

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

Funktionsweise und Arten von Lichtwellenleitern (LWL)

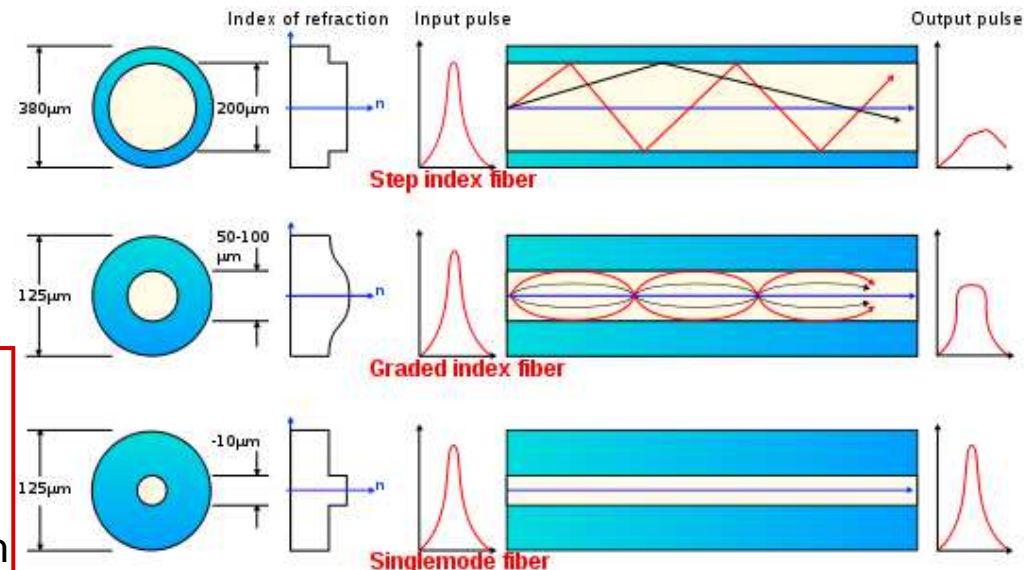
- LWL sind physikalisch gesehen Wellenleiter, mit welchen elektromagnetische Strahlung vom ultravioletten bis in den infraroten Spektralbereich übertragen werden kann (ca. 350–2500 nm)
- Abhängig vom Kerndurchmesser und vom Brechungsindexunterschied kann sich der Lichtstrahl in mehreren (multi-) oder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

▪ Multimode-Fasern

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

▪ Monomode(Singlemode)-Fasern

- Strecken bis über 100 km ohne Zwischenverstärker überbrückbar
- Einsatz im Telekommunikationsbereich



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

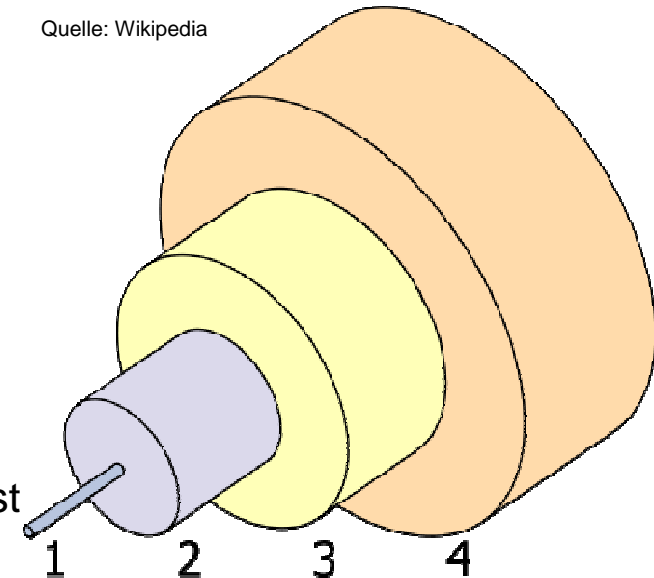
3. Schutzbeschichtung (engl. *coating* und/oder *buffer*)

