

Technische Aspekte optischer Netze

Kurt Reichinger
RTR-GmbH – Abt. Technik



Inhalt

- Kapitel 1 – Technische Grundlagen
- Kapitel 2 – Verwendung von LWL
- Kapitel 3 – Optische Netze



Kapitel 1
Technische Grundlagen

Kapitel 2
Anwendungsbereiche

Kapitel 3
Optische Netze

Kapitel 1 – Technische Grundlagen

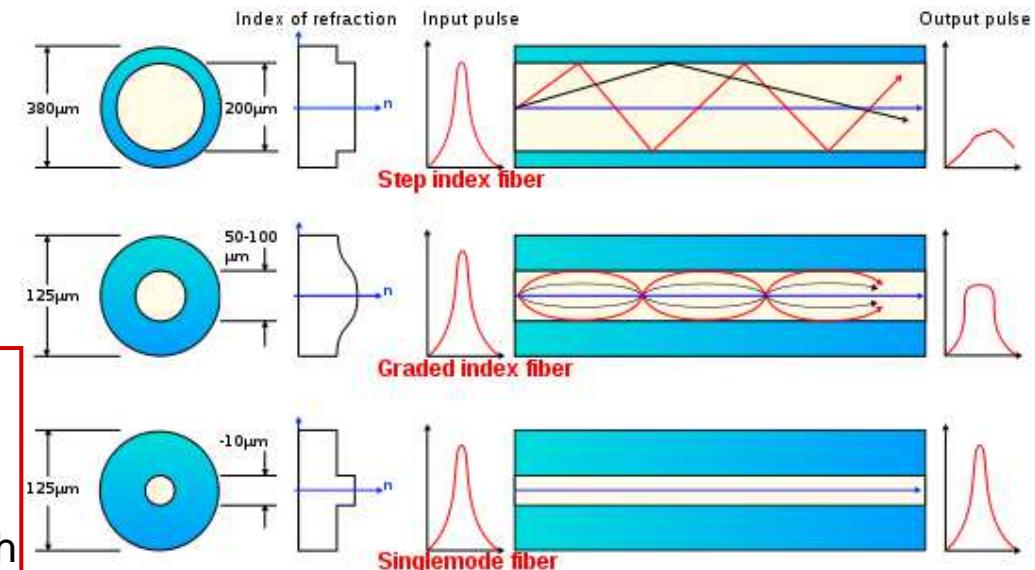


Funktionsweise und Arten von Lichtwellenleitern (LWL)

- LWL sind physikalisch gesehen Wellenleiter, mit welchen elektromagnetische Strahlung vom ultravioletten bis in den infraroten Spektralbereich übertragen werden kann (ca. 350–2500 nm)
- Abhängig vom Kerndurchmesser und vom Brechungsindexunterschied kann sich der Lichtstrahl in mehreren (multi-) oder nur in einem (mono-), „Modus“ durch den LWL bewegen:

- **Multimode-Fasern**

- Kostengünstigeres Equipment
- Kürzere Distanzen
- Lokale Anwendung,
z.B. in Rechenzentren, Campus usw.



Quelle: Wikipedia



Typischer Aufbau einer Lichtwellenleiter(LWL)-Faser

1. Kern (engl. core)

- Lichtleiter aus Quarzglas oder Kunststoff in dem das Licht geführt wird

2. Mantel (engl. cladding)

- Hält durch Totalreflexion die Führung des Lichtstrahls innerhalb des Kernes zusammen

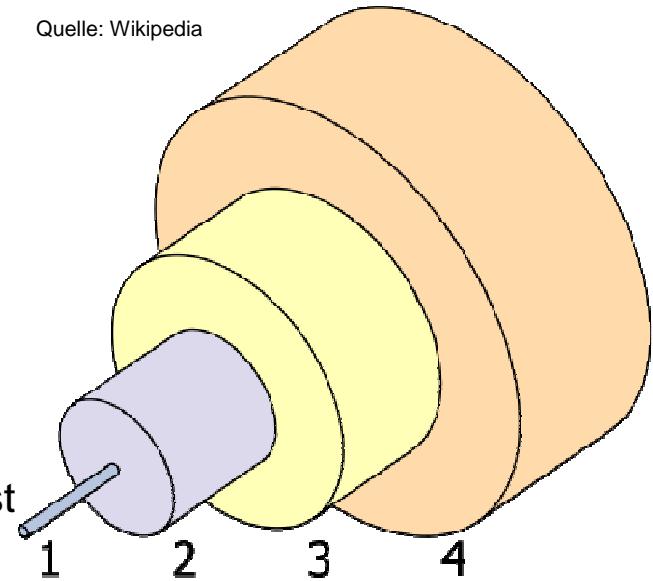
3. Schutzbeschichtung (engl. coating und/oder buffer)

