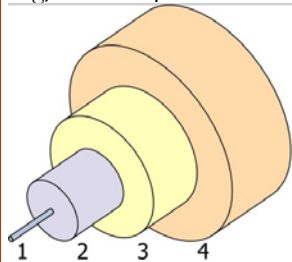


Die Wellenlänge hängt über die Vakuum-Lichtgeschwindigkeit mit der Frequenz zusammen ($f=c/\lambda$). Man erkennt drei Wellenlängen, bei denen die Dämpfung minimal ist: 850 nm, 1310 nm und 1550 nm. Für diese drei Wellenlängen treten die geringsten Verluste auf, weshalb ausschließlich diese Wellenlängen für die Lichtwellenleitertechnik eingesetzt werden.

Lichtwellenleiter (Grafik: Wikipedia) bestehen aus einem Kern (1 – engl. *core*) und einem umgebenden Mantel (2 – engl. *cladding*). Der optische Brechungsindex des



Mantels ist etwas geringer als der des Kerns. Mantel und Kern können aus Siliciumdioxid (Quarzglas) bestehen;

dabei wird der höhere Brechungsindex des Kerns durch Dotieren mit Germanium oder Phosphor erreicht. Bei Ethernet-Netzwerkabeln vom Typ OM und OS hat der Mantel meist einen Durchmesser von 125 μm . Der Mantel ist von einer Schutzbeschichtung (3 – engl. *coating*) und einer äußeren Schutzhülle (4 – engl. *jacket*) umgeben.

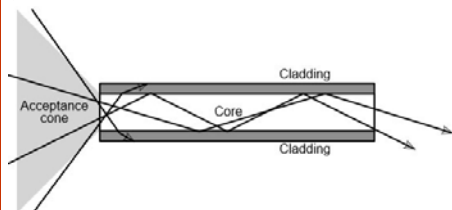
Das einfallende Licht wird durch Totalreflexion an der Grenze zwischen Kern und Mantel stets im Kabel geführt.

Als Lichtquelle werden LEDs oder Laser verwendet.

Verwendete Wellenlängen:

- 850 nm
- 1310 nm (O-Band)
- 1550 nm (C-Band)

In einer Ader werden meist 24 Glasfasern geführt.



Das Licht hat in der Glasfaser eine geringere Ausbreitungsgeschwindigkeit als im Vakuum. Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum beträgt

$$c_{\text{Licht}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

, die Ausbreitungsgeschwindigkeit in einer Glasfaser ist vom Brechungsindex abhängig.

Beispiel: Quarzglas mit $\approx 1,45$

$$c_{\text{Quarzglas}} = \frac{c_{\text{Licht}}}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,45} \approx 2,07 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 207\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Nach den Leitungseigenschaften unterscheidet man:

Kabelbezeichnung	Kabeltyp Kern- durchmesser	Farbe Schutzhülle	100Base-SX 850 nm	100Base-FX 1310 nm	1000Base-SX 850 nm	1000Base-LX 1310 nm	10GBase-e-SR 850 nm	10GBase-LR 1310 nm
OM1	Multimode 62,5 μm	orange	300 m	2000 m	300 m	500 m	30 m	220 m
OM2	Multimode 50 μm	orange	300 m	2000 m	500 m	500 m	80 m	220 m
OM3	Multimode 50 μm	aqua	300 m	2000 m	1000 m	500 m	300 m	220 m
OM4	Multimode 50 μm	aqua	–	2000 m	1000 m	500 m	500 m	220 m
OS1/OS2	Monomode 9 μm	gelb	–	10000 m	–	10000 m	–	10000 m

• **Multimodefasern:** Kerndurchmesser 50 – 1500 μm ; es breiten sich gleichzeitig mehrere Lichtwellen aus.

◦ **Stufenindexfaser:** Der Brechungsindex zwischen Kern und Mantelglas ändert sich schlagartig. Diese Variante hat die meisten Verluste; solche Kabel werden zum Beispiel als Patchkabel im Netzwerkschrank verwendet.

◦ **Gradientenfaser:** Der Brechungsindex ändert sich nach außen hin kontinuierlich. Die Signalverluste sind geringer als bei der Stufenindexfaser; solche Kabel werden zum Beispiel für Verbindungen von Gebäuden oder Stockwerken benutzt.

• **Monomodefasern:** sehr geringer Kerndurchmesser (3 – 9 μm); dadurch kann sich nur ein Modus ausbreiten. Singlemodedefasern erfordern den Einsatz sehr teurer Laser, was zu hohen Kosten führt. Solche Kabel werden für Langstreckenübertragungen verwendet.

Um welches Kabel es sich handelt, erkennt man an der Farbe der äußeren Schutzhülle. Die maximale Übertragungreichweite hängt von der Datenrate und der genutzten Wellenlänge ab.

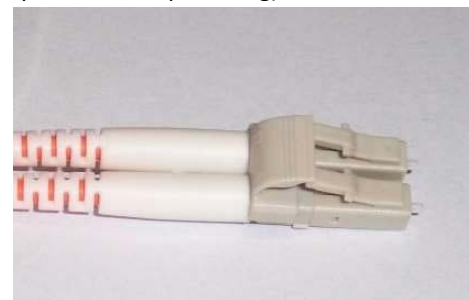
Steckertypen

Im Bereich der optischen Leiter gibt es eine Vielzahl von Steckertypen. Die beiden häufigsten Steckertypen im LAN-Bereich sind:

SC-Stecker (engl. *subscriber connector*): seit 2002 Standard für LAN-Verkabelungen. Dieser Stecker eignet sich für Multimode- und Monomodekabel. Als Verschlussmechanismus wird eine Push-Pull-Technik verwendet, das bedeutet, der Stecker verriegelt sich automatisch beim Einstecken und entriegelt sich beim Abziehen. SC-Stecker eignen sich für die Anbindung einer einzigen Glasfaser. (Bildquelle: de.wikipedia.org)



LC-Stecker (engl. *Lucent connector*): kleinerer Formfaktor als der SC-Stecker, neuer Standard für LAN-Verkabelungen. Der LC-Stecker verwendet einen Spannbügelverschluss. LC-Stecker eignen sich für die Anbindung einer einzigen Glasfaser. (Bildquelle: de.wikipedia.org)



Spleißen

Während das „Verlängern“ von Kupferkabeln bzw. das „Reparieren“ gebrochener Kupferkabel vergleichsweise wenig Aufwand erfordert, gestaltet sich dieser Vorgang bei Lichtwellenleitern aufwändig.

Unter dem Begriff Spleißen versteht man ein thermisches Verschweißen zweier Glasfasern. Eine Spleißverbindung stellt eine bruchfeste, dauerhafte, selbstheilende Verbindung dar und muss mit einer Spleißmaschine durchgeführt werden. Die Kabelenden müssen absolut plan und sauber sein, sie werden dann exakt zusammengeführt und unter Druck erhitzt. Nach dem Verschweißen wird drucklos abgekühlt.

Tipp: Eine Spleißmaschine ist sehr teuer; es rentiert sich nicht, selbst spleißen zu wollen. Verwenden Sie daher besser fertige, vorkonfektionierte Glasfaserkabel!

Vorteile von Lichtwellenleitern

- Glasfaserkabel haben eine wesentlich höhere Übertragungskapazität als Kupferkabel.
- Lichtwellenleiter haben eine geringe Dämpfung und ermöglichen die Übertragung über große Distanzen.
- Lichtwellenleiter sind unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen wie Übersprechen.
- Sie haben einen geringen Kabelquerschnitt und daher auch ein geringes Längengewicht.
- Kabelstränge lassen sich einfach bündeln.