

# FTTH – die passiven Komponenten

## Planung und Umsetzung

Die Grundlage für jede FTTH-Infrastruktur bildet eine durchdachte Verkabelung – vom Backbone bis in die Wohnungen. Da es sich dabei um langfristige Investitionen handelt, müssen diese auf die Zukunft ausgerichtet sein.

### Fredy Schwyter

Eine Investition in ein Glasfaser-Backbone als Grundlage für FTTH amortisiert sich typischerweise erst über einen Zeitraum von 10–20 Jahren – was im Übrigen auch für jede andere Form der Infrastruktur gilt. Die Verlegekosten mit den anfallenden Bauarbeiten sind vergleichbar mit den Kosten für den Einbau der beiden herkömmlichen Netze für die Telefonie und das Kabelfernsehen. Umso wichtiger ist es, dass die Ansätze auf eine lange Nutzung ausgerichtet sind und der stetigen Zunahme des Bandbreitenbedarfs gebührend Rechnung tragen.

Es spricht wenig dafür, dass die Wachstumskurve der genutzten Bandbreiten in der nahen Zukunft abflachen wird, weil man eine Art «Sättigung» erreicht hätte. Natürlich hat man in Teilbereichen wie der Audioübertragung kein grosses Wachstum zu erwarten, weil man die vom Menschen maximal nutzbare Qualität bereits heute liefern kann.

3-D-HDTV ist aber ein Beispiel dafür, was sich im Bereich der Videodaten tun wird. Und ob die aktuelle Auflösung von 1920×1080 Bildpunkten das letzte Wort ist, bleibt auch abzuwarten. Gerade bei den heute üblichen grossen Geräten

erscheint hier eine Weiterentwicklung durchaus realistisch.

Im Internet werden die Übertragungsraten mit Sicherheit ebenfalls noch deutlich ansteigen. So werden Übertragungen ganzer virtualisierter Systemimages und Anwendungen in naher Zukunft Realität werden, was hohe Bandbreiten zur Minimierung der Antwortzeiten für Anwender erfordert. Das Moore'sche Gesetz der Verdoppelung der Prozessorgeschwindigkeiten alle 2 Jahre trifft sinngemäss auch auf den Bandbreitenbedarf im Internet und damit für FTTH zu – die beiden Entwicklungen hängen ja durchaus zusammen.

### Projektmanagement

Klar ist, dass nur Glasfasernetze auf Dauer diesem wachsenden Bedarf gerecht werden können. Die erfolgreiche Umsetzung der passiven Infrastruktur beginnt mit einer auf langfristige Nutzbarkeit ausgerichteten Planung. Davor steht allerdings das Zusammenführen aller beteiligten Parteien. Triple-Play-Provider, Netzbetreiber, Lieferanten von aktiven und passiven Komponenten und andere Beteiligte müssen Hand in Hand arbeiten, damit die Investition auf einem zukunftsfähigen Geschäftsmodell basiert.

Für eine optimierte Umsetzung ist es von besonderer Bedeutung, dass man bei einem FTTH-Konzept von Beginn an auch die «Gebäudeakquisition» im Blick hat, also ein Konzept für die Fortführung der Verkabelung innerhalb der Gebäude. Dabei muss es Angebote sowohl für Neuverkabelungen – typischerweise beim Neu- oder Umbau – und die Integration in bestehende Gebäude geben. Das Ziel ist nicht der Hausanschlusskasten (gemäss Bakom, BEP, Building Entry Point), sondern der Schritt hin zu den Glasfaseranschlussdosen (Bild 1) in Wohnungen

und Büros (gemäss Bakom, Optical Telecom Outlet, OTO).