- 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

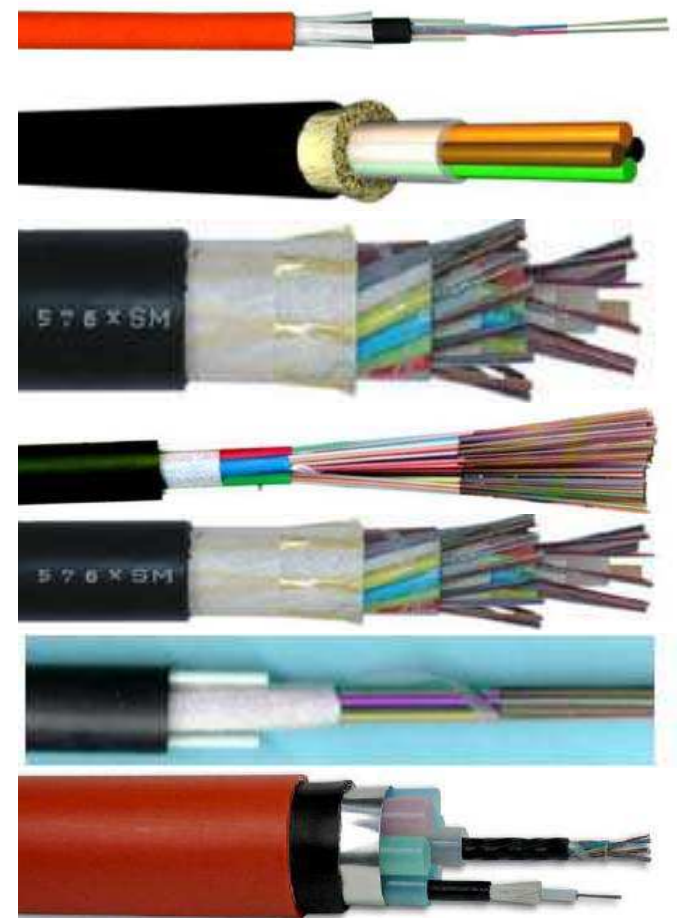
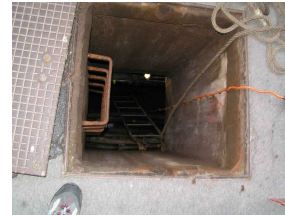
Quelle: Wikipedia



	Durchmesser (in μm)		
	Kern(1)	Mantel(2)	Schutz (3)
Monomode	bis 10	125	250
Multimode	50-1500	ab 125	ab 250

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.



Zwei grundlegende LWL-Verbindungsarten

■ Steckverbindungen

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



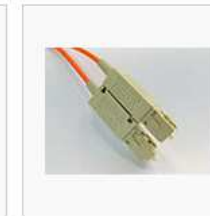
F-SMA-Stecker (SMA 905)



FC/PC-Stecker



ST-Stecker



SC-Stecker



E2000-Stecker



ESCON-Stecker



MIC(FDDI)-Stecker



LC-Stecker



MTRJ-Stecker

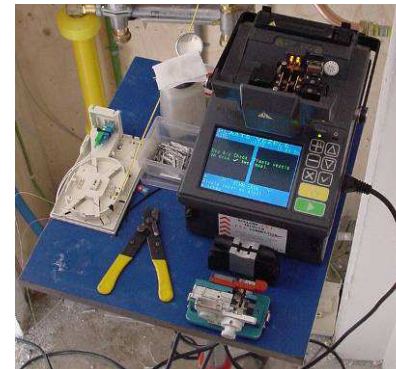


TOSLINK-Stecker

■ Spleißverbindungen

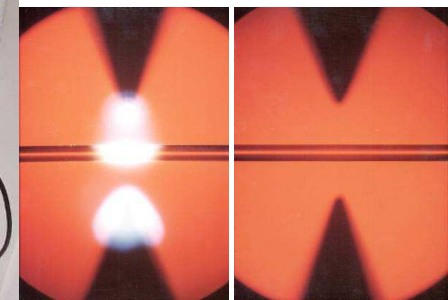
- Sichere und verlustarme (typisch unter 0,1 dB) Verbindungsmethode durch Aufschmelzung der Faserenden durch einen kurzzeitigen Lichtbogen
- Erfordert jedoch spezielle Ausrüstung (Spleißmaschine) und Erfahrung