- Mantelbeschichtung die den Schutz vor mechanischen Beschädigungen und Feuchtigkeit gewährt, besteht meist aus einer Lackierung aus speziellem Kunststoff (z.B. Polyimid, Acryl, Silikone)

4. Ggf. äußere Schutzhülle (engl. jacket)

- Bis zu wenigen Millimeter dicker Glas-, Kunststoff- oder Metallmantel zum Schutz einzelner Fasern, z.B. bei Patchkabeln

Quelle: Wikipedia

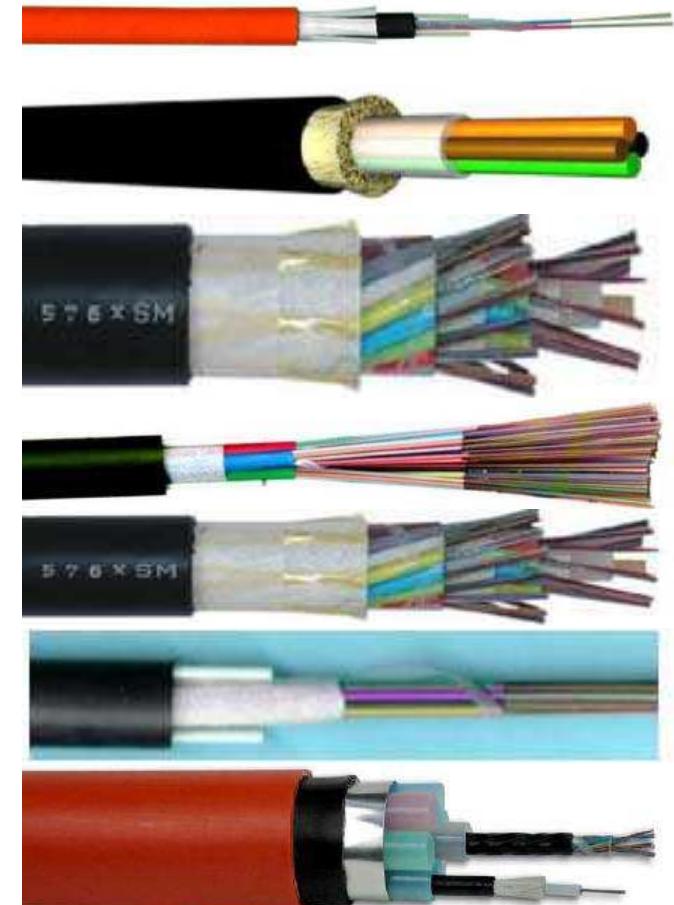


Durchmesser (in µm)		
Kern(1)	Mantel(2)	Schutz (3)
Monomode	bis 10	125
Multimode	50-1500	ab 125



LWL-Kabel

- Eine oder bis ein paar 100 LWL-Fasern können in bis zu 1 cm dicke LWL-Kabel zusammengefasst werden
- Die Fasern können in Adern gruppiert werden, typischerweise 6 oder 12 Fasern je Ader
- Abhängig von Einsatzbereichen sind verschiedene Kabeltypen verfügbar, z.B.
 - für unter- und überirdische Verlegung,
 - Verlegung in Rohren und Schächten,
 - für In-House-Verkabelung (z.B. mit biegeunempfindlichen Fasern),
 - für Verlegung in Abwasserkanälen,
 - In Gas- oder Trinkwasserrohren,
 - in Tunnels, am Meeresboden usw.



