

## G.fast und VDSL2: So geht's Hohe Datenübertragungsraten auf kurzen Strecken

**Netzbetreiber setzen bei ihren Netzausbauplänen auf einen Mix aus VDSL2-Vectoring sowie G.fast und FTTB, wenn FTTH nicht wirtschaftlich ausgerollt werden kann. Welche Technologien sind für welche Konstellationen am besten geeignet?**

Beim mittel- bis langfristigen Ziel Fibre-to-the-Home (FTTH) sind sich die Netzbetreiber einig. Wenn kurzfristig – aus welchen Gründen auch immer – kein Glasfaseranschluss bis ins Haus möglich ist, gehen die verschiedenen Anbieter jedoch unterschiedliche Wege. Die meisten Netzbetreiber setzen dabei auf einen Technologiemix: VDSL2 und Vectoring sowie Fibre-to-the-Building (FTTB) und G.fast. Schwerpunktmäßig konzentriert sich die Deutsche Telekom auf den Glasfaseranschluss bis zu Hauptverteilern und Kabelverzweigern (FTTC) und nutzt von da an VDSL2-Vectoring bis zu den Teilnehmern. Im Unterschied dazu gehen die regionalen und lokalen Wettbewerber in der Regel mehrgleisig vor. Sie bauen aus betriebswirtschaftlichen Gründen ihre vorhandenen VDSL2-Vectoring-Infrastrukturen weiter aus und verlegen in neu erschlossenen Wohn- und Gewerbegebieten FTTB- und FTTH-Glasfaseranschlüsse.

VDSL2-Vectoring hat sich in den letzten Jahren im Markt stark verbreitet. Netzbetreiber aller Größen setzen die Technologie ein, um existierende VDSL2-Zugänge zu beschleunigen. Nutzen Netzbetreiber VDSL2-Vectoring-Anschlüsse mit Profil 17a im Frequenzspektrum bis zu 17 MHz erzielen sie Datenübertragungsraten zwischen 50 und 100 Mbit/s. Seit dem letzten Jahr ist in Deutschland Vectoring mit Profil 35b verfügbar; diese Variante nutzt das Frequenzspektrum bis 35 MHz. Damit lassen sich Datenübertragungsraten von bis zu 300 Mbit/s erzielen.

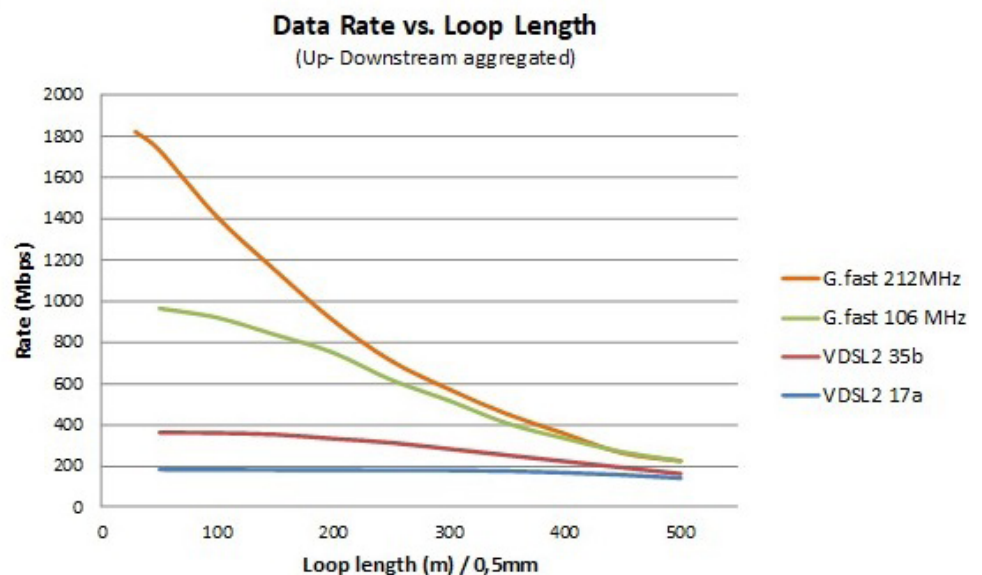
## G.fast: Datenübertragungsraten wie auf Glasfasern