Quelle: Wikipedia



Lichtbogen

Spleißen beendet



Quelle: FTTH Council Europe

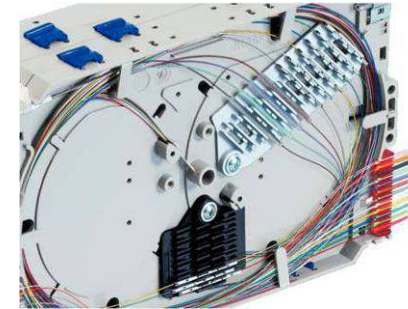
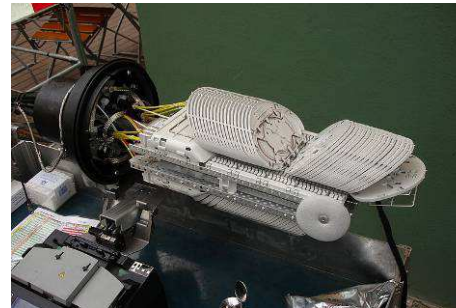
Komponenten zu Kopplung und Verzweigung von LWL-Kabeln

■ 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



Quellen: Wikipedia und FTTH Council Europe

■ Spleißboxen

- Enthalten eine oder mehrere Kassetten und Schalttafel mit Steckverbindungen
- Einsatz vorwiegend in geschützten Innenbereichen



■ Verteilerschränke

- Enthalten eine oder mehrere Spleißboxen und anderes passive und aktive Equipment
- Einsatz im Innen- sowie Außenbereich (z.B. street cabinet)



Verlegung der LWL-Kabel in Rohren

- Kabelkanalanlagen weisen meistens mehrere Rohrzüge auf
- Abhängig vom Rohrdurchmesser werden Kabel direkt in das Hauptrohr oder in Unterrohren verlegt
- Die Verlegung erfolgt meistens mittels Durchziehen des Kabels
- Bei Rohren kleineren Durchmessers bis zu ca. 20 mm (engl. *micro ducts*) werden Kabel mittels Luftdruck (oder Wasserdruck) eingeblasen
- Die Micro-Ducts werden in die Unterrohren mitverlegt oder nachträglich eingezogen/eingeblasen



