

Whitepaper

# Breitbandausbau mit Glasfaser und Mobilfunk



Der Breitbandausbau in Deutschland schreitet voran, so dass bereits 94,5% der Haushalte Zugang zu einem immerhin 50 MBit/s oder schnelleren Internetzugang haben. Gleichzeitig ist er ein Flickenteppich: Parallel zur Optimierung bestehender Kupferanschlüsse durch schnellere DSL-Technologien oder Kabel werden zunehmend Anschlüsse über Glasfaser erschlossen, wobei es auch hier unterschiedliche Anschlussvarianten (GPON, AON, G.fast, etc.) gibt. Sprich: Man muss genau prüfen, welcher Anschluss am jeweiligen Standort verfügbar ist.

Für Unternehmen mit immer bandbreitenhungrigeren Anwendungen werden Gigabit-fähige Anschlüsse benötigt. Insbesondere im ländlichen Bereich gibt es in diesem Bereich trotz starker Zuwächse in den letzten Jahren noch Nachholbedarf. Die Lösung könnte in den neuen Mobilfunkstandards liegen, denn diese versprechen sehr hohe Bandbreiten und könnten sich zu einer echten Alternative zu kabelgebundenen Anschlüssen entwickeln.

Deshalb werden in diesem Whitepaper die sich im Ausbau befindlichen modernen Breitbandanschlüsse mit ihren Vorteilen und technischen Unterschieden beschrieben. Auf dieser Basis ist eine passgenaue Auswahl eines Anschlussrouters möglich.

## Glasfaser für den Hausanschluss (FTTH / FTTB)

Die Glasfaser hat eine zentrale Bedeutung für den Breitbandinternetausbau der Zukunft. Es bietet eine nahezu unbegrenzte Bandbreitenkapazität und sehr geringe Signaldämpfung. Sie eignet sich somit optimal für die Übermittlung von großen Datenmengen über lange Distanzen.

Für den Hausanschluss wird dabei zwischen zwei Varianten unterschieden:

→ **FTTH (Fiber to the Home)**: Hier wird die Glasfaser bis in die einzelne Wohnung / Firmengebäude geführt. Am Übergabepunkt, zwischen dem FTTH-Netz des Netzbetreibers und dem Hausnetz des Kunden, sitzt eine Optical Network Termination (ONT), die das optische Glasfaser-Signal in ein elektrisches Signal zur Verteilung im Hausnetz wandelt. Das OLT (Optical Line Terminal) führt dann die optischen Signale von den ONTs in einem einzigen multiplexierten Lichtstrahl zusammen.

Bei FTTH werden zwei unterschiedliche Zugangstechnologien verwendet, die zwar beide Glasfaser als Übertragungsmedien nutzen, sich jedoch in den Eigenschaften und der Funktionsweise unterscheiden. Zum einen Gigabit Passive Optical Networks (GPON) und zum anderen Active Optical Networks (AON) oder auch als Active Ethernet bekannt.

→ **FTTB (Fiber to the Building)**: Auch hier wird die Glasfaser bis in das Gebäude geführt. Dabei endet sie meist an einem Übergabepunkt, der die Glasfaser in das bestehende Kupfer-Hausnetz überführt. Die im Gebäude vorhandenen Wohn- / Firmeneinheiten teilen sich somit die auf der Glasfaser ankommende Bandbreite.

### Aufbau Glasfaserkabel

Bei der Glasfaser handelt es sich um einen Lichtwellenleiter. Anders als bei DSL-Anschlüssen werden die Signale nicht elektrisch, sondern mittels Lichtimpulsen optisch übertragen. Die Übertragungsgeschwindigkeit innerhalb der Faser ist rasend schnell und beträgt 2/3 der Lichtgeschwindigkeit.

Ein Glasfaserkabel setzt sich dabei aus vier Komponenten zusammen, dem Kern, dem Innen- und Außenmantel sowie der äußeren Hülle.

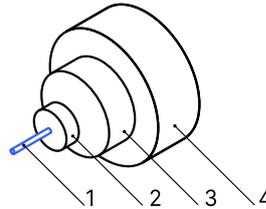


Abbildung 1:  
Aufbau Glasfaserkabel

- Über den Kern (1), der ähnlich dünn ist wie ein menschliches Haar, werden die Signale übertragen.
- Der Mantel (2) sorgt für die Führung des Lichtes, und somit dafür, dass das Licht nicht die Faser verlassen kann.
- Der Außenmantel (3) und die äußere Hülle (4) dienen als Schutz vor mechanischen Beschädigungen.

