

Aufbau der Multimode-Faser Charakterisierung Encircled Flux (EF) und Einkopplungsbedingungen

Einführung

Aktuell reichen die Übertragungsraten in lokalen Netzen von 10/100 Mbit/s für Ethernet bis zu 1 Gbit/s für FDDI-Hochgeschwindigkeits- bzw. Gigabit Ethernet-Netze. Die steigende Nachfrage nach Diensten auf Grundlage des Internet-Protokolls (IP), wie Sprache, Video und Daten, verlangt jedoch höhere Datenraten und größere Bandbreiten und führt zur Einführung von 10 Gigabit Ethernet in Unternehmensnetzen.

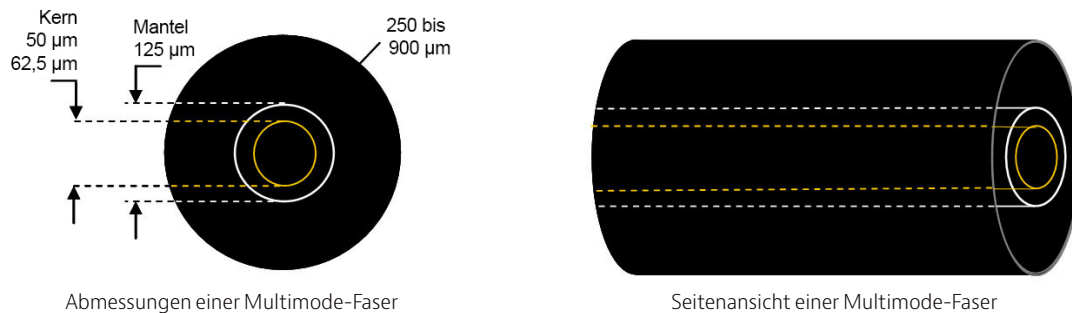
In diesem Zusammenhang muss das optische Dämpfungsbudget von Multimode-Glasfaserkabeln genau und wiederholbar ermittelt werden können. Dies gilt insbesondere, wenn es sich tendenziell einem Grenzwert nähert, der die benötigte Bandbreite sichert.

Die Messung der Dämpfung und der Bandbreite in Multimode-Fasern ist erheblich von den Einkopplungsbedingungen der für die Messung verwendeten Lichtquelle abhängig. Hier machen neue Normen den Herstellern von Messgeräten gewisse Vorgaben, um sicherzustellen, dass die optische Dämpfungsmessung unabhängig von der verwendeten Messtechnik wiederholbar ist.

Dieses Dokument erläutert im ersten Teil die Einkopplungsbedingungen für Multimode-Fasern und deren Auswirkungen auf die Messung der optischen Dämpfung. Der zweite Teil konzentriert sich auf den betreffenden Branchenstandard und dessen Auswirkungen auf die optische Prüf- und Messtechnik.

Aufbau der Multimode-Faser

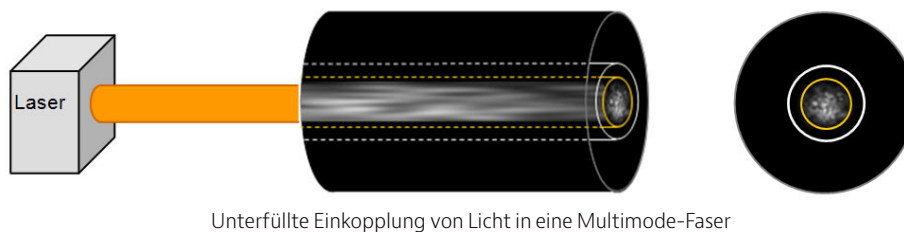
Multimode-Fasern besitzen einen weitaus größeren Kern als Singlemode-Fasern (50, 62,5 μm oder noch größer), so dass Licht auf verschiedenen Pfaden, die hier „Moden“ genannt werden, übertragen werden kann.



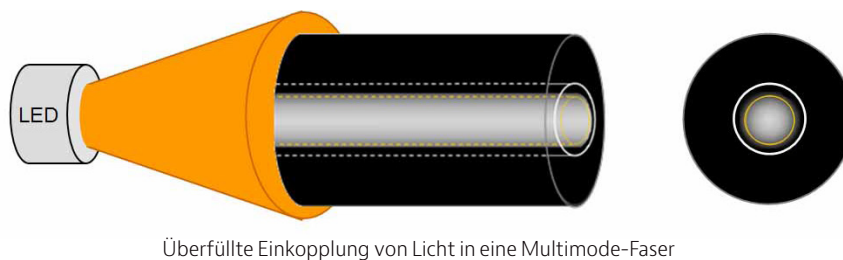
Einkopplungsbedingungen

Die Einkopplungsbedingungen definieren, wie die optische Leistung in den Faserkern eingefügt wird, um die Faserdämpfung zu messen.