Das Übertragungsverfahren G.fast bietet deutlich höhere Bandbreiten als VDSL2 und ist die erste Kupferübertragungstechnologie, die Datenraten erreicht, wie sonst nur per Glasfaser möglich sind. G.fast eignet sich von kurzen bis zu sehr kurzen Streckenlängen. Mit G.fast der ersten Generation können Summendatenraten (Upstream + Downstream) von nahezu 1.000 Mbit/s auf sehr kurzen Leitungen erzielt werden – dabei wird ein Frequenzspektrum bis zu 106MHz verwendet. Die zweite G.fast-Generation erlaubt die Nutzung des Frequenzspektrums bis zu 212MHz. Dadurch verdoppelt sich die erzielbare Summendatenrate auf bis zu 2.000 Mbit/s auf sehr kurzen Leitungen. In den meisten Fällen verwenden Netzbetreiber G.fast in FTTB-Architekturen, also zur Datenübertragung auf der hausinternen Kupferleitung.

## Datenübertragungstechnologien im Vergleich

Doch welche Technologie stellt nun für den jeweiligen Anwendungsfall das Optimum dar? DZS hat nachgemessen: Es wurden umfangreiche Messreihen zu Datenübertragungsraten und Streckenlängen sowohl im G.fast Profil 106a als auch 212a durchgeführt. Ebenfalls im Test liefen Netzknoten mit Vectoring Profil 17a und mit Profil 35b. Ziel der Messungen war es zu ermitteln, welche Technologien am besten für bestimmte Anwendungsfälle geeignet sind. DZS hat G.fast in seinen FTTB-DPUs (Distribution Point Units) im Einsatz, beispielsweise im MileGate 2042. Dieser für die FTTB-Installation optimierte Netzknoten stellt acht G.fast Schnittstellen mit den Profilen 212a als auch 106a bereit.

Im Vergleich zu VDSL2-Vectoring lassen sich mit G.fast bis zu einer Streckenlänge von 500 m (siehe Abbildung 1) deutlich höhere Datenraten erzielen. Eine besondere Beachtung verdienen die Messergebnisse bis 50 m. Hier bringt es G.fast mit 212 MHz auf aggregierte Datenübertragungsraten von 1,8 Gbit/s. Bei einer Streckenlänge von 250 m reduzieren sich die Übertragungsraten auf rund 700 Mbit/s; ebenfalls in diesem Bereich nähern sich die Datenübertragungsraten von G.fast mit 106 MHz und G.fast mit 212 MHz an. Kurz



noch ein Blick auf die gemessenen Maximalwerte bei sehr kurzen Leitungen, wie sie im FTTB-Umfeld durchaus gängig sind: Im Bereich von weniger als 100 m erreicht G.fast mit 106 MHz nahezu 1.000 Mbit/s; bei G.fast mit 212 MHz sind es rund 1.400 Mbit/s. Bei weniger als 50 m sind sogar fast 2.000 Mbit/s möglich.

Ab einer Streckenlänge von mehr als 500 m gleichen sich die Datenübertragungsraten von G.fast und VDSL2-Vectoring an. Anders ausgedrückt: VDSL2-Vectoring mit Profil 17a und mit Profil 35b sind bei längeren Kupferstrecken die geeigneteren Verfahren. Bis zu einer Streckenlänge von ca. 700 m erzielt VDSL2 Profil 35b höhere Datendatenübertragungsraten als VDSL2 Profil 17a.

### Trennung des Frequenzspektrums bei VDSL2 und G.fast

Eine weitere Differenzierung zwischen VDSL2 und G.fast – neben der Performance auf der Kupferstrecke – zeigt sich beim jeweils eingesetzten Modulations- und Duplexing-Verfahren. Bei der Modulation setzen sowohl VDSL2-Vectoring als auch G.fast auf DMT (Discrete Multi Tone): Beide teilen den Frequenzbereich in einzelne Übertragungskanäle (Subcarrier) auf, Trägersignale übertragen dann die Daten.