### GPON

Bei einem Gigabit Passive Optical Network (GPON) handelt es sich, vergleichbar zum Kabelnetz, um ein Shared Medium. Die Glasfasern mehrerer Haushalte werden mit einem passiven optischen Splitter zusammengeführt und teilen sich dann dieselbe Leitung zum Netzbetreiber.

Pro Netzbetreiberleitung steht eine Datenrate von 2,5 GBit/s im Download und 1 GBit/s im Upload zur Verfügung. Diese Kapazität muss zwischen den angeschlossenen Haushalten aufgeteilt werden. Man redet vom sogenannten Splitting-Faktor. Ein üblicher Splitting-Faktor in Deutschland beträgt 1 zu 32. 32 Haushalte teilen sich somit die Datenrate von einem GPON-Anschluss.

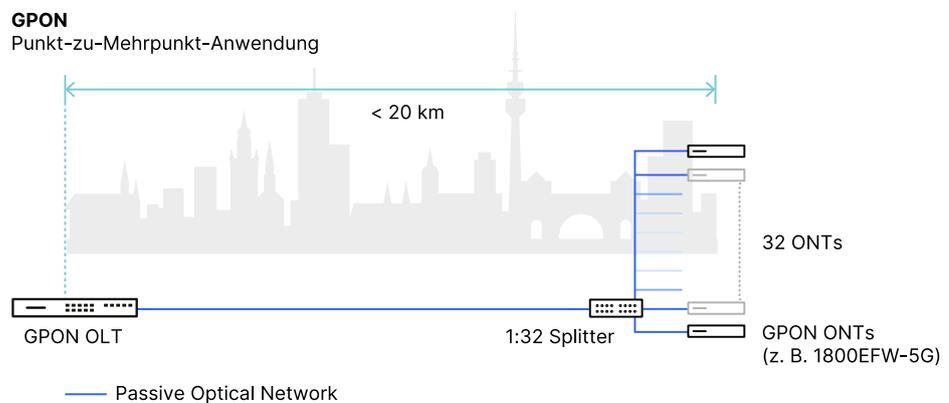


Abbildung 2:  
Gigabit Passive Optical Network  
(GPON)

GPON verfügt über eine dynamische Bandbreitenzuordnung und diverse Quality-of-Service-Funktionen, so dass die Nutzer trotz der geteilten Bandbreite eine höchstmögliche Performance erhalten. Die großen Vorteile von GPON sind auf

Netzbetreiberseite die geringere Anzahl von Glasfasern, die verlegt werden müssen, und die höhere Portdichte in der Vermittlungsstelle. Mit einem Port können viele Teilnehmer angeschlossen werden. Dadurch ergibt sich ein Kostenvorteil.

## AON

Bei Active Optical Networks (AON) bzw. Active Ethernet handelt es sich um Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen dem Teilnehmer und dem Netzbetreiber. Jeder Teilnehmer verfügt also über eine separate Leitung zur Vermittlungsstelle des Netzbetreibers, auch als PoP oder CO bekannt. In der Regel wird als Übertragungsprotokoll Ethernet mit einer Geschwindigkeit von symmetrisch 1 GBit/s im Down- und Upload verwendet.

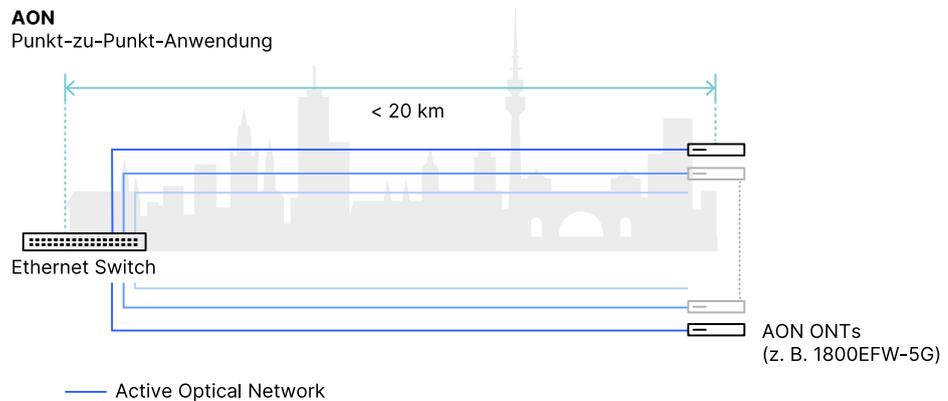


Abbildung 3:  
Active Optical Network (AON)

Der große Vorteil von AON ist, dass die Datenrate nicht mit anderen Teilnehmern geteilt werden muss und der Nutzer so eine garantierte Performance erhält. Jedem Kunden steht somit zu jeder Zeit – auch in Spitzenzeiten – die volle Bandbreite zur Verfügung. Außerdem ist die Störsicherheit durch die separate Leitung höher. Insbesondere bei Business-Anwendungen spielt Active Ethernet somit seine Stärken aus.