Quelle: FTTH Council Europe



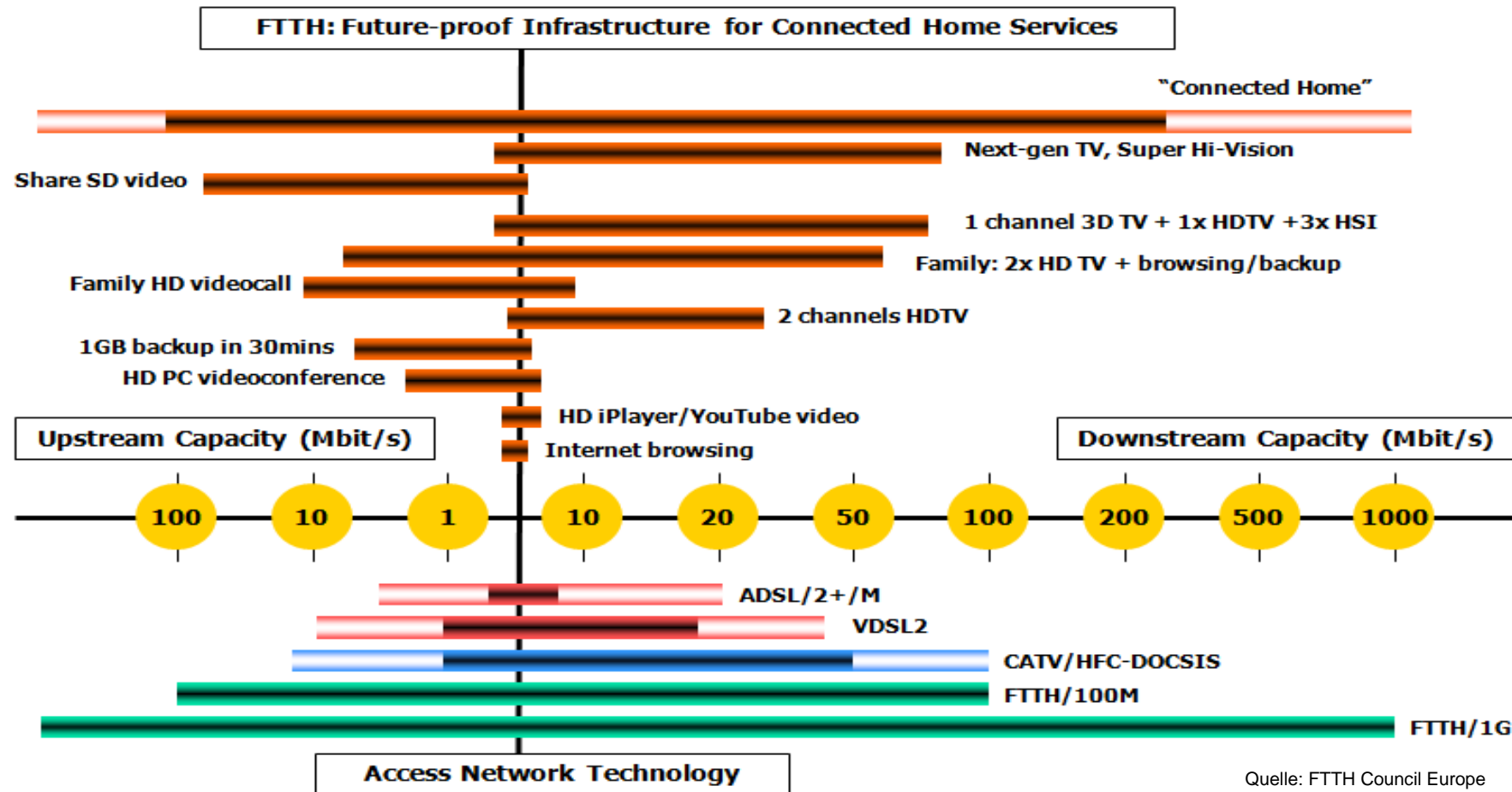
Kapitel 2 – Verwendung von LWL



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**
 - Lasershow; LED-beleuchtetes Glasfaserbündel; Indirekte Beleuchtung; lichtdurchlässiger Beton

Vergleich der Dienste- und Technologiebandbreiten



Quelle: FTTH Council Europe



Kapitel 3 – Optische Netze

Einsatz in unterschiedlichen Netzebenen

■ Weitverkehrstransportnetz (Kernnetz)

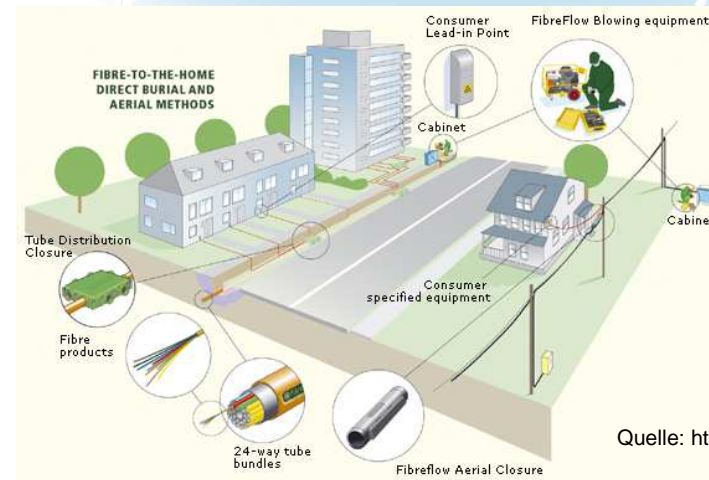
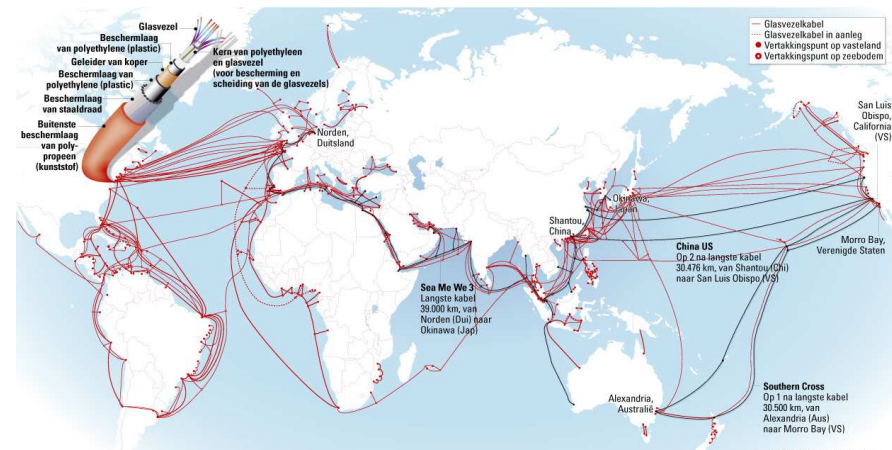
- Hohe Kapazitäten
- Große Entfernungen
 - National/International