Quelle: FTTH Council Europe



Zwei grundlegende LWL-Verbindungsarten

■ Steckverbindungen

- Mechanische Verbindungen mittels verschiedener Steckertypen
- Einfache und flexible Verbindung und Handhabung
- Größere Signaldämpfung (0,1-0,5 dB)



F-SMA-Stecker (SMA 905)



FC/PC-Stecker



ST-Stecker



SC-Stecker



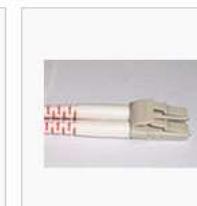
E2000-Stecker



ESCON-Stecker



MIC(FDDI)-Stecker



LC-Stecker



MTRJ-Stecker

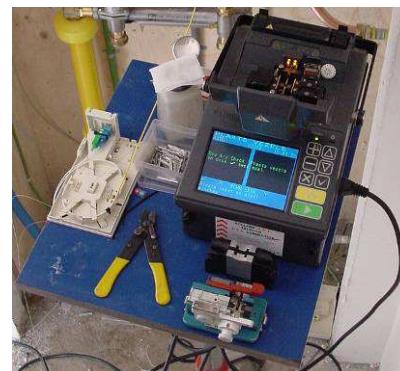


TOSLINK-Stecker

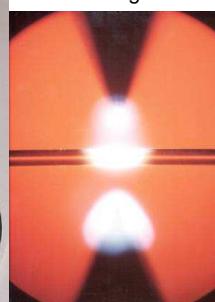
■ Spleißverbindungen

- Sichere und verlustarme (typisch unter 0,1 dB) Verbindungsmethode durch Aufschmelzung der Faserenden durch einen kurzzeitigen Lichtbogen
- Erfordert jedoch spezielle Ausrüstung (Spleißmaschine) und Erfahrung

Quelle: Wikipedia

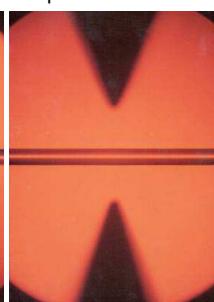


Lichtbogen



Quelle: FTTH Council Europe

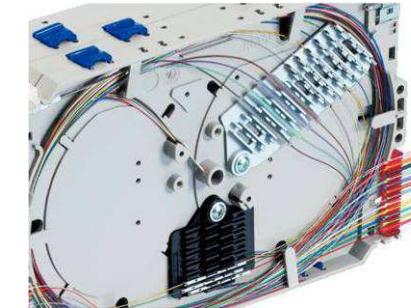
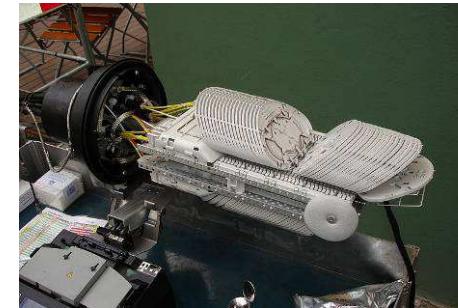
Spleißen beendet





Komponenten zu Kopplung und Verzweigung von LWL-Kabeln

- Spleißkassetten
 - Enthalten einzeln verspleißte Fasern von zwei oder mehr Adern oder Kabeln
- Glasfasermuffen
 - Enthalten eine oder mehrere Kassetten
 - Einsatz vorwiegend im Außenbereich, in Schächten und Kanalanlagen
- Spleißboxen
 - Enthalten eine oder mehrere Kassetten und Schalttafel mit Steckverbindungen
 - Einsatz vorwiegend in geschützten Innenbereichen
- Verteilerschränke
 - Enthalten eine oder mehrere Spleißboxen und anderes passives und aktives Equipment
 - Einsatz im Innen- sowie Außenbereich (z.B. street cabinet)



Quellen: Wikipedia und FTTH Council Europe





Verlegung der LWL-Kabel in Rohren

- Kabelkanalanlagen weisen meistens mehrere Rohrzüge auf
- Abhängig vom Rohrdurchmesser werden Kabel direkt in das Hauptröhr oder in Unterrohren verlegt
- Die Verlegung erfolgt meistens mittels Durchziehen des Kabels

- Bei Röhren kleineren Durchmessers bis zu ca. 20 mm (engl. *micro ducts*) werden Kabel mittels Luftdruck (oder Wasserdruck) eingeblasen
- Die Micro-Ducts werden in die Unterröhren mitverlegt oder nachträglich eingezogen/eingeblasen



