

Neue Fiber Normen sowie neue Fasern

von



mit freundlicher Genehmigung
von

tyco / ***Electronics***

In dieser Info wird das Thema die Veränderungen in der neuen Ausgabe der ISO/IEC 11801 (2. Fassung) sein. Dabei geht es um den Schwerpunkt LWL. Die Änderungen sind sehr tiefgreifend und verlangen in einigen Teilen umdenken zu bisherigen Erkenntnissen.

Bis vor kurzem waren die technischen Parameter in der Norm für Glasfaserkomponenten relativ einfach und übersichtlich strukturiert.

So sind neben der Kabeldämpfung, die pro Kilometer angegeben wird, auch Werte für die Dämpfungswerte von Steckverbindern sowie Spleißverbindungen angegeben.

Faser	Dämpfung 850nm	Dämpfung 1300nm	Minimale Bandbreite 850nm	Minimale Bandbreite 1300nm
62,5µm oder 50µm	3,5dB	1dB	200	500

Tabelle 1: Kabeldämpfung und minimal Bandbreite von Multimode Kabeln

Maximale Einfügedämpfung Steckverbinder	Maximale Dämpfung Spleiß
0,75dB	0,3dB

Tabelle 2: Maximale Dämpfungen von Steckverbindern und Spleißen

Außerdem sind auch Werte für die einzelnen Teilstrecken definiert. Diese Teilstrecken sind bezüglich der Definition die gleichen, wie bei den Kupferstrecken.

Teilsystem	Länger der Installationsstrecke	Dämpfung in dB			
		Einmoden		Mehrmoden	
		1310nm	1550nm	850nm	1300nm
Tertiärverkabelung	90m	2,2	2,2	2,5	2,2
Sekundärverkabelung	500m	2,7	2,7	3,9	2,6
Primärverkabelung	1500m	3,6	3,6	7,4	3,6

Tabelle 2: Teilstreckendämpfungen

Dabei ist die Bandbreite, die bei LWL Kabeln angegeben wird, eine sogenannte modale Bandbreite. Das bedeutet, die Definition beschreibt ein Signal, welches nahezu auf der gesamten Kernfläche eingekoppelt wird. Dieses Verhalten entspricht auch der LED als Sendeelement, die dieses typische Abstrahlverhalten hat. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Vollenregung. Die Messmethoden der Faserhersteller zur Bestimmung der Bandbreite basieren auf dieser Vollenregung. Das ist auch notwendig, damit die Messmethode auch auf den Grundlagen basiert, wie sie später in der Praxis vorkommen.

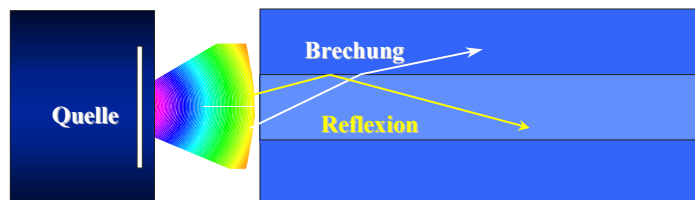


Bild 1: Vollenregung

Da die Glasfasern hauptsächlich im Bereich der Primär und Sekundärverkabelung eingesetzt werden, sind die Geschwindigkeitsanforderungen in einem LAN an dieser Stelle auch am höchsten. Werden heute in der Regel 10/100 Mbit/s zum Arbeitsplatz realisiert, so ist die Anforderung in der Primär- oder Sekundärverkabelung 1000 Mbit/s oder höher.

Um diese Geschwindigkeiten zu ermöglichen, mussten neue Sendeelemente entwickelt werden, da LED's zu langsam waren. Aus dieser Anforderung heraus ist der VCSEL das ideale Element.

VCSEL steht für **V**ertical **C**avity **S**urface **E**mitting **L**aser. Hierbei handelt es sich um Halbleiterlaser, die nicht wie herkömmliche Kantenemitter den Lichtstrahl parallel sondern senkrecht zur Epitaxieschicht aussenden. Dies hat mehrere Vorteile, z.B. ist die Einkopplung in die Faser wesentlich effektiver, außerdem können die VCSELs schon auf dem Waver getestet werden, wodurch Herstellungskosten gering gehalten werden können. Ein weiteres Plus ist die geringe Divergenz (Strahlenerweiterung).

Die ersten Gigabit Ethernet Komponenten nutzten schon dieses Bauelement. Dabei wurden die Elemente für das 850nm Fenster (SX) eingesetzt, während die klassischen Laser für das 1300nm Fenster zum Einsatz kommen.

Alle drei Elemente haben sehr unterschiedliche Einstrahlcharakteristiken. Dabei ist zu erkennen, dass der Laser sehr mittig einstrahlt, während der Einstrahlwinkel der LED erheblich größer ist.