Bei der Planung gilt es dabei insbesondere auf Innovationen zu achten, die teure Arbeitsschritte vermeiden oder eliminieren und die gleichzeitig die Zukunftsfähigkeit der Investition sichern. Beispiele dafür sind kompakte Spezialkabel, die sich in bestehende Rohrsysteme einblasen lassen, vorkonfektionierte Produkte mit einem reduzierten Aufwand für die Verlegung (die Konfektionierung von Glasfaserkabeln vor Ort ist immer noch vergleichsweise aufwendig). Innovative Aufteilkonzepte für die Nutzung der Glasfasern und die Nutzung biegeoptimierter Fasern und Kabel. Letztere sind gerade bei bestehenden Infrastrukturen von grosser Bedeutung.

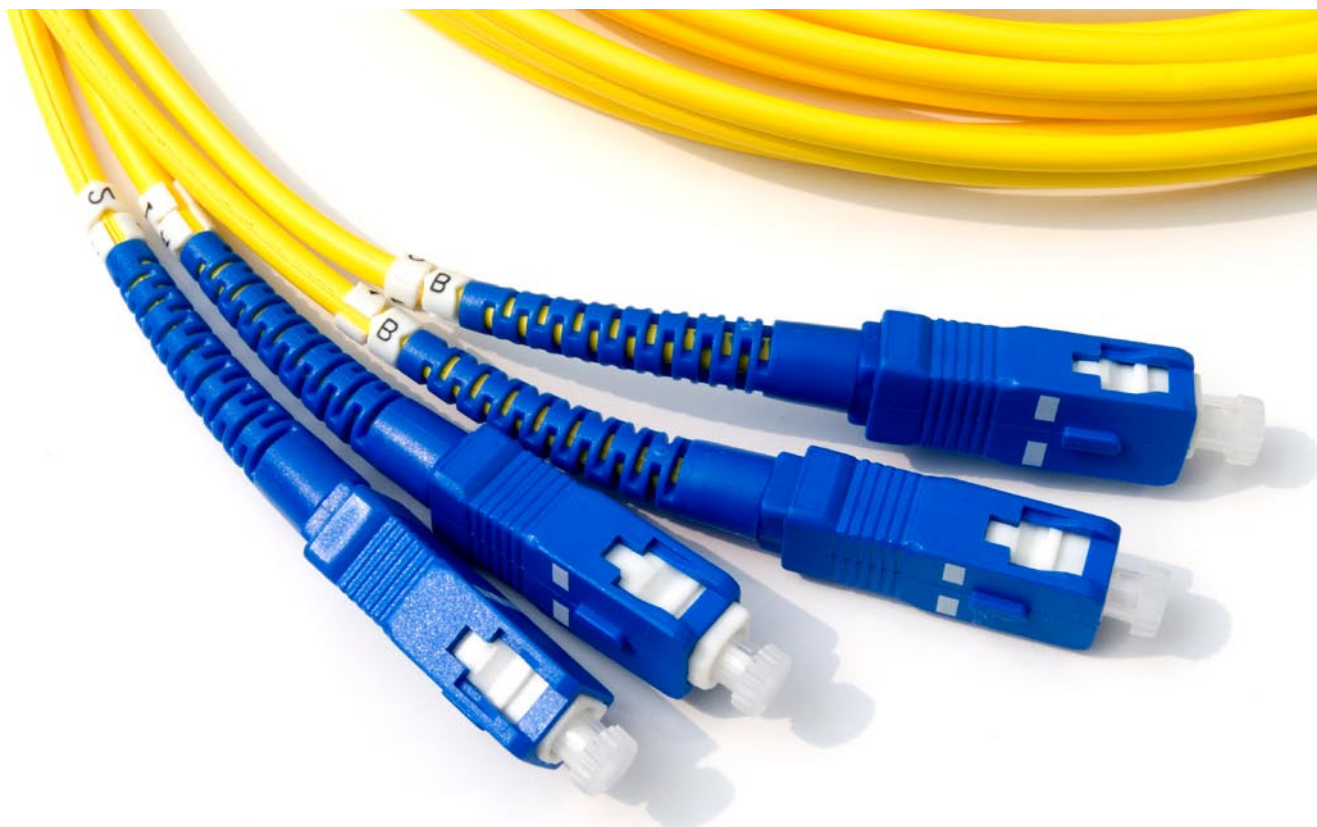
Die Auslegung der Infrastruktur muss sich dabei immer an den in Zukunft zu erwartenden Bandbreiten orientieren, also ein erhebliches Wachstum einbeziehen. Gerade hier bietet Glasfaser aber viel Potenzial – und selbst bei einfachen Ansätzen auf den letzten Metern (nicht der «letzten Meile») wie POF (Polymere Optical Fibres) sind in absehbarer Zeit Bandbreiten von 1 Gbit/s zu erwarten. Klar ist auch, dass man bei der Verkabelung immer davon ausgehen muss, dass sich aktive Komponenten wie Switches viel einfacher austauschen lassen als die Verkabelung selbst. Hier gilt es, einerseits die Balance zwischen den zusätzlichen Investitionskosten für mehr potenzielle Bandbreite (wobei Glasfaser hier per se viel Spielraum bietet) und Fehlerredundanz und andererseits dem Risiko von hohen Kosten bei späteren baulichen Anpassungen durch Neuverlegung oder Veränderung der Kabel zu finden.