Quelle: FTTH Council Europe



Kapitel 1
Technische Grundlagen

Kapitel 2
Anwendungsbereiche

Kapitel 3
Optische Netze

Kapitel 2 – Verwendung von LWL

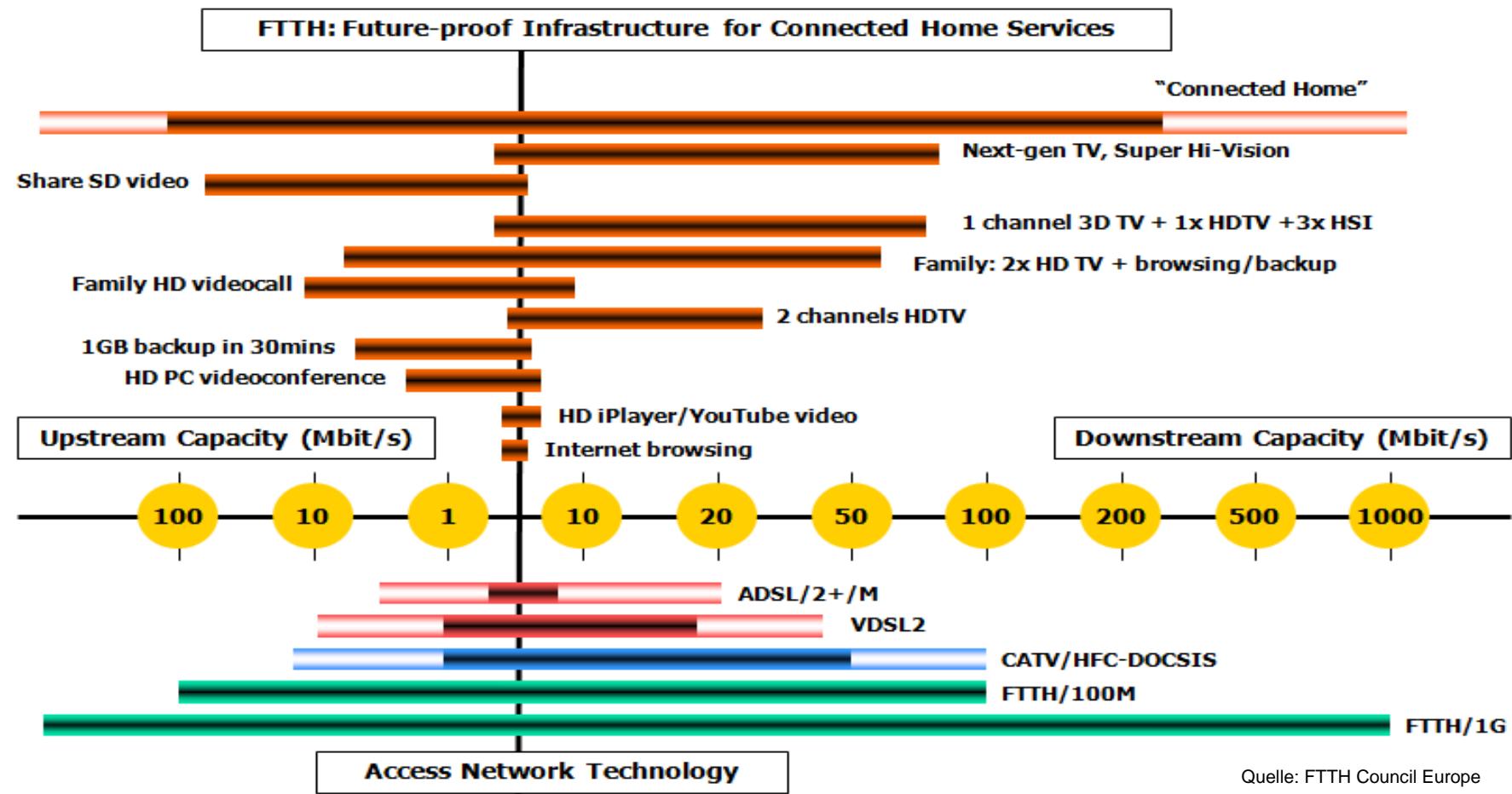


Anwendungsbereiche

- Datenübertragung
 - Optische Datenübertragung: Gegenüber elektrischer Übertragung den Vorteil einer höheren maximalen Bandbreite und Unempfindlichkeit gegenüber elektrischen und magnetischen Störfeldern; galvanische Trennung; kein Nebensprechen; keine Erdung erforderlich.
- Beleuchtung und Abbildung in Medizin und Messtechnik
 - Glasfasern und Glasfaserbündel werden zu Beleuchtungs- und Abbildungszwecken z. B. an Mikroskopen, Inspektionskameras oder Endoskopen benutzt. Zumeist: flexible polymere optische Fasern eingesetzt.