## FTTB mit G.fast

Anstatt die Glasfaser bis in jeden Haushalt zu verlegen, wird bei FTTB die Glasfaser in einem Hausanschlussraum, häufig im Keller, oder in unmittelbarer Nähe des Gebäudes terminiert. Von hier aus werden auf den letzten Metern bis zum Teilnehmer das in vielen Fällen bereits vorhandene Kupferdoppeladerkabel der bestehenden Telefonverkabelung verwendet.

Als Übertragungstechnik wird G.fast eingesetzt, eine auf DSL basierende Technologie, die für die hoch performante Übertragung über kurze Distanzen optimiert ist. Dadurch sind Datenraten von über 1 GBit/s pro Teilnehmer möglich. Die im Vergleich zu (V)DSL sehr hohen Datenraten kommen durch ein massiv vergrößertes Frequenzspektrum zustande. In Folge dessen nimmt die Datenrate mit steigender Leitungslänge auf Grund der starken Dämpfungswerte der Kupferdoppelader schnell ab.

Der Vorteil von FTTB zusammen mit G.fast ist, dass man die bestehende Infrastruktur beim Teilnehmer wiederverwenden kann, ohne Geschwindigkeitsdefizite in Kauf zu nehmen. Die initialen Kosten sind gering und die Ausbaugeschwindigkeit hoch. G.fast eignet sich somit hervorragend als Brückentechnologie.

## Mobilfunk (5G)

Bei dem Standard 5G handelt es sich um die fünfte Generation im Mobilfunk, dem zukunftsweisenden Nachfolger des 4G (LTE). 5G verspricht durch eine vergrößerte Übertragungsbandbreite und einer erhöhten spektralen Effizienz gegenüber 4G höhere Geschwindigkeiten.

Das Spektrum von 5G nutzt – aufgeteilt in zwei Frequenzbereiche – sowohl die Vorteile von kurz- als auch langwelligen Funkwellen. Analog zu den Vorgängerstandards kommen für 5G in Deutschland daher Frequenzen mit hoher Reichweite zwischen 700 MHz und 2,6 GHz, sogenannte Zentimeterwellen, zum Einsatz. Zusätzlich dazu steht für 5G seit 2019 das Frequenzband von 3,4 bis 3,8 GHz zur Verfügung. Zusammengefasst stellen diese Frequenzen den FR1 (Frequency Range 1) dar und werden auch als Sub-6-GHz-Bereich bezeichnet.

Neu ist, dass für 5G-Netze auch der Frequenzbereich oberhalb von 24 GHz geplant ist (Frequency Range 2), um dem Anspruch nach hohen Datenraten gerecht zu werden. Dieser Millimeterwellenbereich (mmWaves) wird in Deutschland – anders als in anderen europäischen Ländern – allerdings erst in einigen Jahren zur Verfügung stehen. Im Vollausbau ist theoretisch bis zu zweistelliges Gigabit-Tempo möglich, welches sich die Benutzer dann wie bei jedem Shared Medium teilen müssen.

Der große Vorteil von mobilfunkbasiertem Ausbau gegenüber dem kabelgebundenem ist der vereinfachte Zugang zu den Haushalten. Tiefbauarbeiten zum Verlegen von Faser oder Kabel und das Errichten von Haus- und Wohnungszugängen kann eingespart werden. Mit nur einer Mobilfunkstation lassen sich hunderte Teilnehmer erreichen.

Mehr Informationen hierzu finden Sie in unserem [Whitepaper](#).

## Fazit

Die immensen Anstrengungen, den Breitbandausbau in Deutschland voranzutreiben, führen einerseits zu einer deutlichen Steigerung der Anschlussgeschwindigkeiten, andererseits zu einer großen Vielfalt der Anschlussarten. Deshalb gilt es bei der Auswahl eines passenden Internetzugangsrouters genau zu prüfen, beispielsweise welcher Glasfaseranschluss am jeweiligen Standort vorhanden ist bzw. sein wird.

Insbesondere Unternehmen mit erhöhtem Bandbreitenbedarf sollten auf professionelle Netzwerkequipment-Hersteller setzen, welche Router für jegliche Anschlussarten im Portfolio haben. Idealerweise sollten diese auch mehrere am jeweiligen Standort verfügbare Internetanschlüsse parallel zu nutzen können. Dies hat zwei Vorteile: Im Active / Active-Betrieb (Load Balancing) kann die Bandbreite mehrerer Anschlüsse einerseits gleichzeitig genutzt werden, andererseits bleibt bei Ausfall einer der Leitungen die Anbindung ans Internet aufrechterhalten (High Availability).