Anders als bei der Modulation gibt es beim Duplexing klare Unterschiede: VDSL2 setzt auf FDD (Frequency Division Duplexing), unterteilt das verfügbare Frequenzspektrum in einzelne Bereiche und nutzt sie für Downstream und Upstream. Netzbetreiber legen die Aufteilung durch Bandpläne und Profile fest. Der Vorteil der Aufteilung des Frequenzspektrums in einzelne Bereiche für Downstream beziehungsweise Upstream: Auf dem gleichen Kabel lassen sich parallel Down- und Upstream-Daten übertragen.

Im Unterschied dazu erfolgt die Trennung bei G.fast zeitbezogen per TDD (Time Division Duplexing).

	VDSL2	G.Fast
Modulation	DMT	
Duplexing	FDD	TDD

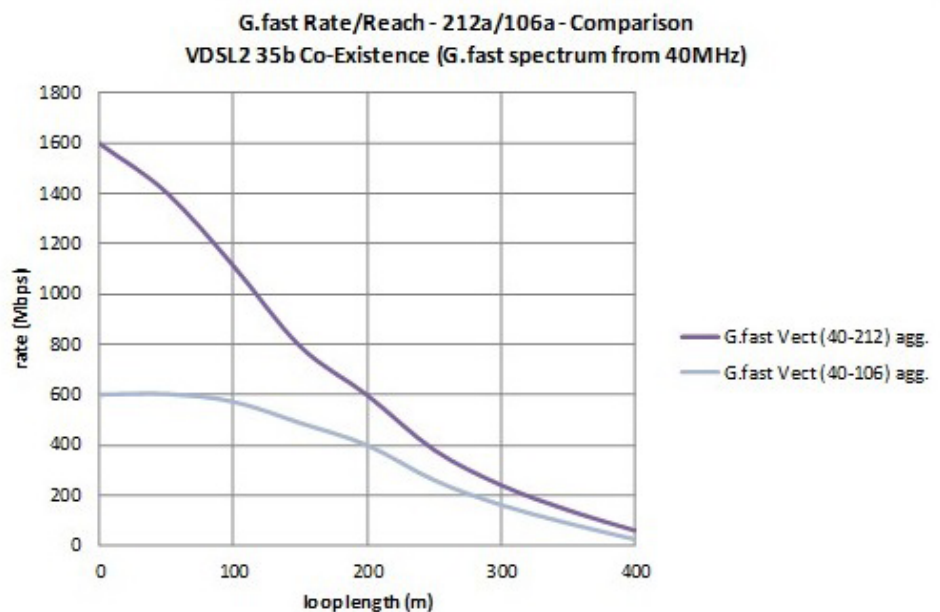
Down- und Upstream verwenden jeweils abwechselnd den gesamten Frequenzbereich. G.fast sendet in eigens definierten Zeitspannen zunächst alle Daten im Downstream und wechselt dann zum Upstream. Der Vorteil dieses Verfahrens: Netzbetreiber können das Verhältnis von Downstream und Upstream frei festlegen. Dabei ist nicht nur eine asymmetrische (beispielsweise hohe Downstream- und geringe Upstream-Rate), sondern auch eine symmetrische Aufteilung mit zum Beispiel jeweils 500 Mbit/s für Down- und Upstream möglich.

## Technisch möglich: paralleler Betrieb von G.fast und VDSL2

Wenn G.fast und VDSL2 im gleichen Kabel zum Einsatz kommen sollen, gibt es einiges zu beachten: Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um denselben oder um unterschiedliche Netzbetreiber handelt. VDSL2 und G.fast sind spektral inkompatibel. Zu einem Problem wird dies, wenn im Fall von FTTB von einem Kabelverzweiger VDSL2 in ein Mehrfamilienhaus geführt wird und in diesem ein G.fast-Knoten vorhanden ist oder eingesetzt werden soll. VDSL2-Vectoring mit Profil 17a nutzt das Frequenzspektrum bis zu 17 MHz, Profil 35b das Frequenzspektrum bis 35 MHz und G.fast mit 106 MHz das Frequenzspektrum von 2,2 bis 106 MHz. Durch diese Überlappung im Frequenzbereich stören sich VDSL2- und G.fast-Signale gegenseitig.