- Sensoren
 - Messtechnik: Faseroptische Sensoren, bei denen die Messgröße nicht durch eine elektrische, sondern durch eine optische Größe repräsentiert bzw. übertragen wird, z.B. in schwer zugänglichen Bereichen (Staudämme) oder unter extremen Bedingungen (Stahlwerke).
- Laser
 - Flexibler Transport von Laserstrahlung bei der Materialbearbeitung und in der Medizin.
- Beleuchtung, Dekoration, Kunst und Architektur
 - Lasershows; LED-beleuchtetes Glasfaserbündel; Indirekte Beleuchtung; lichtdurchlässiger Beton



Vergleich der Dienste- und Technologiebandbreiten





Kapitel 1
Technische Grundlagen

Kapitel 2
Anwendungsbereiche

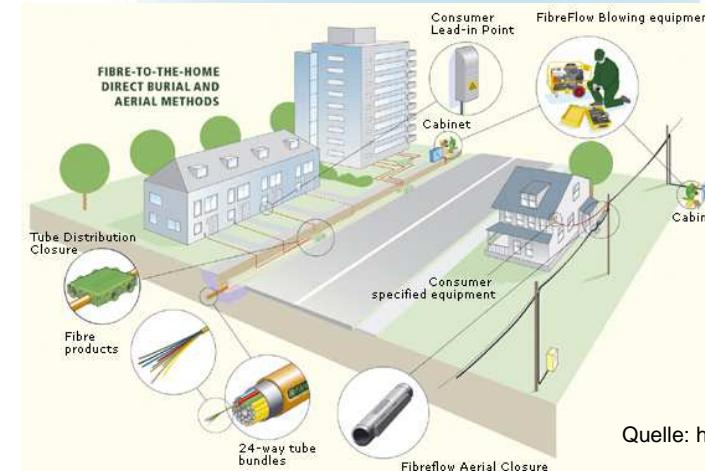
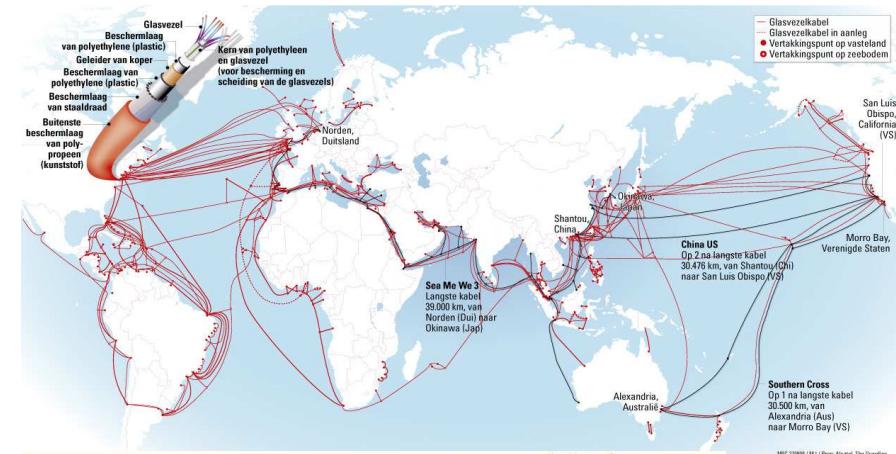
Kapitel 3
Optische Netze

