

## 6. FTTR-Technologien im Detail: PON und AON

Wenn man von FTTR spricht, ist zu beachten, dass unterschiedliche Varianten existieren und FTTR deshalb ein Oberbegriff ist, der leider von einigen Marktteilnehmern als Bezeichnung für eine konkrete Variante verwendet wird und es dadurch zu Fehlinterpretationen und Missverständnissen kommen kann. Bild 6-1 zeigt eine Übersicht zu den gegenwärtig bekannten „echten“ FTTR-Varianten, wobei die damit verbundenen Standardisierungsaktivitäten mit aufgeführt sind [6-1].

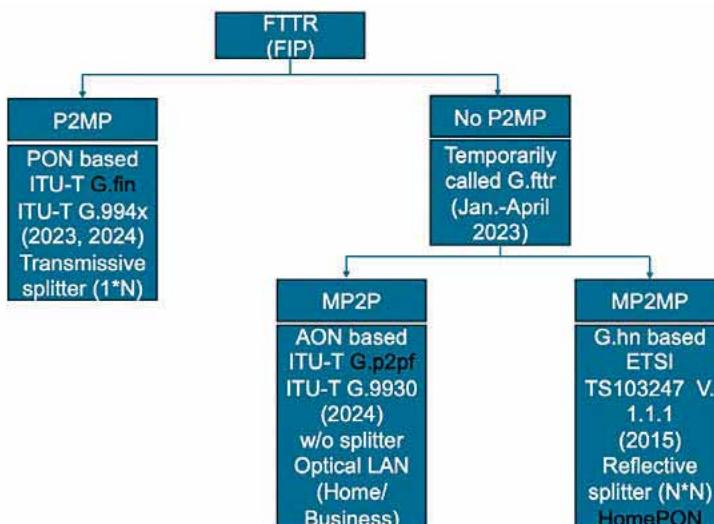


Bild 6-1: FTTR kennt verschiedene Varianten (P2MP – Point-to-Multipoint, MP2P – Multiple Point-to-Point, MP2MP – Multipoint-to-Multipoint, PON – Passive Optical Network, AON – Active Optical Network)

Die gegenwärtig populärste Variante wird als G.fin bezeichnet. Sie wird seit 2020 bei der ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) standardisiert. Die Norm beschreibt die Technik mit einer MFU am Sternpunkt und SFUs in den entsprechenden Räumen. Es handelt sich dabei um eine P2MP-PON-Topologie mit einem passiven transmissiven Splitter als Verteiler. Eine Kaskadierung mehrerer transmissiver Splitter ist möglich.

Bei der ITU-T wird auch die Variante G.p2pf standardisiert. Sie beschreibt ein aktives optisches Netzwerk ohne Splitter in einer MP2P-Topologie.

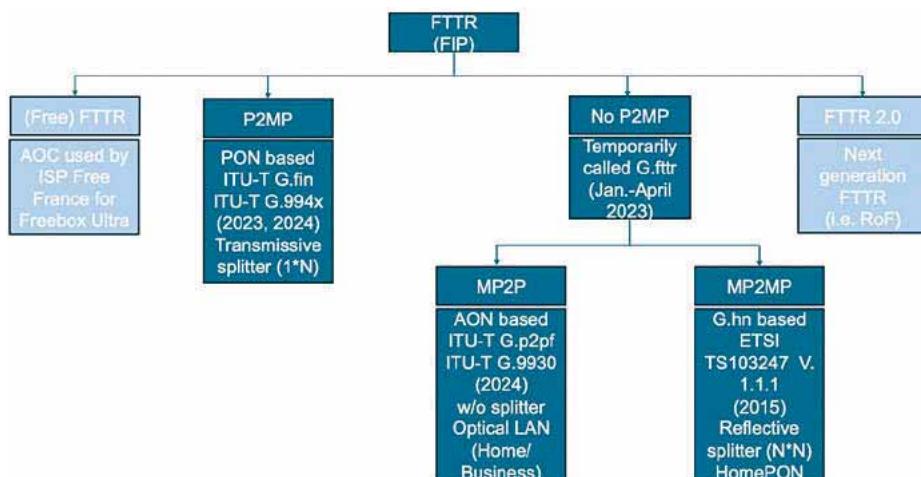
Die bei ETSI beschriebene erste bekannte FTTR-Variante wurde auch als HomePON (Home Passive Optical Network) bezeichnet. Sie stützt sich auf eine MP2MP-Topologie und ist G.hn basiert. Die Verteilung erfolgt mittels passiver Reflexionskoppler.

Wenn man die drei Varianten zusammenfassend betrachtet, dann hat jede Variante eine zentrale Baugruppe und jeweils auf die Räume verteilte abgesetzte Baugruppen, die mit einer glasfaserbasierten Infrastruktur verbunden sind. Die Gestaltung der Baugruppen liegt in der Hand des Anbieters: z.B. Tischgeräte, Deckengeräte, Unterputzvarianten. Die Ausführungen der Kundenschnittstellen (z.B. RJ45 für Ethernet und/oder WLAN) liegen auch in der Hand des Anbieters. Ein zentrales Management basierend auf einschlägigen internationalen Normen (z.B. TR-069 oder TR-369) ist empfehlenswert.