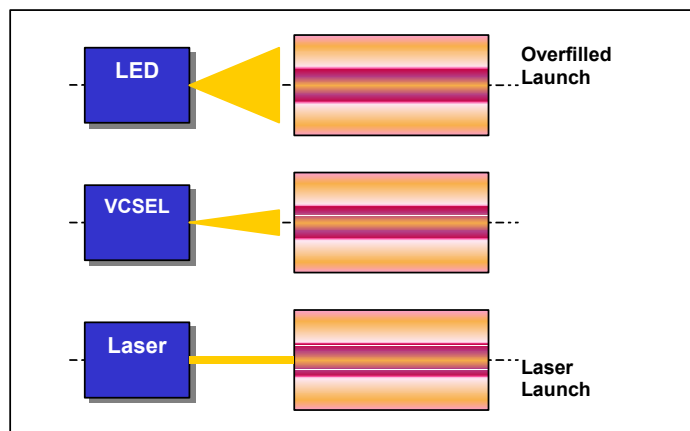


Bild 2: Einstrahlcharakteristiken von den Sendeelementen

Das Einstrahlverhalten von Lasern und VCSEL's führt bei gewöhnlichen MM Fasern zu Problemen, die sich in der Beschränkung der maximalen Reichweite äußern. Der Grund sind Laufzeitunterschiede der einzelnen Moden, die mit zunehmender Länge immer größer werden.

Der Grund dafür liegt an dem Brechungsindexverlauf gewöhnlicher MM Fasern. Diese haben im Kernbereich einen unförmigen Verlauf der Kennlinie. Bei einer LED, die den Kern nahezu im gesamten Bereich anstrahlt, tritt ein großer Teil der Moden außerhalb des ungünstigen Bereiches ein und somit ist nur ein kleiner Teil der Moden betroffen. Bei einem Laser

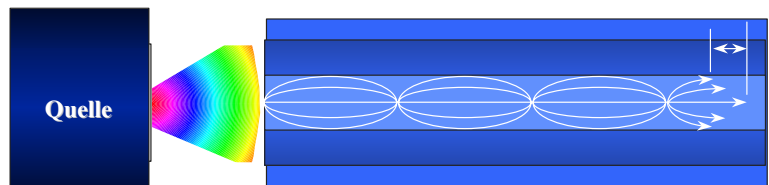


Bild 3: Technik Gradientenfaser

sieht das jedoch genau anders aus. Der größte Teil des Lichtstrahles trifft auf den disharmonischen Teil des Kern. Der Verlauf der Kennlinie soll dafür normalerweise dafür sorgen, dass Lichtstrahlen in der Mitte langsamer sind als die äußeren. Damit soll erreicht werden, dass die einzelnen Strahlen nahezu zeitgleich am Empfänger ankommen. Damit wird die Modendispersion verkleinert. Das wird dadurch erreicht, dass die einzelnen Schichten ein unterschiedlichen Brechungsindex haben.

Der Brechungsindex ist wie folgt definiert:

$$N = \frac{\text{Geschwindigkeit des Licht im Vakuum}}{\text{Geschwindigkeit des Licht im Medium}}$$

Der Brechungsindex ist im Kern daher am größten nimmt zu den Randbereichen ab

Doch die Lichtstrahlen werden durch den nicht linearen Teil der Kennlinie irritiert und kommen zu unterschiedlichen Zeiten am Empfänger an. Ab einer gewissen Länge ist dann keine Übertragung mehr möglich. Das bedeutet für bestehende Strecken eine Längenrestriktionen. So ist z.B. die maximale Länge für Gigabit Ethernet bei einer 50/125µm Faser auf

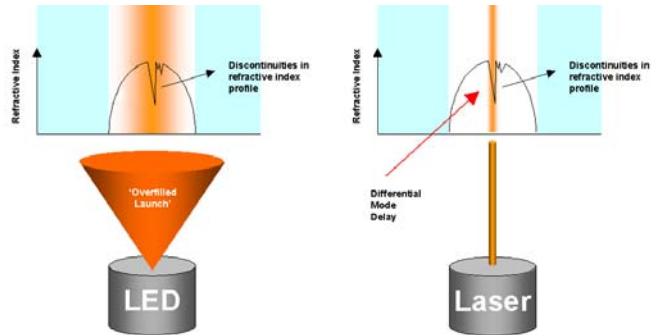


Bild 4: Entstehung von DMD bei Lasereinkopplung

550m begrenzt. Eine Verlängerung der Strecke ist mit Mode Conditioning kablern möglich. Bei diesen Kablern wird eine Anpassung vorgenommen, in dem der Lichtstrahl versetzt in die MM Faser eingespeist wird.

