. 2026).
-  **Scheuer, S. (2025).** Starlink startet mit Angebotsoffensive in Deutschland, 2025-09-26. url: <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/elon-musk-starlink-startet-mit-angebotsoffensive-in-deutschland/100155685.html>.
-  **Walter, A. (2026a).** 27. TK-Marktanalyse Deutschland 2026, 2026-05-12. Köln: Dialog Consult GmbH/Verband der Anbieter im Digital- und Telekommunikationsmarkt e. V. url: <https://www.dialog-consult.com/nl202602.php> (besucht am 12. 05. 2026).
-  **Walter, A. (2026b).** „Kommunikations- und Internet-Technik“. Duisburg.
-  **Weidner, M. (2026).** DSL-Abschaltung? Telekom räumt mit Gerüchten auf. [telfarif.de](https://www.telfarif.de/telekom-dsl-kupfer-abschaltung/news/101942.html). url: <https://www.telfarif.de/telekom-dsl-kupfer-abschaltung/news/101942.html> (besucht am 22. 06. 2026).
-  **Winzer, P./Ebert-Pappert, J. (2026).** „Glasfaseranschlüsse im deutschen Telekommunikationsmarkt: Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft“. In: *Netzwirtschaften & Recht* 23, S. 26–33. url: <https://www.dialog-consult.com/nl202601.php> (besucht am 02. 03. 2026).
-  **Wisely, D. (2019).** Capacity and costs for 5g networks in dense urban areas. Guildford, Surrey: Institute for Communication Systems, Faculty of Engineering und Physical Sciences, University of Surrey. url: <https://openresearch.surrey.ac.uk/esploro/outputs/doctoral/Capacity-and-costs-for-5g-networks/99512629102346/filesAndLinks?index=0> (besucht am 30. 04. 2026).
-  **Živadinović, D. (2025).** „Multifunk – Tx-Switching beschleunigt 5G-Uplink“. In: *c't* 43.12, S. 31.

Abkürzungsverzeichnis I

5G SA	5G Standalone
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANGA	ANGA – Der Breitbandverband e. V.
APL	Abschlusspunkt Linientechnik
bBKVrSt	Benutzerseitige Breitbandkabel-Verstärkerstelle
BKVtSt	Breitbandkabel-Verteilstelle
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
BREKO	Bundesverband Breitbandkommunikation e. V.
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAPEX	Capital Expenditure
CF	Cashflow
CPE	Customer Premises Equipment
CPE	customer premises equipment
D2D	Direct-to-Device
DC	Dialog Consult GmbH
Dipl.-Wirtsch.-Ing.	Diplom-Wirtschaftingenieur
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DTAG	Deutsche Telekom Aktiengesellschaft
EC	European Commission
EK	Europäische Kommission
EMF	Elektromagnetische Felder
FTTB	Fiber-To-The-Building
FTTH	Fiber-To-The-Home
FTTP	Fiber-To-The-Premises

Abkürzungsverzeichnis II

FV	Festverbindung
FWA	Fixed Wireless Access
FWA	fixed wireless access
GEO	Geostationärer Orbit
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPON	Gigabit Passive Optical Network
HA	Homes Activated
HC	Homes Connected
HFC	Hybrid Fiber Coax
HH	Haushalt
HP	Homes Passed
HVt	Hauptverteiler
inkl.	inklusive
IP	Internet Protocol
ITU	International Telecommunication Union
KDCF	kumulierter diskontierter Cash-Flow
KMU	klein- und mittelständische Unternehmen
KVz	Kabelverzweiger
LEO	Low Earth Orbit
LTE	Long Term Evolution
MFH	Mehrfamilienhäuser
mind.	mindestens
MN	mobile network
MNO	Mobile Network Operator
MWSt	Mehrwertsteuer
NE	Netzebene
NPV	Net Present Value

Abkürzungsverzeichnis III

NRW	Nordrhein-Westfalen
OPEX	Operational Expenditure
p. a.	per annum
POP	Point of Presence
PtMP	Point-to-Multipoint
RF	Richtfunk
RTR	Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH
S.	Seite
s.	siehe
TK	Telekommunikation
TKG	Telekommunikationsgesetz
TP	Twisted Pair
TV	Television
üBKVrSt	übergeordnete Breitbandkabel-Verstärkerstelle
ÜP	Übergabepunkt
US	Vereinigte Staaten
u. s. w.	und so weiter
VATM	Verband der Anbieter im Digital- und Telekommunikationsmarkt e. V.
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VHC	Very High Capacity
VoD	Video-on-Demand
VrP	Verstärkerpunkt
WE	Wohneinheit
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WIK	Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
WLAN	Wireless Local Area Network
z. B.	zum Beispiel