### Verkabelung in bestehenden Gebäuden

Eine besondere Herausforderung stellt die Verkabelung innerhalb von bestehenden Gebäuden dar. Bei Neubauten kann man bereits bei der Bauplanung die spezifischen Anforderungen von FTTH berücksichtigen und beispielsweise die Einschränkungen von Glasfaser bezüglich der Krümmung der Kabel und der mechanischen Empfindlichkeit berücksichtigen. Allerdings gibt es zunehmend mehr



Bild 1 Glasfaseranschlussdose.



Bilder: Mygate

**Bild 2** Vorkonfektionierte Glasfaserkabel.

Lösungen, mit denen auch kleine Biegungen umgesetzt werden können.

In bestehenden Gebäuden gibt es durchaus auch Vorteile der Glasfaserverkabelung neben den Bandbreiten. Die Unempfindlichkeiten gegenüber elektrischen oder elektromagnetischen Störfeldern ist ein wichtiger Punkt, gerade bei der Verlegung in vorhandenen Rohren oder neben vorhandenen Kabeln. Auch der geringe Platzbedarf wirkt sich positiv aus.

In Gebäuden mit einer bestehenden Verkabelung sollte es daher in der Regel kein grosses Problem sein, Glasfaserkabel in Kabelschächten und Kabelkanälen nachzurüsten. Davon werden vor allem gewerbliche Kunden profitieren, da Büros oft und Fabriken meist entsprechend vorbereitet sind. Anders stellt sich die Situation im engeren FTTH-Anwendungsfall des privaten Nutzers in Wohngebäuden dar. Hier liegt die Chance insbesondere darin, die Verkabelung beispielsweise in oder neben der bestehenden Elektroverkabelung nachzurüsten, gegebenenfalls auch unter Verwendung von POF.

Ein Konzept für die Umsetzung von FTTH muss dabei die verschiedenen Anwendungsszenarien definieren und Lösungsalternativen aufzeigen, vor allem

wenn private Benutzer die Kosten innerhalb ihres Gebäudes tragen müssen und daher tendenziell immer zu günstigeren Alternativen greifen werden.

### Die Technik der Verkabelung

Die Glasfasertechnologie hat dabei in den vergangenen Jahrzehnten signifikante Fortschritte gemacht. Als vergleichsweise junge Technologie – die ersten kommerziellen verlustarmen Lichtleiter kamen 1970 auf den Markt – hat sie insbesondere in Bezug auf die Dämpfung inzwischen massive Fortschritte gemacht. So wurden beispielsweise von AT & T, Corning und NEC im Mai 2009 über eine einzelne Glasfaser mit einer Länge von 580 km 320 Kanäle mit einer Bandbreite von jeweils 114 Gbit/s und damit einer Gesamtbandbreite von insgesamt 32 Tbit/s übertragen. Das macht das enorme Potenzial dieser Technologie deutlich.