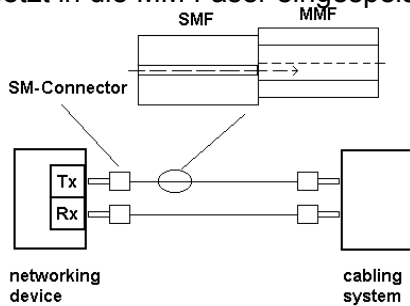


Bild 5: Aufbau Mode Conditioning Kabel



Bild 6 Mode Conditioning Kabel

Für zukünftige Verkabelungen mussten neue Fasern entwickelt werden, um die Längenrestriktionen zu verbessern. Dabei ist es gelungen, den Profilverlauf auch im Kernbereich optimal herzustellen. Dadurch konnte das DMD erheblich verkleinert und die nutzbaren Längen vergrößert werden. Diese Fasern, auch als laserzertifiziert oder Laser optimiert bezeichnet, sollten neue Verkabelungen nur noch zum Einsatz kommen, das sie gleichermaßen für LED wie auch für Laserapplikationen geeignet sind. Dabei zeigte sich auch, dass es mit der bisherige Definition der Bandbreite keinen direkten Zusammenhang zu Laseranregung gibt. Die Methode zur Bandbreitemessung geht von einer Vollanregung aus, die ja bei einer Laserapplikation nicht vorkommt. Daher musste eine neue Messmethode mit neuen Bedingungen definiert werden, um den realen Verhältnissen gerecht zu werden.

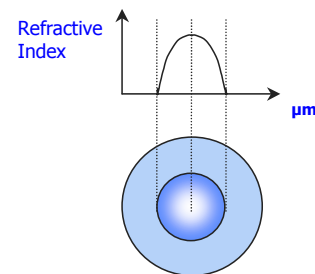


Bild 7: Indexverlauf optimal

für

Nach Gigabit Ethernet ist seit jüngster Zeit auch der 10 Gigabit Ethernet Standard 802.3ae verabschiedet worden. Dabei gibt es verschiedene Definitionen, welche Verkabelungsstruktur notwendig ist. Eine davon ist 10GbaserSR über eine MM Faser. Hierbei ist die Längenrestriktion noch spürbarer. Daher sind noch bessere MM Fasern entwickelt worden, um größere Nutzlängen zu erreichen.

<u>PMD</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Fasertyp</u>	<u>Distance [m]</u>	<u>Applikation</u>
<u>1550 serial</u>	<u>10GBase-ER/EW</u>	<u>SMF</u>	<u>2-40.000</u>	<u>WAN</u>
<u>1310 serial</u>	<u>10GBase-LR/LW</u>	<u>SMF</u>	<u>2-10.000</u>	<u>MAN, Campus Backbone</u>
<u>1310 WWDM</u>	<u>10GBase-LW4</u>	<u>SMF</u>	<u>2-10.000</u>	<u>MAN, Campus Backbone</u>
<u>–</u>	<u>10GBase-LX4</u>	<u>MMF</u>	<u>2-300</u>	<u>Building Backbone, FTTD</u>
<u>850 nm serial</u>	<u>10GBaseSR</u>	<u>MMF 62.5/125 µm</u> <u>[160MHz*km]</u>	<u>2-26</u>	<u>Equipment Room</u>
<u>–</u>	<u>10GBaseSR</u>	<u>MMF 62.5/125 µm</u> <u>[200MHz*km]</u>	<u>2-33</u>	<u>Equipment Room</u>
<u>–</u>	<u>10GBaseSR</u>	<u>MMF 50/125 µm</u> <u>[400MHz*km]</u>	<u>2-66</u>	<u>Equipment Room</u>
<u>–</u>	<u>10GBaseSR</u>	<u>MMF 50/125 µm</u> <u>[500MHz*km]</u>	<u>2-82</u>	<u>Equipment Room</u>
<u>–</u>	<u>10GBaseSR</u>	<u>MMF 50/125 µm</u> <u>[Laser BW</u> <u>2000MHz*km]</u>	<u>2-300</u>	<u>Building Backbone, FTTD</u>

Tabelle3: Maximale Linklängen bei 10Gigabit Ethernet

Im Zuge der neuen Ausgabe der ISO/IEC 11801 war es notwendig, die neuen Entwicklungen normativ besser zu erfassen und eine bestmögliche Planungssicherheit zu geben.