Ideale Einkopplungsbedingungen liegen vor, wenn das Licht über den gesamten Faserkern verteilt ist. Tatsächlich werden die Einkopplungsbedingungen des Lichtes in die Faser jedoch für gewöhnlich als „**Underfilled**“ (**Unterfüllt**) oder „**Overfilled**“ (**Überfüllt**) bezeichnet.



„Underfilled“ bedeutet, dass sich der Großteil der optischen Leistung in der Mitte der Faser konzentriert. Dieser Fall tritt ein, wenn die Strahlungsfläche und die Winkelverteilung des Lichtes kleiner als der Faserkern sind und diesen daher nicht vollständig ausleuchten oder „unterfüllen“. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz einer Laserquelle oder eines VCSEL-Hochleistungslasers.



Analog dazu bedeutet „Overfilled“, dass die Strahlungsfläche und die Winkelverteilung größer sind als der Faserkern und dieser daher „überfüllt“ wird. Dieser Fall tritt beispielsweise ein, wenn eine Leuchtdiode (LED) als Lichtquelle zum Einsatz kommt. Licht, das außerhalb des Faserkerns einfällt, sowie Licht, das in einem Winkel auftrifft, der den Akzeptanzwinkel des Faserkerns übersteigt, geht für die Übertragung verloren.

So führt eine Lichtquelle, die die Faser „unterfüllt“, zur Angabe von zu niedrigen Dämpfungswerten, während eine „überfüllende“ Lichtquelle bewirkt, dass zu hohe Dämpfungswerte ausgegeben werden.

Unterfüllt oder überfüllt: Was ist besser?

Weder unterfüllt noch überfüllt ist wünschenswert, da beide Einkopplungsbedingungen zu Messabweichungen führen.

Diese Messabweichungen sind nicht kritisch, solange das zulässige Dämpfungsbudget in Bezug auf die erwartete Bandbreite überdimensioniert ist. Doch wenn sich die Dämpfung dem Grenzwert nähert, sollte man den Schwankungsbereich für das Dämpfungsbudget kennen. In diesem Fall kann eine Messabweichung von 50 % bereits zu groß sein, um das Netzwerk noch zertifizieren zu können, so dass genauere Messungen erforderlich sind.

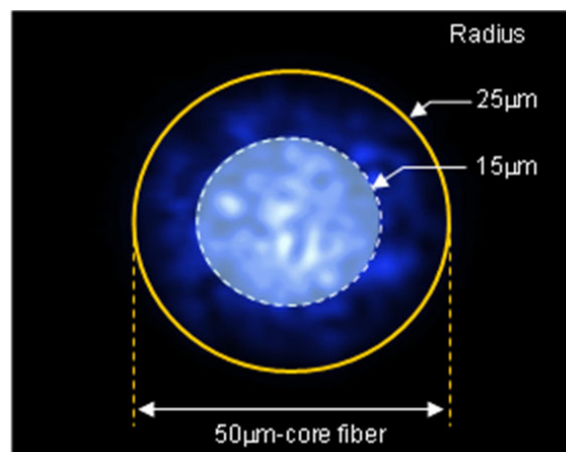
Die Norm IEC 61280-4-1 der International Electrotechnical Commission gibt hier eine Richtlinie vor, die garantiert, dass die Dämpfungsabweichungen ± 10 Prozent nicht überschreiten.

Bei Verwendung von Feldmesstechnik, die die Anforderungen der Norm IEC 61280-4-1 erfüllt, wird gewährleistet, dass die Dämpfungsmessungen zwischen verschiedenen Messgeräten bei einer Dämpfung von >1 dB um weniger als ± 10 Prozent und bei einer Dämpfung von <1 dB nur um $\pm 0,07$ dB abweichen.

Encircled Flux

Encircled Flux (EF) ist ein neuer Parameter, der in der Norm IEC 61280-4-1, Ausgabe 2, vom Juni 2009 eingeführt wurde. Er bezieht sich auf die Energieverteilung im Faserkern sowie auf die Größe der Strahlungsfläche (Radius) und auf die Winkelverteilung.