■ Backhaulnetz

- Anbindung Kernnetz – Anschlussnetz
- Geringere Kapazitäten / Entfernungen

■ Anschlussnetz

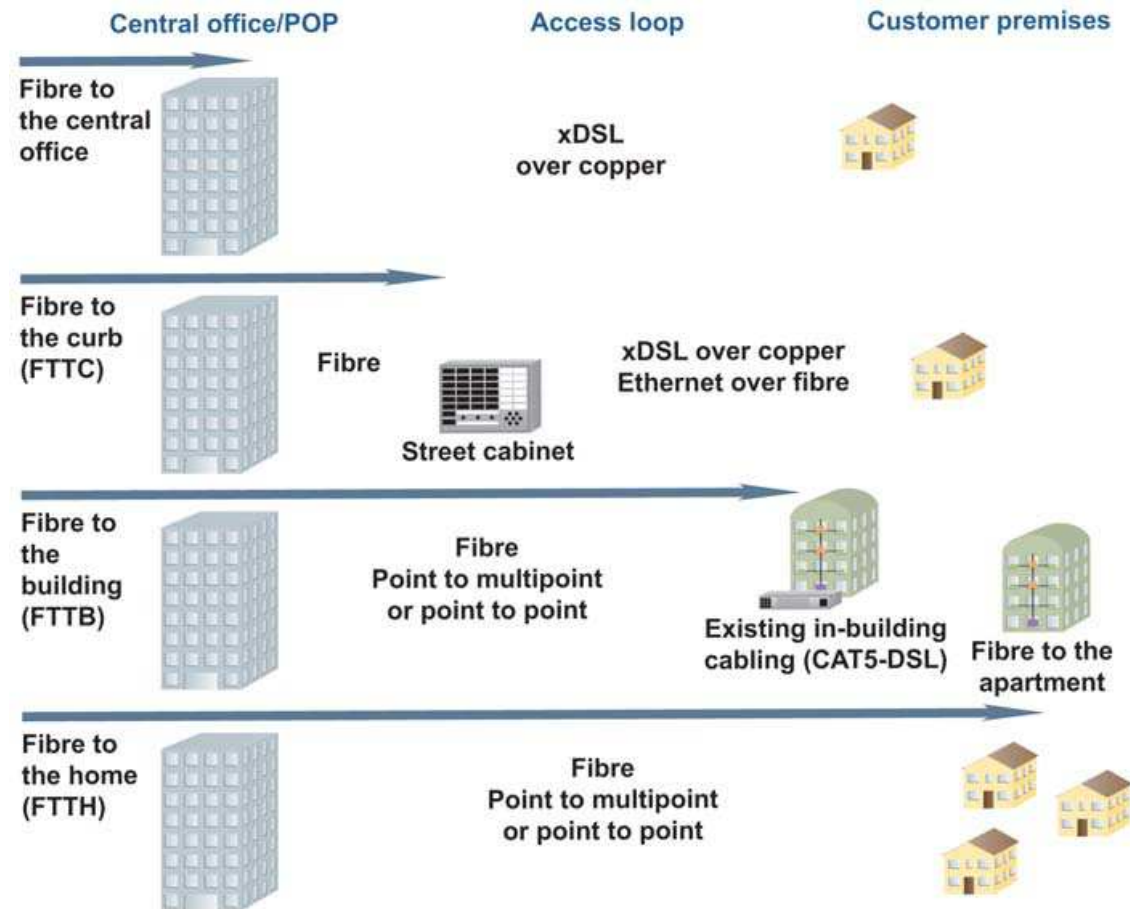
- Hybridnetz (HFC; NGA)
- FTTH-Netz



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