Kapitel 3 – Optische Netze



Einsatz in unterschiedlichen Netzebenen

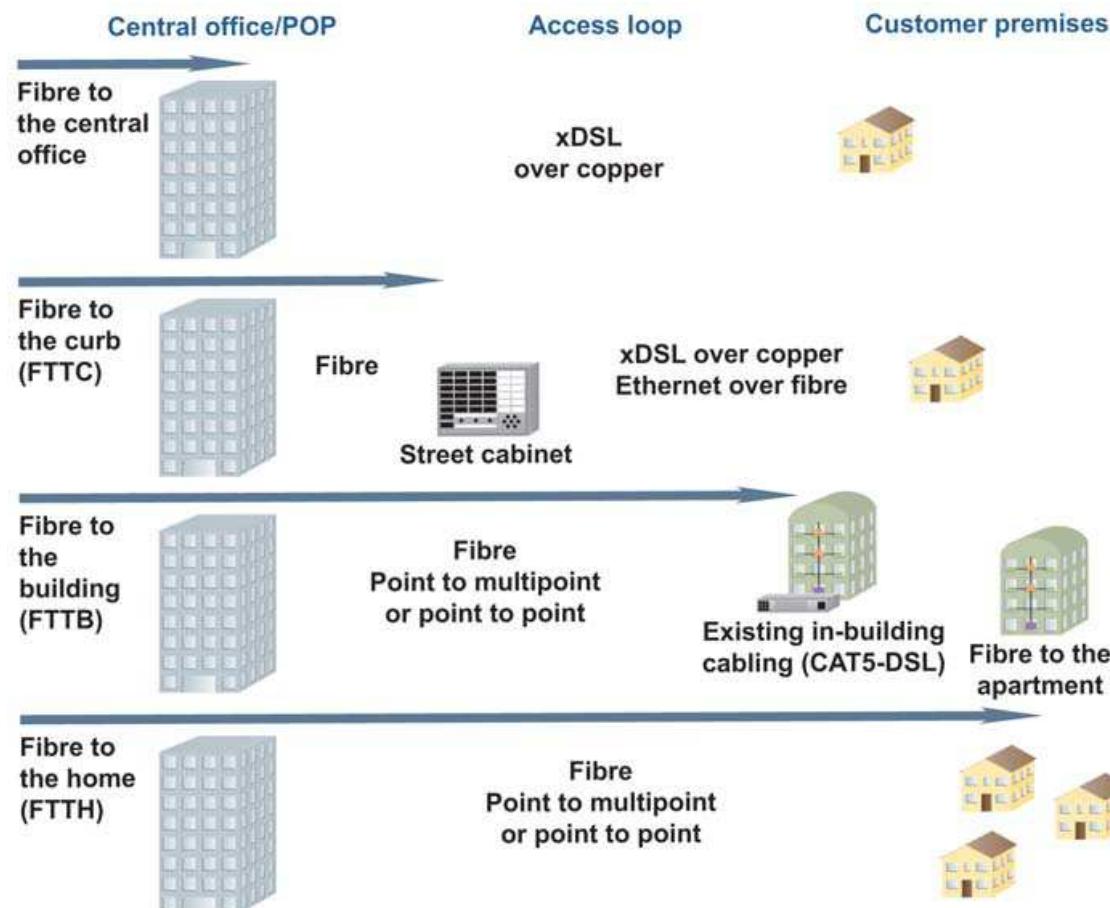
- Weitverkehrstransportnetz (Kernnetz)
 - Hohe Kapazitäten
 - Große Entfernungen
 - National/International
- Backhaulnetz
 - Anbindung Kernnetz – Anschlussnetz
 - Geringere Kapazitäten / Entfernungen
- Anschlussnetz
 - Hybridnetz (HFC; NGA)
 - FTTH-Netz