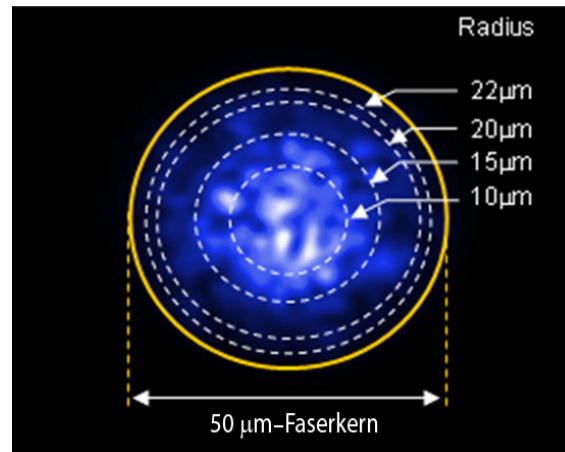
Der EF definiert das Verhältnis zwischen der bei einem bestimmten Radius des Faserkerns übertragenen Leistung zur eingekoppelten Gesamtleistung. Die untenstehende Abbildung verdeutlicht beispielhaft die übertragene Leistung bei einem Radius von $15\ \mu\text{m}$ (hellblau). Der EF-Wert bei $15\ \mu\text{m}$ ist durch das Verhältnis des Betrags des übertragenen Lichtes in diesem mittleren Teil zur Gesamtmenge des in den gesamten Kern eingespeisten Lichtes (gelber Kreis) definiert:



Darstellung des EF-Wertes bei einem Radius von $15\ \mu\text{m}$ und einen Faserkern mit einem Durchmesser von $50\ \mu\text{m}$

Die Norm IEC 61280-4-1

Die Empfehlungen der Norm IEC 61280-4-1 basieren auf festgelegten unteren und oberen Grenzwerten für die EF-Werte bei vier vordefinierten Radien des Faserkerns (10, 15, 20 und 22 μm) und bei allen Wellenlängen (850 und 1300 nm).



Ausgeleuchteter Teil des Faserkerns einer Faser mit einem Kerndurchmesser von 50 μm

Lösung für Feldmessungen

Die Norm IEC 61280-4-1 fordert, dass das aus der Einkoppelfaser austretende Licht die empfohlenen EF-Grenzwerte einhält.



Kontrolle der EF-Werte im Feldeinsatz

Die Ausführung von Tests mit Messtechnik, die nach der Norm IEC 61280-4-1 qualifiziert ist, stellt noch nicht sicher, dass die Einkopplungsbedingungen zum Zeitpunkt der Testausführung auch der Norm entsprechen, da unter anderem in der verwendeten Einkopplungsfaser Abweichungen auftreten können.

Techniker können im Feldeinsatz nicht die EF-Messungen ausführen, die erforderlich sind, um die Einkopplungsbedingungen zu prüfen. Daher schlägt die Norm IEC 61280-4-1 vor, physikalische Hilfsmittel zu nutzen.

Technische Lösung mit EF-Modencontroller

Die Einhaltung der EF-Grenzwerte wird durch einen Modencontroller gewährleistet, der entweder in die Messtechnik (Lichtquelle oder OTDR) integriert ist oder als externes Gerät vorliegt. Dieser Modencontroller kann zwischen Quelle und die zu testende Faser (LSPM¹-Methode) oder zwischen OTDR und Vorlaufkabel (OTDR-Messung) eingefügt werden. Manche Modencontroller sind bereits mit einem Vorlaufkabel ausgestattet und können für OTDR-Messungen direkt an die zu testende Faser angeschlossen werden.

Der EF-Modencontroller ist ein passives Gerät, das sicherstellt, dass die Einkopplungsbedingungen unabhängig von der verwendeten Lichtquelle (LED oder Laser) die Anforderungen der Norm IEC 61280-4-1 erfüllen. Modencontroller werden für Faserkerndurchmesser von 50 und 62,5 µm, teilweise mit integrierten Vorlaufkabeln, angeboten.



Beispiel eines Modencontrollers mit integriertem Vorlaufkabel

Nicht EF-konforme Hilfsmittel

Vorlaufkabel

Multimode-Vorlaufkabel erlauben dem Signal zwar, ein Modengleichgewicht zu erzielen, stellen jedoch nicht sicher, dass die Messtechnik die EF-Anforderungen der Norm IEC 61280-4-1 einhält.

Multimode-Vorlaufkabel werden eingesetzt, um die Einfügedämpfung und Reflexionsdämpfung des Steckverbinders am nahen Ende der mit dem OTDR zu testenden Strecke zu ermitteln. Zudem verringern sie in Nähe der Lichtquelle die Auswirkungen eventueller Faseranomalien auf den Test.



Vorlaufkabel

¹ LSPM-Messung mit Lichtquelle (LS) und Pegelmesser (PM)

Wickeldorn

Wenn die Faser überfüllt ist, können Leistungsverluste durch Moden höherer Ordnung die Messergebnisse erheblich verfälschen. Ein Wickeldorn, der wie ein Tiefpass-Modenfilter wirkt, ermöglicht, die Moden höherer Ordnung zu eliminieren. Er beseitigt effektiv alle locker gekoppelten Moden, die von einer überfüllten Lichtquelle generiert werden. Die fest gekoppelten Moden können dagegen ohne oder mit nur geringer Dämpfung passieren. Diese Lösung macht ein Messgerät jedoch nicht EF-konform.