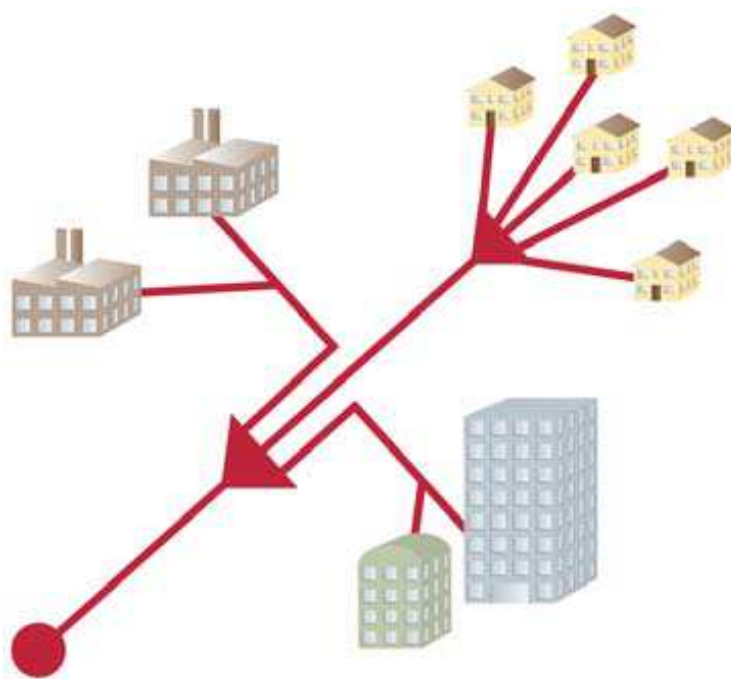


FTTx (engl. *Fiber to the x*)-Netztypen

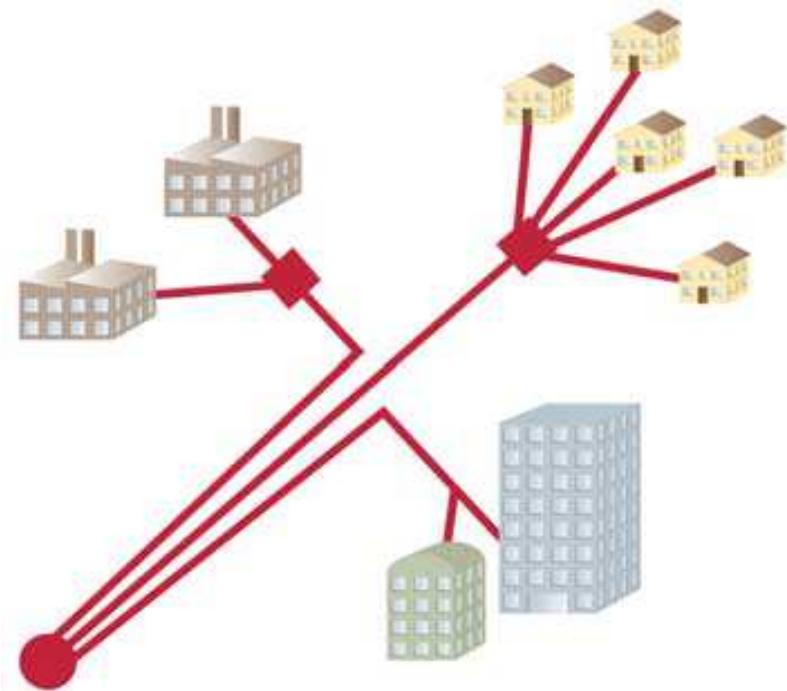


Quelle: FTTH Council Europe

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



Passives optisches Netz (PON)