Quelle: <http://ftthinstallers.com/>



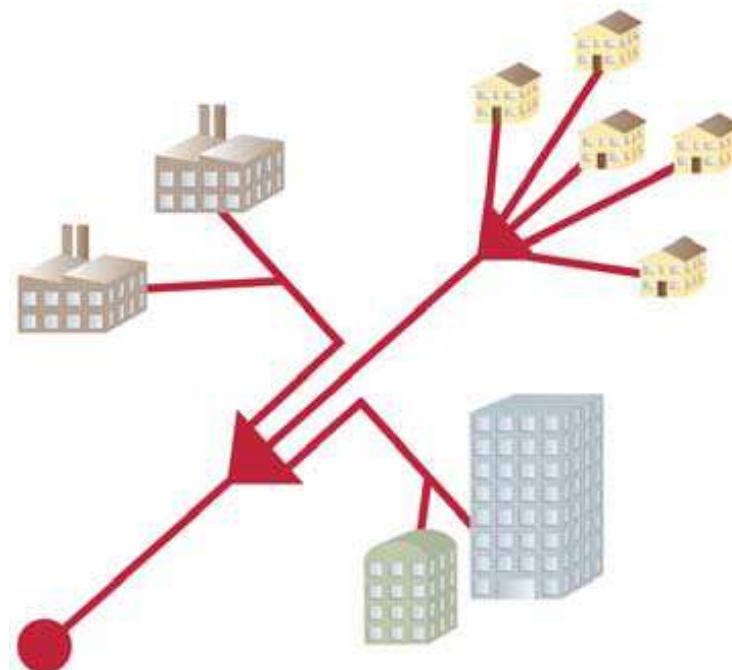
FTTx (engl. *Fiber to the x*)-Netztypen



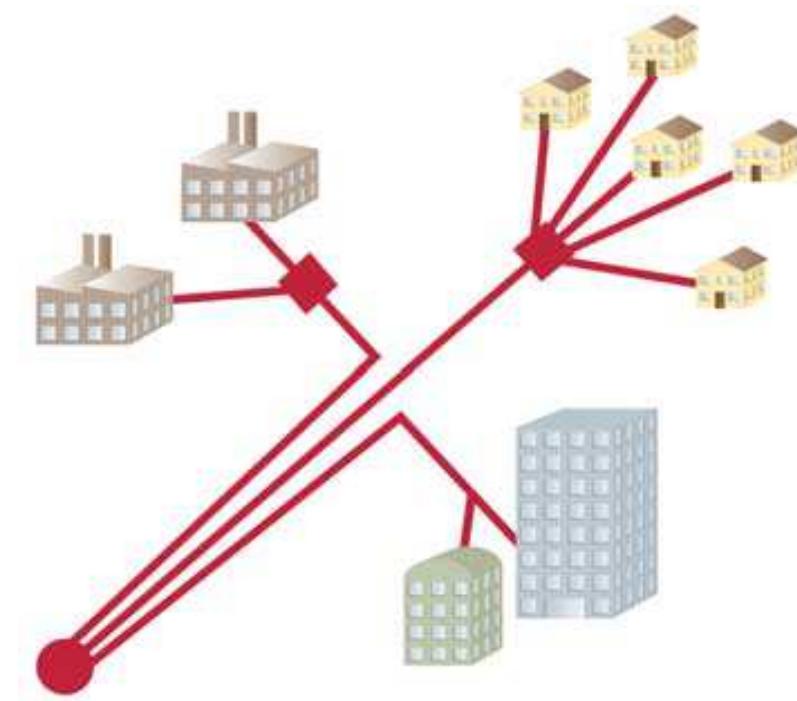
Quelle: FTTH Council Europe



Architekturen in passiven optischen Netzen (PON) und aktiven Ethernet Netzen (engl. *point to point* - P2P)



Passives optisches Netz (PON)



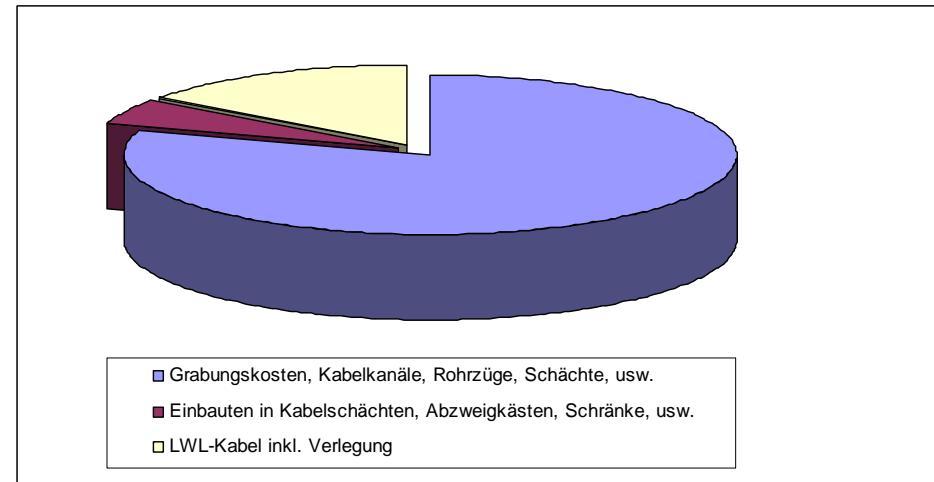
Aktives Ethernet Netz (P2P)