Wickeldorn

Patchkabel mit Modenkonditionierer

Patchkabel mit Modenkonditionierer verringern die Auswirkungen der differentiellen Modenlaufzeit auf die Übertragungszuverlässigkeit von Gigabit Ethernet-Anwendungen, wie 1000Base-LX. Zudem gewährleisten sie die korrekte Ausbreitung des VCSEL-Laserlichts entlang der Multimode-Faser. Diese Lösung macht ein Messgerät jedoch nicht EF-konform.

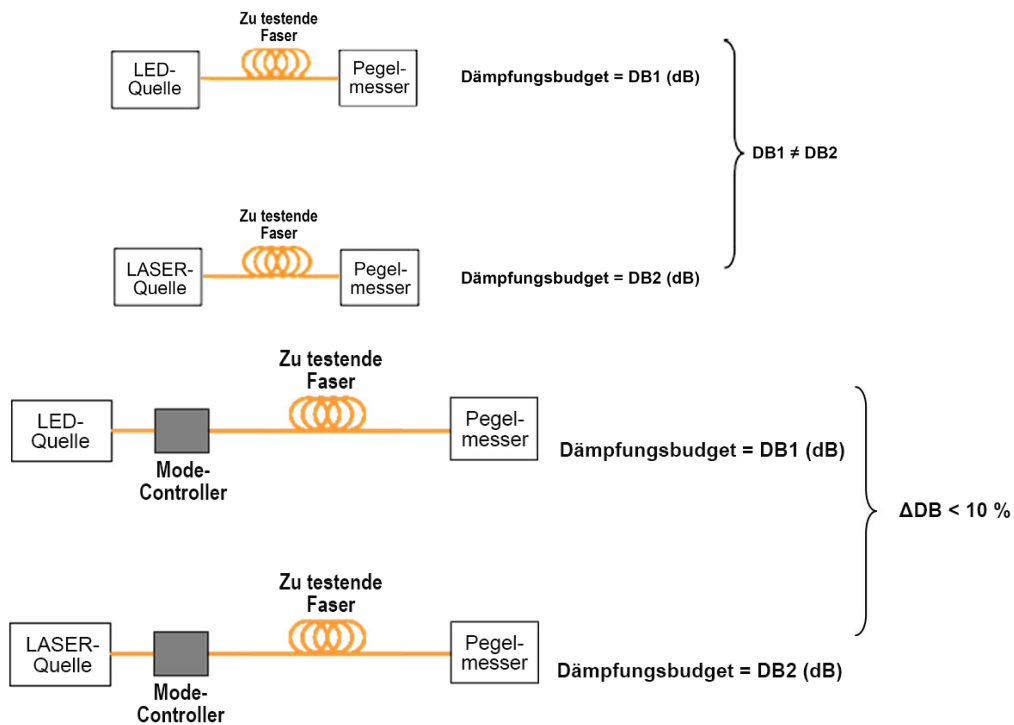


Patchkabel mit Modenkonditionierer

Auswirkungen des EF-Modencontrollers auf verschiedene Lichtquellen (LED und Laser)

Ohne Kontrolle der Einkopplungsbedingungen (siehe untenstehendes Beispiel) können die Messergebnisse für das Dämpfungsbudget je nach der verwendeten Lichtquelle (LED oder Laser) erheblich voneinander abweichen.

Mit einem Modencontroller zur Steuerung der Einkopplungsbedingungen nach der IEC-Norm (siehe untenstehendes Beispiel) kann garantiert werden, dass die Differenz zwischen LB1 und LB2 weniger als 10 Prozent beträgt.



Lösungen für Unternehmen von Viavi Solutions

Viavi bietet eine lückenlose Palette von Prüf- und Messtechnik zur Charakterisierung aller Arten von Multimode-Netzwerken nach der jüngsten Norm IEC 61280-4-1.



Faserzertifizierer Certifier40G für Basismessungen



Optischer Pegelmesser OLP-3x und Laserquelle OLS-34 der Produktfamilie SmartPocket™ von Viavi



EF-Modencontroller für 50 µm Multimode-Faser



Kontakt +49 7121 86 2222

Sie finden das nächstgelegene Viavi-Vertriebsbüro auf viavisolutions.com/contacts

© 2015 Viavi Solutions Inc.
Die in diesem Dokument enthaltenen Produktspezifikationen und Produktbeschreibungen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.
mmfiberchar-an-fop-tm-de
30176039 902 0412