

Lichtwellenleiter-Kabel Aufbau

Frage) Wie sind die verschiedenen LWL-Adern aufgebaut und was sind ihre Vor- und Nachteile ?

Antwort: a) Hohllader:

Die LWL-Faser befindet sich liegend in einer Füllung innerhalb einer Kunststoffhülle. Der Durchmesser dieser Hülle liegt bei 1,2mm-4,5mm.

Vorteile: freie Beweglichkeit der Faser, sehr gute Absetzbarkeit, gute Kräfteentkopplung

b) Bündelader:

Hierbei befinden sich mehrere Fasern innerhalb einer Kunststoffhülle. Der Durchmesser liegt bei 2,4mm-3mm.

Vorteile: freie Beweglichkeit, Längenspeicher, gute Kräfteentkopplung

Nachteile: Direkte Konfektion nur mit Aufteilern möglich, Masse kann später auslaufen

c) Vollader:

Die Umhüllung wird direkt auf Primärschutz gebracht. Der Durchmesser liegt bei 0,9 mm.

Vorteile: geringer Durchmesser, Stecker direkt konfektionierbar

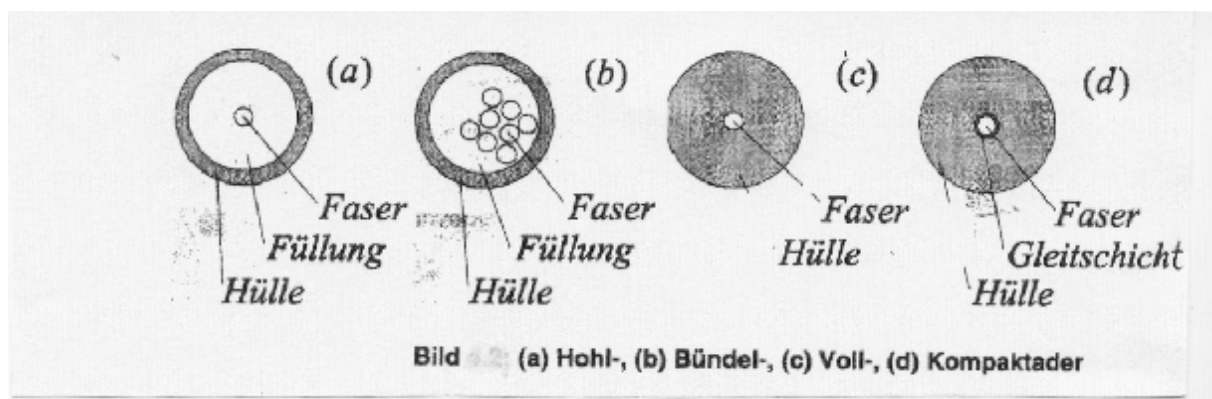
Nachteile: geringe Kräfteentkopplung, Coatings sind nicht so schnell entfernbar

d) Kompaktader:

Zwischen Primär- und Sekundärcoating befindet sich eine Gleitschicht.

Ansonsten Aufbau wie Vollader.

Vorteile: gute Entkopplung des LWL, gute Absetzbarkeit



Anregungsbedingungen

Allgemeines

Die Systemdämpfung von LWL-Leitungen kann durch zwei Meßmethoden ermittelt werden. Die erste Meßmethode ist die sogenannte Transmissionsmessung, wobei ein Sender und Empfänger zum Einsatz kommt.

Die zweite Meßmethode ist die Reflexionsmessung oder auch Rückstrommessung genannt, welche mit einem OTDR durchgeführt wird.

Um aber überhaupt praxisgerecht messen zu können ist die richtige Einkopplung des Lichts in die zu messende Faser von großer Bedeutung. Die Anregungsbedingung sagt etwas über die Art und Methode aus, wie Mantel und Kern der LWL-Faser ausgeleuchtet werden.

Man unterscheidet zwischen UMD- und EMD-Anregung bei Multimodefasern. Bei Einmodenfasern wird der Grundmodus eingekoppelt, da nur dieser ausbreitungsfähig ist. Die eingekoppelten Leck- und Mantelmoden werden innerhalb weniger Zentimeter unterdrückt. Eine nähere Betrachtung der Singlemodefaser fällt daher außer Betracht.

Was heißt UMD-Anregung ?

Bei der Uniform Mode Distribution (gleichförmige Modenverteilung) führen alle Moden den gleichen Energieanteil. Der Kern und die numerische Apertur der Faser werden überstrahlt.

Um diese Ausleuchtung zu erreichen wird ein sogenannter Modenmischer eingesetzt.

Als Modenmischer kann man z.B. drei unterschiedliche Fasern mit jeweils 1-2m Länge verspleißen. Man spleißt eine Gradientenindexfaser zwischen zwei Stufenindexfasern und erreicht somit eine starke Modenmischung.

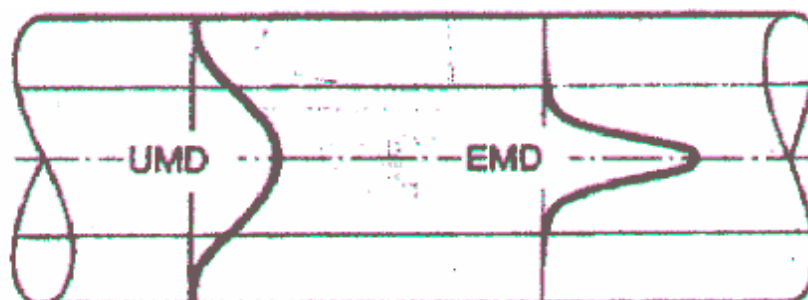
Sinnvoll ist die UMD-Anregung bei der Messung fertig konfektionierter Patchkabel unter Anwendung der Transmissionsmessung. Mit dieser Anregung lassen sich auch Exzentrizitäten der Stecker feststellen, da auch im Außenbereich Leistung geführt wird.