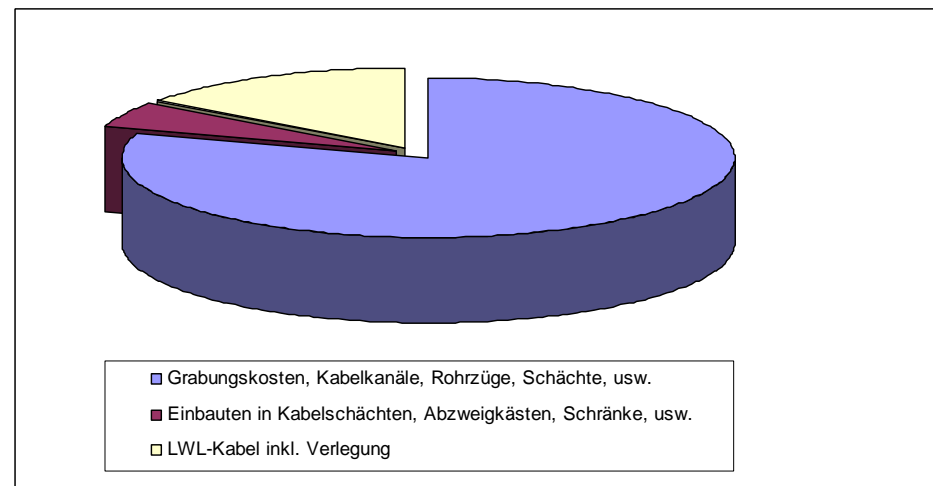


Aktives Ethernet Netz (P2P)

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

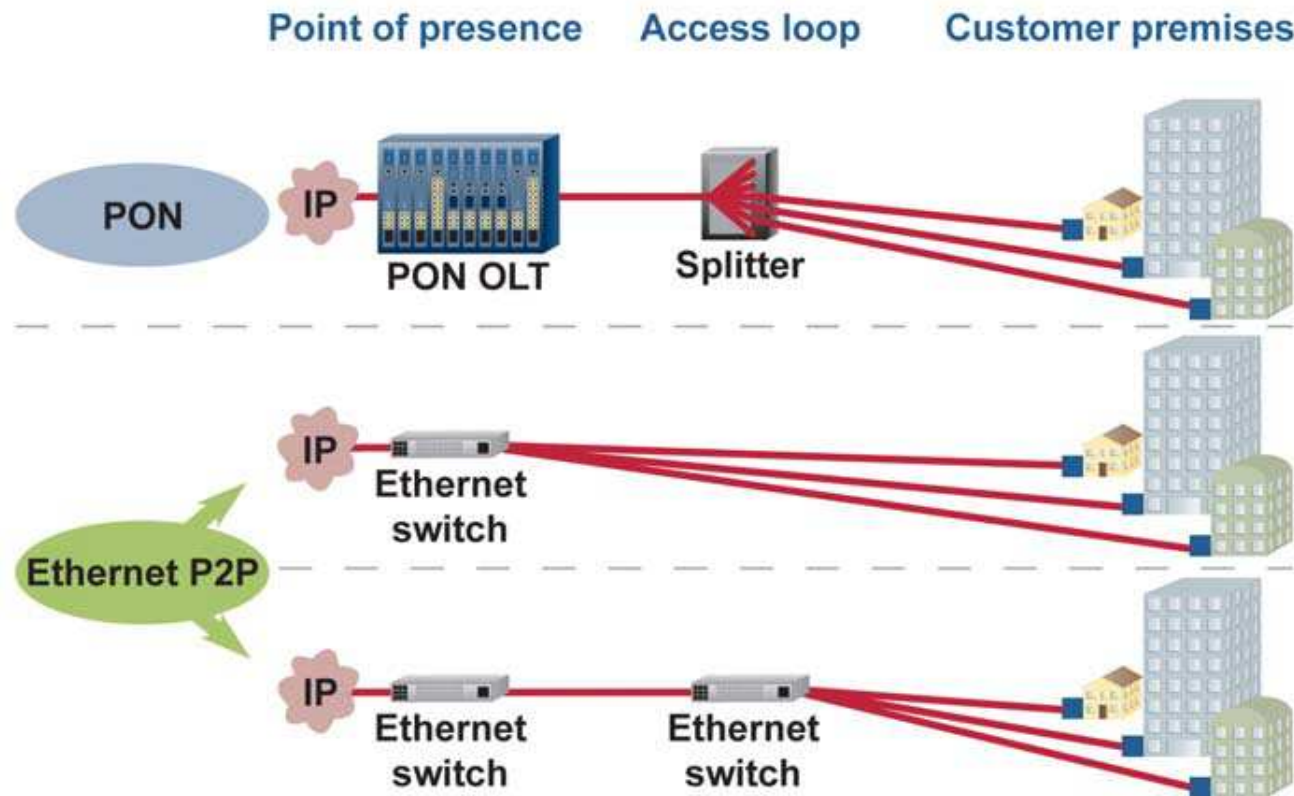
Grobe Schätzung: Abhängig von Distanzen und Örtlichkeit (urban/rural), Anzahl an Fasern, usw.

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