Nachfolgend soll der Fokus auf die gegenwärtig verwendeten bzw. in Diskussion befindlichen FTTR-Versionen gelegt werden. Es wird dabei nach den Varianten unterschieden, die in der internationalen Standardisierung bei ITU-T und ETSI beschrieben sind.

Leider sorgt der Sachverhalt, dass die historisch gewachsenen Bezeichnungen für Baugruppen der einzelnen Varianten doch ziemlich unterschiedlich sind, mitunter für Verwirrung, wenn man nicht genau die jeweilige Variante benennt. Dies liegt u. a. daran, dass die verschiedenen Varianten auf unterschiedlichen bereits bekannten Technologien aufbauen. Zusätzlich kommt erschwerend hinzu, dass im Laufe der Zeit auch noch weitere Bezeichnungen adaptiert wurden.

Die Verwirrung wird leider noch größer, wenn FTTR mitunter auch für nicht „echte“ FTTR-Varianten verwendet wird. Dies kommt daher, dass eben auch bei anderen Anwendungen sich eine Faser im Raum befinden kann. Deshalb soll das Bild 6-1 in einer erweiterten Version als Bild 6-2 dargestellt werden.



**Bild 6-2:** FTTR kennt weitere verschiedene Varianten (AOC – Active Optical Cable; RoF – Radio-over-Fiber)

Wie zu erkennen ist, wurden jeweils auf der linken und rechten Seite zwei Blöcke ergänzt. Der linke Block soll zeigen, dass der ISP (Internet Service Provider) Free in Frankreich für den Anschluss seiner Freebox Ultra aktive optische Kabel anbietet, die auch unter der Abkürzung FTTR vermarktet werden [6-2], [6-3]. Dieses „Free FTTR“ darf aber nicht mit einem „free“ FTTR-Angebot für Kunden des Netzbetreibers CelcomDigi verwechselt werden [6-4]. Dabei handelt es sich um ein „echtes“ FTTR mit G.fin-Technik [6-5].

Der rechte Block, der im Bild 6-2 zusätzlich ergänzt wurde, soll aufzeigen, dass mit den gegenwärtig verfügbaren Techniken FTTR nicht als Entwicklungsmäßig abgeschlossen betrachtet werden kann. Schon heute werden Forschungsarbeiten an nächsten Generationen von FTTR durchgeführt, wofür hier von uns als Abkürzung „FTTR 2.0“ gewählt wurde. Als Beispiel wurde RoF genannt, um nur eine Möglichkeit der Weiterentwicklung aufzuzeigen. Im Kapitel 7 ist mehr über mögliche zukünftige FTTR-Erweiterungen als Ausblick enthalten.

## 6.1 G.fin-Variante

Die gegenwärtig populärste FTTR-Variante wird als G.fin bezeichnet. „fin“ kann dabei als „fiber-in-the-premises“ gedeutet werden. Diese Variante durchläuft seit 2020 bei der ITU-T den Standardisierungsprozess und hat mittlerweile zu einer Reihe von Empfehlungen geführt:

- ITU-T G.9940 (12/2023). High speed fiber -based in-premises transceivers – system architecture,
- ITU-T G.9941 (07/2024). High speed fiber -based in-premises transceivers – physical layer specification,
- ITU-T G.9942 (07/2024). High speed fiber -based in-premises transceivers – data link layer.

Weitere Empfehlungen sind in Vorbereitung, z. B. G.wmci (zukünftig ITU-T G.9949). In Verbindung mit G.fin sind auch G.sup78 und G.sup80 erwähnenswert, denn sie beschreiben die Anwendungsfälle für FTTR in ihrer Gesamtheit (siehe Kapitel 4).

Man kann davon sprechen, dass G.fin in gewisser Art und Weise eine Modifikation der aus der NE3 bekannten P2MP-PON- (Point-to-Multipoint-Passive Optical Network-) Technologie darstellt. Daher wurden anfänglich auch die dort üblichen Bezeichnungen wie OLT und ONT verwendet. Wenn man es ganz einfach auf einen leichtverständlichen Nenner bringen will, dann stellt G.fin ein Hintereinanderschalten (Kaskadieren) von FTTH und FTTR dar, also von zwei passiven optischen Netzen, wie im Bild 6-3 oben darstellt. Der Ausgang eines FTTH ONT wird direkt mit dem Eingang eines FTTR OLT zusammengeschaltet. Man kann es auch so beschreiben, dass ein NE3/NE4-ONT mit einem NE5-OLT verbunden wird. Nachdem zwischenzeitlich unterschiedlichste Bezeichnungen kursierten, hat es sich mittlerweile eine halbwegs identische Begriffsnutzung eingepiegelt: Es gelten für den FTTR-Teil MFU und SFU (siehe auch Kapitel 3). Das Bild 6-3 zeigt unten diese Bezeichnungen.