Quelle: FTTH Council Europe



Kostenaufteilung einer passiven LWL-Infrastruktur

- Grabungskosten, Kabelkanäle, Rohrzüge, Schächte, usw.
~ 80%
- LWL-Kabel inkl. Verlegung
~ 15%
- Einbauten in Kabelschächten, Abzweigkästen, Schränke, usw.
~ 5%



Inkl. Herstellung, Wartung, und Instandhaltung, Aquisitions-kosten, Wirtschaftliche Nutzungsdauer, Kapitalkostenzinssatz

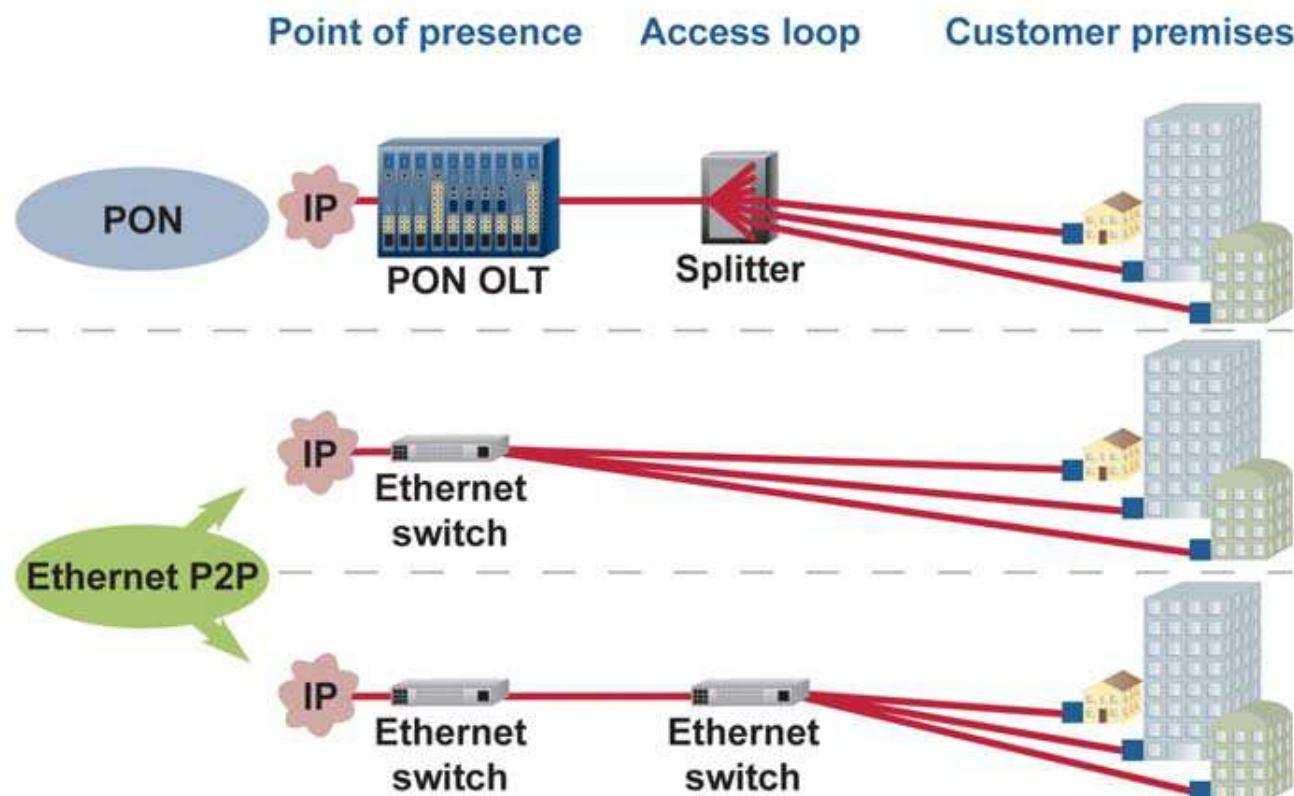
Grobe Schätzung: Abhängig von Distanzen und Örtlichkeit (urban/rural), Anzahl an Fasern, usw.

Technische Aspekte von FTTx-Netzen

Kurt Reichinger
RTR-GmbH – Abt. Technik



Architekturen in passiven optischen Netzen (PON) und aktiven Ethernet Netzen (engl. *point to point* - P2P)



Quelle: FTTH Council Europe