

Ziele

Der Lernende...

- ☑ zählt mindestens sechs Vorteile von Lichtwellenleitern (LWL) gegenüber Kupferverkabelungen auf.
- ☑ erklärt den Aufbau von LWL und gibt die verschiedenen Durchmesser an.
- ☑ erläutert das Prinzip von Multimode- und Singlemode-Fasern.
- ☑ erklärt, warum das Bandbreitenlängenprodukt für LWL wichtig ist.
- ☑ beschreibt die Größenordnungen von POF's und gibt Vor- und Nachteile sowie deren Einsatzbereiche an.
- ☑ skizziert das Übertragungssystem von LWL und beschreibt die einzelnen Komponenten.
- ☑ beschreibt die festen und lösbaren Verbindungstechniken und gibt mindestens zwei Steckertypen an.
- ☑ erklärt die Begriffe Einfüge- und Rückflusdämpfung im Zusammenhang mit Steckern.
- ☑ beschreibt in einfacher Form, was optische Fenster sind.
- ☑ erklärt, warum man nie in ein offenes Ende eines LWL schauen darf.
- ☑ gibt an, wofür die Abkürzungen FTTH und FITH stehen.
- ☑ kennt mindestens vier Komponenten aus dem FTTH-Referenzmodell.
- ☑ erklärt, womit eine LWL-Verkabelung einfach und ausführlich geprüft bzw. ausgemessen werden kann.

7.1 Vorteile gegenüber Kupferkabel

Lichtwellenleiter (LWL) gehören in der Telekommunikationstechnik zu den wichtigsten Übertragungsmedien. Deshalb sollen am Anfang direkt die grossen Vorteile von LWL aufgezeigt werden.

LWL besitzen folgende Vorteile:

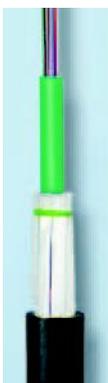


- Übertragung grosser Datenmengen bei schneller Übertragungsrage
- Übertragung über grosse Distanzen, da die Dämpfung sehr klein ist
- Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen
- abhörsicherer als Cu-Kabel
- kein Nebensprechen, keine Signalabstrahlung, keine EMV-Probleme
- galvanische Trennung zwischen Sender und Empfänger
- keine Potenzialprobleme durch Erdschleifen
- allgemein dünne und leichte Kabel



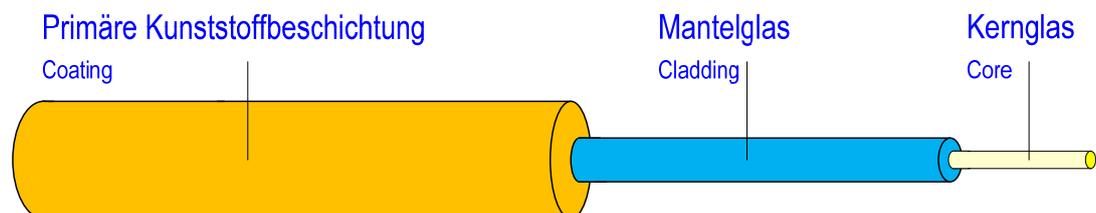
Aufgrund dieser Vorteile ist es nur eine Frage der Zeit, bis kabelgebundene Datenübertragungen nur noch über Lichtwellenleiter stattfinden werden.

7.2 Aufbau



Eine Glasfaser ist aus reinem Siliciumdioxid (Quarzglas) aufgebaut. Sie besteht aus einem Kernglas, einem Mantelglas und einer Schutzbeschichtung.

Die Übertragung des Signals findet im lichtführenden Kernglas statt. Das Mantelglas hat gegenüber dem Kernglas eine kleinere optische Dichte (Brechungsindex n). Aus diesem Grund wird das Signal an der Grenzschicht wieder in den inneren Teil des Kerns reflektiert.