Aber: Sowohl technisch betrachtet als auch in der Praxis ist ein Parallelbetrieb von G.fast und VDSL2 im gleichen Kabel möglich. Netzbetreiber müssen dazu die G.fast-Geräte so konfigurieren, dass die G.fast-Übertragung nicht den VDSL2-Frequenzbereich nutzt. Um ein „Übersprechen“ zu verhindern, setzt die G.fast-Übertragung bei Ko-Existenz mit VDSL2 Profil 17a erst ab dem Frequenzbereich von ca. 20 MHz ein – beziehungsweise ab ca. 40 MHz bei Ko-Existenz mit VDSL2 Profil 35b. Zudem ist auch eine Überlappung der Frequenzbereiche möglich, wenn der VDSL2-Knoten in größerer Entfernung zum G.fast-Knoten steht. Dieses ist dadurch begründet, dass mit wachsender Entfernung die Träger der höheren Frequenzen des VDSL2-Signals sowieso nicht mehr zur Datenübertragung beitragen, eine Beeinflussung durch G.fast ist also nicht mehr gegeben.

Es führt allerdings kein Weg daran vorbei: Ko-Existenz mit VDSL2 bedeutet Leistungseinbußen für die G.fast-Übertragung. Nutzen Netzbetreiber G.fast 106 MHz zusammen mit VDSL2 Profil 35b, bleibt zur Datenübertragung lediglich der Frequenzbereich von ca. 40 bis 106 MHz. Dies war auch einer der Hauptgründe für die Entwicklung der G.fast-212-MHz-Technologie. In dem von 106 MHz auf 212



MHz erweiterten Frequenzbereich kommt es bei Ko-Existenz mit VDSL2 lediglich zu einer prozentual wenig relevanten Reduktion der Datenrate.

Der mögliche Parallelbetrieb von VDSL2 und G.fast und damit von Vectoring und Glasfaser hat auch die Bundesnetzagentur auf den Plan gerufen, denn in diesem Szenario kollidieren die Interessen der Deutschen Telekom und die der alternativen Netzbetreiber. Mit ihrer Entscheidung will die Bundesnetzagentur sicherstellen, dass verschiedene Breitbandtechnologien wie G.fast und VDSL2 nebeneinander und im selben Gebäude funktionieren. In der Entscheidung sind die genauen Parameter in Tabellen festgelegt, auf welche sich die Netzbetreiber im Einzelfall beziehen müssen. Fakt ist: die unteren G.fast-Frequenzen werden in der Koexistenz mit VDSL2 Vectoring gekappt, G.fast 212 MHz bietet jedoch dennoch genügend Bandbreite über die oberen Frequenzen, die auch in diesen Fällen wettbewerbsfähige Datenraten ermöglichen, die – für Netzbetreiber und ihre Kunden besonders wichtig – auch tatsächlich realistisch erzielt werden.

---

## Über DZS

DZS (NSDQ: DZSI) ist ein innovativer Anbieter von Breitband-Access-Lösungen und Marktführer in den Bereichen optisches Festnetz, Mobilfunk und Gebäudevernetzung für Netzbetreiber und Unternehmen. DZS ist Vorreiter im Breitband-Access und bei xHaul-Plattformen für Mobilfunknetze mit über 20 Millionen ausgelieferten Produkten. Unsere Kunden schätzen unsere Innovationen, die die Grundlage für zukunftssichere Netze mit herausragender Performance sind. Mehr als 1.000 Service Provider, Netzbetreiber und Unternehmen in über 100 Ländern nutzen die Innovationskraft, die offenen Lösungen und die Flexibilität von DZS. Wir statten sie mit den Netzressourcen aus und bieten Ihnen die Freiheit in ihrer Netzkonzeption, die sie benötigen, um auf ihren Märkten führend zu sein und ihren Kunden ein konkurrenzloses Kommunikationserlebnis zu bieten. Mit Produktions-, Entwicklungs-, Service- und Supportzentren auf der ganzen Welt ist DZS in der Lage, Netzbetreibern und Unternehmen erstklassige Lösungen und Technologien der neuesten Generation anzubieten und sie damit in ihrer Anpassungs- und Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu unterstützen.



**DZS EMEA**  
Hannover, Deutschland  
[info.emea@DZSi.com](mailto:info.emea@DZSi.com)  
[www.DZSi.com](http://www.DZSi.com)

**Contact DZS today**  
[marketing@DZSi.com](mailto:marketing@DZSi.com)