Dabei hat man in einigen Bereichen auf die Erfahrungen im Kupferbereich zurück gegriffen. So wird es in Anlehnung an die Linkklassen D,E und F auch im LWL Bereich folgende Linkklassen geben:

Channel	Channel Dämpfung Multimode		Channel Dämpfung Singlemode	
	850nm	1300nm	1310nm	1550nm
OF 300	2,55	1,95	1,8	1,8
OF 500	3,25	2,25	2	2
OF 2000	8,5	4,5	3,5	3,5

Tabelle 4: Maximale Dämpfung der neuen Linkklassen

Das bedeutet auch eine sehr klare und übersichtliche Abnahmemessung mit dem Dämpfungsmessgerät. Eine OTDR Messung ist auch weiterhin eine optionale Möglichkeit zur Abnahmessung. OF bedeutet in diesem Fall Optical Fiber und die Zahl steht für die Linklänge.

Die zweite wichtige Neuerung ist die Definitionen von Glasfaserkategorien für LWL Kabel. Damit werden die technischen Entwicklungen, wie die neuen laserzertifizierten Fasern oder auch die veränderten Bedingungen durch neue Sendeelemente berücksichtigt.

Fiber Type	Core Diameter [µm]	Overfilled Launch Bandwidth MHZ * km		Effective Laser Launch Bandwidth
		850 nm	1.300 nm	850 nm
OM 1	50 or 62.5	200	500	n.A.
OM 2	50	500	500	n.A.
OM 3	50	1.500	500	2.000

Tabelle 5: Werte der neuen Faserspezifikation

Häufig werden Kabel (Fasern) mit einer Spezifikation 600/1200 gefordert. Damit ist jedoch kein Rückschluss auf die Laserfähigkeit möglich. Da LED's in Zukunft weniger zum Einsatz kommen werden, sollte die Laserfähigkeit oder wie bei der OM3 Faser die Laserbandbreite betrachtet werden. Denn was nützen 1200Mhz (LED Bandbreite) bei 1310nm, wenn heute wie auch in Zukunft Laser zum Einsatz kommen und somit der Wert keine Aussagekraft hat. Da es zur Zeit 6 verschiedene 50µm Fasern gibt, sollte man also sehr sorgfältig bei der Auswahl vorgehen.

Die Werte für Steckverbinder und Spleiße werden wie folgt definiert:

Komponente	Maximale Einfügedämpfung	Rückflussdämpfung
Multimode Steckverbindung	0,75 dB	20dB
Singlemode Steckverbindung	0,75 dB	35dB
Spleiß	0,3 dB	n.a.

Tabelle 6: Dämpfungswerte der Komponenten

Neu ist in diesem Fall die Anhebung der Rückflussdämpfung bei Singlemode von 20 dB auf 35 dB. Die anderen Werte sind unverändert geblieben.

Bei der Planung sollte man zuerst die maximalen Längen, die Betriebwellenlänge sowie die zu übertragenden Dienste bestimmen. Danach ist dann eine Faserauswahl möglich.

Für Neuinstallationen sollten auf jeden Fall nur noch laserzertifizierte Fasern genommen werden. Dabei sollten die Fasern mindestens der OM2 entsprechen.

Diese bieten folgende Längen:

Dienst	OM2 System
	OM 2 Faser
10 Gigabit Ethernet	84 m
1 Gigabit Ethernet	550 m
100 Mbit/s	2000 m

Tabelle 6: Minimale Längen der Dienste mit OM 2 Faser

Ein System, das Multimode Performance bietet, ist das AMP Netconnect XG System. Dabei enthalten alle Komponenten die OM3 Faser und ermöglichen somit maximale Performance. Außerdem werden alle Patchkabel und Pigtails auf Einfügedämpfung und Rückflusdämpfung geprüft und auch mit einem Protokoll ausgeliefert. Die Rückflusdämpfung ist bei Einsatz von Lasern ein wichtiger Faktor. Dabei ist die Maschinenpolitur ein Muss. Mit einfacher Handpolitur ist das nicht möglich.

Mit diesem System ist eine Linklänge von 300m bei 10 Gigabit Ethernet und 900m bei Gigabit Ethernet möglich. Alle Komponenten sind aufeinander abgestimmt und garantieren eine hervorragende Performance und Betriebssicherheit von 10 Mbit/s bis zu 10Gbit/s.

Dienst	XG System
	OM 3 Faser
10 Gigabit Ethernet	300 m
1 Gigabit Ethernet	900 m
100 Mbit/s	2000 m

Tabelle 7: Minimale Längen der Dienste mit OM 3 Faser

Für kleinere Linklängen ist auch der Einsatz der AMP Netconnect OM2 + Faser zu überlegen.

Die Reichweite bei 10 Gigabit Ethernet beträgt dann 110m. Linklängen über 300m erfordern bei 10 Gigabit Ethernet Singlemodedfasern. Ist der Bedarf nicht sofort nötig, könne auch Hybridkabel (SM und MM Fasern in einem Kabel) eine wirtschaftliche Alternative sein.