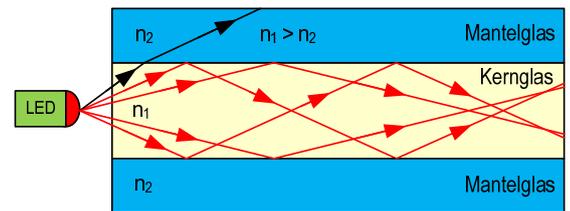


7.3 Prinzip eines Lichtwellenleiters

Reflexion und Brechungsindex



Wird ein Lichtstrahl in einen Lichtwellenleiter eingekoppelt, so muss dieser Lichtstrahl im Kernglas bleiben. Das Prinzip basiert auf der Eigenschaft, dass ein Lichtstrahl an einem Medium mit einer anderen optischen Dichte reflektiert wird.



Bei den rot eingezeichneten Signalen findet eine Totalreflexion statt, d. h. der Einfallswinkel ist gleich dem Ausfallwinkel. Das Prinzip lässt sich mit einer Billardkugel vergleichen, die an der Bande abprallt. Die Totalreflexion kommt im Lichtwellenleiter dadurch zu Stande, weil die optische Dichte im Kernglas (Brechungsindex n_1) grösser ist als im Mantelglas (Brechungsindex n_2). Der Brechungsindex ist der Faktor, um den die Lichtgeschwindigkeit in optischen Medien kleiner ist als im Vakuum.

Übung 2.1

RIT Rg.2 K.2.3 S.11

Das schwarze Signal in der oberen Abbildung zeigt ein Praxisproblem. Unter welcher Voraussetzung verlässt ein Lichtstrahl in der Praxis den Kern des Lichtwellenleiters?

Wenn der minimale Biegeradius (30 mm) nicht eingehalten wird.

7.4 Übertragungssystem mit Lichtwellenleitern

In der folgenden Abbildung sind die einzelnen Komponenten dargestellt, welche für eine einfache Übertragung notwendig sind.



Das Mikrofon erzeugt aus den ankommenden Schallwellen einen Sprechwechselstrom. Dieser wird verstärkt und gelangt zu einem analog-digital Wandler. Das digitale elektrische Signal wird nun in ein optisches Signal umgewandelt. Eine Leuchtdiode oder Laserdiode bringt das optische Signal in den Lichtwellenleiter.

RIT Rg.4 K.2.2 S.13

Auf der optischen Übertragungsstrecke können passive Bauteile wie Steckverbindungen, Signalteiler, Signalweichen und Filter vorhanden sein. Im optisch-elektrischen Wandler wird wieder ein digitales elektrisches Signal erzeugt. Damit im Hörer wieder ein Wechselstromsignal vorhanden ist, muss das Signal zuerst wieder in ein analoges Signal umgewandelt und anschliessend verstärkt werden.

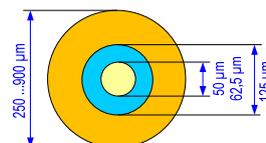
7.5 Glasfasertypen



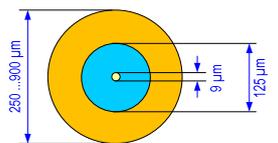
Mit „Mode“ wird die Art der Lichtführung in einer Glasfaser bezeichnet.

Bei der Multimode-Faser gibt es zwei mögliche Kerndurchmesser. Beim europäischen Standard beträgt der Durchmesser 50 μm und beim amerikanischen 62,5 μm .

Multimode-Faser



Singlemode-Faser



Bei der Singlemode-Faser beträgt der Durchmesser lediglich 9 μm . Je dünner der Kerndurchmesser ist, desto höher ist die maximale Datenübertragungsrate. Dies soll auf der nächsten Seite einfach begründet werden.