Was heißt EMD-Anregung ?

Die einzelnen Moden tauschen untereinander Energie aus. Dies geschieht solange bis alle Moden die gleiche Energie führen. Nach einer gewissen Weglänge wird ein stationärer Zustand erreicht. Es entsteht eine Modengleichgewichtsverteilung EMD (Equilibrium Mode Distribution). Daraus folgt, daß sich die Energie auf das Kernzentrum konzentriert.

Diese Anregung läßt sich z.B. durch den Einsatz von Vorlauffasern erreichen.

Steckerexzentrizitäten fallen mit dieser Anregung nicht auf. Geeignet ist diese Methode aber zur Messung der Kerndämpfung. (Weglänge ca 200-300m)



Lichtausbreitung im Monomode-LWL

Laut Datenblatt-Angaben wird für die Singlemode-Faser zumeist ein Wert in Bezug auf den Faserdurchmesser von 9..10/125 μm angegeben.

Die Wellenlängen für den Einsatz einer Singlemode-Faser liegen bei 1300 und 1550 nm. Seit neuester Entwicklung auch bei 1625 nm.

Der tatsächliche Kerndurchmesser beträgt für diese Faser aber ca 8 μm . Der Manteldurchmesser liegt bei 125 μm .

Aber wie kommt es zu der Angabe 9..10 μm ?

Zunächst sollte beachtet werden, daß sich innerhalb der Singlemode-Faser nur ein Modus (der sogenannte Grundmodus) ausbreitet. Streng genommen handelt es sich sogar um einen entarteten Modus, welcher sich in 2 Ebenen ausbreitet. Doch dieser entartete Modus sei zunächst außer Betracht gelassen, da diese Problematik als separates Thema behandelt wird. Die Lichtausbreitung im Singlemode-LWL ist nicht mehr mit dem Strahlenmodell möglich. Aus diesem Grunde bedient man sich des Wellenmodells.

Diese Lichtwelle wird auch als **Feldamplitude E** bezeichnet.

Innerhalb des Singlemode-LWL passiert bei der Lichtausbreitung folgendes:

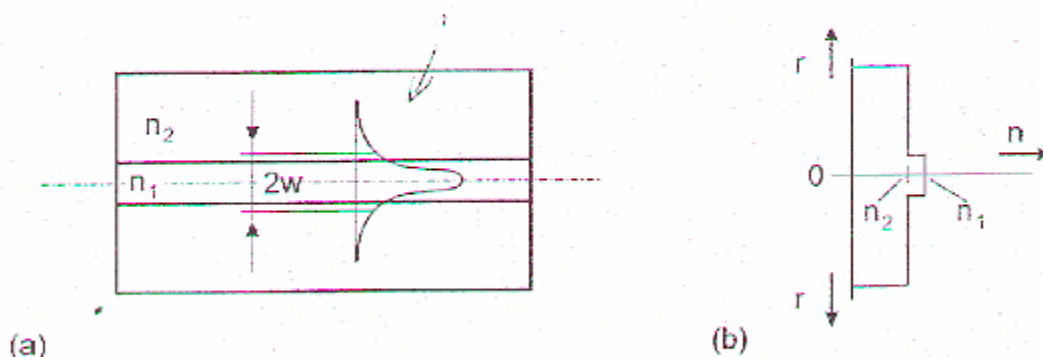
Die Feldamplitude breitet sich nicht nur über den Faserkern von ca 8 μm aus, sondern auch noch teilweise darüber hinaus. Die Ausbreitung über den Kern hinaus ist abhängig von der Wellenlänge, d.h. je größer die Wellenlänge wird, desto breiter wird die Feldamplitude.

Daraus folgt wiederum: Je breiter die Feldamplitude, desto mehr ragt die Amplitude aus dem Faserkern. Bei einer Wellenlänge von 1550 nm beträgt der Durchmesser sogar ca 11 μm , also mehr als die oben angegebenen 9..10 μm für den Felddurchmesser.

Dieser Zusammenhang ist auf der folgenden Zeichnung ersichtlich.

Feldamplitude E in Abhängigkeit vom Radius:

$$E(r) = E(r = 0) \cdot e^{-\left(\frac{r}{w}\right)^2}$$



Wellenausbreitung im Monomode-LWL:
(a) Intensitätsverteilung, (b) Brechzahlprofil

Lichtwellenleiter-Typen und Eigenschaften

Der Stufenprofil-Multimode-LWL

Frage 1) Worauf beruht das Prinzip der Strahlausbreitung im Stufenprofil-Multimode-LWL und welche Bedingungen müssen erfüllt sein ?

Antwort: Das Prinzip der Strahlausbreitung beruht auf der Totalreflexion. Die Brechzahl n_1 des Kerns muß größer als die Brechzahl n_2 des Mantels sein. Licht muß auf die LWL-Stirnfläche des Kerns treffen und innerhalb des Akzeptanzwinkels liegen.

Frage 2) Wodurch kommen die Laufzeitunterschiede der einzelnen Moden im Stufenprofil-LWL zustande ?

Antwort: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Strahlen innerhalb des Kerns ist gleich groß. Zu bedenken ist aber, daß der Strahl der axial entlang der Faserachse läuft den kürzesten Weg bis zum Faserende zurückgelegt. Der Strahl mit dem größten Neigungswinkel gegen die optische Achse hingegen den längsten Weg und damit folglich die längste Zeit.