Glasfaserkabel bestehen aus dem Kern (core), einem Mantel (cladding) und einer Schutzbeschichtung (coating/buffer). Die Übertragung erfolgt über den Kern, die Lichtstrahlen brechen sich dann am Mantel mit seiner niedrigeren Brechungsahl. Durch die entstehende Totalreflexion erfolgt eine Führung des Lichtstrahls im Kern. Wenn die Biegung

zu stark wird, findet keine Totalreflexion mehr statt, was eine entsprechende Dämpfung zur Folge hat. Hier liegt eine der Herausforderungen für FTTH. Daher kommen zunehmend neue Fasern speziell für den FTTH-Einsatz auf den Markt, die um den Faserkern herum entweder noch eine hochreflektierende Fluoridschicht enthalten oder ein auf einer Nanostruktur basierendes Cladding aufweisen, um die Totalreflexion sicherzustellen und Dämpfungsverluste zu vermeiden.

Mit diesen werden auch Biegeradien unter 10 mm unterstützt, bei einer weiterhin fast verlustfreien Übertragung. Diese neuen Kabel sind nach ITU-T G.652.C/D spezifiziert und werden sich im FTTH-Bereich voraussichtlich schnell etablieren.

Je nach Art der Verlegung werden auch vorkonfektionierte Kabel (**Bild 2**) immer wichtiger, weil der Konfektionierungsaufwand bei Glasfaser im Vergleich zu anderen Verkabelungsformen deutlich erhöht ist – wenn man einmal von den einfach zu konfektionierenden POF-Verkabelungen im Low-End-Bereich absieht, die aber insbesondere auf der Strecke zu den Endgeräten im FTTH-Bereich auch immer wichtiger werden. POF leidet aber im Vergleich zu Glasfaserkabeln unter

einer sehr viel höheren Dämpfung, was die erreichbaren Bandbreiten und insbesondere die möglichen Streckenlängen einschränkt. Da POF aber vor allem auf kurzen Strecken innerhalb der Wohnungen zum Einsatz kommt, relativieren sich diese Faktoren. Zudem sind auch hier Fortschritte zu erwarten.

Klar ist aber auch, dass die klassische Glasfaser und POF unterschiedliche Einsatzbereiche aufgrund ihrer Stärken und Schwächen haben – Biegeradius und Unempfindlichkeit, die Kombination mit der Übertragung elektrischer Signale und die einfache Konfektionierung sprechen für POF, die erreichbaren Bandbreiten und die hohe Übertragungsqualität für Glasfaser. Die Frage ist letztlich nur, an welcher Stelle im Gebäude ein Übergang von Glasfaser auf POF oder auch auf Kupferkabel erfolgt. Das aber hängt vor allem von den baulichen Rahmenbedingungen ab.

### Erfolgreiches FTTH beginnt bei der Verkabelung

Bei der Umsetzung von FTTH-Konzepten kommt der Verkabelung eine besondere Rolle zu. Sie bildet die Grundlage sowohl für kurz- und langfristig optimierte Kosten als auch für die Ausbaubarkeit des gesamten Netzes. Deshalb ist die zukunftsorientierte Planung der Verkabelung ein Schlüsselfaktor für den Erfolg der FTTH-Investition. Richtig gemacht, sind sie aber eindeutig der Weg, den man in der Kommuni-

kation gehen muss, um die wachsenden Bandbreitenanforderungen durch «Triple Play and more» bedienen zu können.



#### Angaben zum Autor

**Fredy Schwyter**, dipl. Ing. HTL/STV, ist Key-Account-Manager bei Mygate. Als Spezialist für das Thema IT-Security ist er zudem Fachautor und Dozent an der HTA Luzern.

Mygate, 8048 Zürich,  
info@mygate.ch

#### Résumé

##### FTTH – les composants passifs

###### Planification et mise en œuvre

La base de toute infrastructure FTTH est un câblage bien conçu – du réseau fédérateur ou « backbone » jusqu'aux appartements. Etant donné qu'il s'agit là d'investissements à long terme, ceux-ci doivent être orientés sur l'avenir.