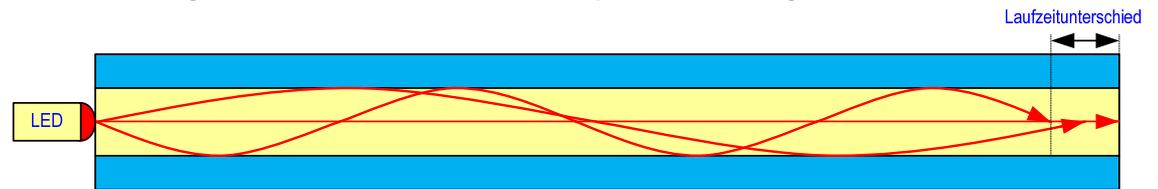
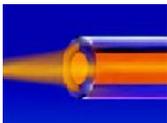
7.5.1 Multimode-Faser



Bei Multimode-Fasern kann sich ein einzelnes Lichtsignal über mehrere Wege (engl. Mode) ausbreiten, bis es am Ende der Faser angekommen ist.

Bei diesen Fasern wird der Brechungsindex, d. h. die optische Dichte vom Kernmittelpunkt bis zum Mantelglas immer kleiner (Multimodefaser mit Gradientenindex). Aus diesem Grund werden die Modes nicht nur am Übergang zwischen Kernglas und Mantelglas reflektiert, sondern im gesamten Kernglas. Dadurch entsteht für die verschiedenen Modes ein von der Mitte aus betrachtet parabelförmiger Verlauf im Kernglas. Der Brechungsindex beträgt im Kernglasmittelpunkt 1,56 und im Mantelglas 1,54.

In der Abbildung sind drei Modes für einen Lichtimpuls der LED abgebildet.

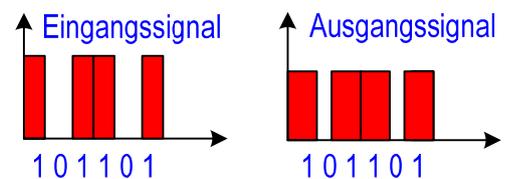


Durch die möglichen Wege der drei Modes ergeben sich Laufzeitunterschiede für den gleichen Impuls.

Übung 3.1

Vergleichen Sie die Abbildungen von einem möglichen digitalen Eingangssignal und dem entsprechenden Ausgangssignal. Was stellen Sie fest?

Durch die Laufzeitunterschiede haben sich die Impulse verbreitert und durch die Dämpfung sind sie kleiner geworden.



Übung 3.2

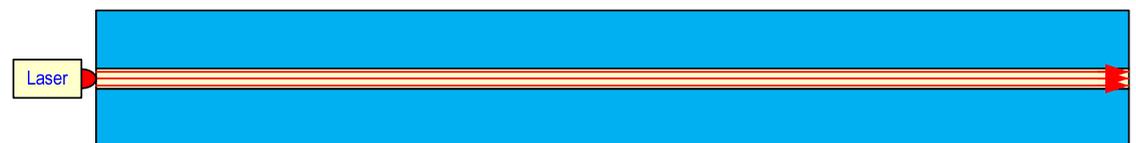
Wofür werden Multimode-Fasern eingesetzt?

Bei UKV-Anlagen im Primär- und Sekundärbereich.

7.5.2 Singlemode-Faser/ Monomode-Faser



Bei diesen Fasertypen ist das Kernglas mit einem Durchmesser von nur 9 µm extrem dünn. Die Modes können sich praktisch gar nicht durch verschiedene Wege ausbreiten. Aus diesem Grund entstehen praktisch keine Laufzeitunterschiede und das Bandbreitenlängenprodukt ist viel grösser als bei Multimode-Fasern.



Merke

Je dünner der Kernglasdurchmesser, desto höher ist die maximale Datenübertragungsrate.

Übung 3.3

Nennen Sie einige Anwendungen von Singlemode-Fasern.

- FTTH (Fiber to the Home)
- Allgemein Fernverbindungen über grosse Distanzen