



Quelle: Opternus (alle)

Multimodefaser jetzt auch für höhere Gigabit-Übertragungen

BANDBREITENZUWACHS ERFORDERT NEUE LWL-FASERN Der Bandbreitenzuwachs – insbesondere in Rechenzentren – führte bei den Komponentenherstellern zu Überlegungen nach passenden LWL-Fasertypen und nach neuen Übertragungsverfahren, um kostspielige Lösungen zu umgehen.

Die rasante Entwicklung immer größerer Bandbreiten ergreift auch die Technik der Multimodefasern. Die aktuellen Verkabelungsnormen (ISO/IEC 11801, der DIN EN 50173-1) enthalten noch nicht die OM5-Fasern. Man kann davon ausgehen, dass diese Norm bei uns in Europa/Deutschland bald definiert sein wird.

Optische Multimodefasern – OM

OM-Kategorien beschreiben Eigenschaften der Multimodefasern. Es gibt heute die Kategorien OM1 bis OM5. OM1 beschreibt eine Gradientenindex Faser mit einem Kerndurchmesser von 62,5µm, die heute kaum noch eine Rolle spielt (**Bild 1**). OM2 bis OM5 beschreiben Gradientenindex Fasern mit einem Kerndurchmesser von 50µm, die sich voneinander in ihrem Bandbreiten-Längenprodukt unterscheiden. Die früheren Fasern, also OM1 und OM2, waren auf die damals vorwiegend verwendete Wellenlänge 1300nm optimiert. Heute wird überwiegend bei 850nm übertragen. In diesem Bereich wurden ab OM3 auch die größten Fortschritte erzielt (**Tabelle**).



AUF EINEN BLICK

NORMUNG, SPEZIFIKATION Die Faserspezifikation ist in den USA bereits genormt, in Europa dagegen noch nicht, sie ist aber in Vorbereitung

WELLENLÄNGENMULTIPLEX Erst ab der OM5-Faser ist ein Wellenlängenmultiplex-Übertragungsverfahren mit Gradientenfasern möglich

EIN SYSTEM DER MULTIMODEFASERN OM5-Fasern sind vollständig rückwärtskompatibel zu OM3- und OM4-Fasern

Bisher eingeschränkt

Über OM1- bis OM4-Fasern wird nur eine Wellenlänge theoretisch übertragen, bis zu 40Gbit/s. Mittlerweile gibt es mit der »parallel-optischen Übertragung« über MPO-Stecker die Möglichkeit, bis zu 40Gbit/s bzw. 100Gbit/s zu übertragen. Der Empfänger setzt die Datenströme wieder zu einem Signal zusammen, eine komplizierte Technik und das auf engstem Raum. Für 100Gbit/s benötigt man zehn Fasern pro Richtung. Tatsächlich ist eine WDM-(OM5) Übertragung

teurer, als eine einkanalige, aber günstiger als ein Fasermultiplex.

Wellenlängenmultiplex erweitert die Übertragungskapazität

Der Begriff »WDM« Wellenlängenmultiplex ist nicht neu. Anwendungen im Zusammenhang mit Singlemodefasern (SM-LWL) gibt es schon länger. Die enorme Bandbreite der SM-LWL erlaubt hier das gleichzeitige Übertragen von verschiedenen Wellenlängen. Nachteilig sind die hohen Kosten der Kom-

GRADIENTENFASERN – MULTIMODEFASERN

Faser Typ	Spezifikation (TIA)	Kern Ø (µm)	Min. modale Bandbreite (MHz · km)				Max. kilometrische Dämpfung (dB/km) TIA 568 / ISO 11 801			Max. Streckenlänge (IEEE 802.3)					
			Überfüllte Anregung (±20nm)		Laseranregung		850nm	953nm	1300nm	1000	10G	40/100G ¹	100/400G ¹	50/200G ¹	
			(µm)	953nm	1300nm	850nm									953nm
OM1	492AAAA	62,5*	200	-	500	-	-	3,5	-	1,5	275	33	-	-	-
OM2	492AAAB	50*	500	-	500	-	-	3,5	-	1,5	550	82	-	-	-
OM3	492AAAC	50	1500	-	500	2000	-	3,0	-	1,5	-	300	100	70	70
OM4	492AAAD	50	3500	-	500	4700	-	3,0	-	1,5	-	400	150	100	100
OM5	492AAAE	50	3500	1850	500	4700	2470	3,0	2,3	1,5	-	400	150	100	100

*OM1 und OM2 können sowohl 50 als auch 62,5µm Kerndurchmesser haben. ¹⁾ Übertragungsraten hinter dem » / » im Multiplex (nur OM5)

Tabelle: Technische Spezifikationen der verschiedenen OM-Fasern

Quelle: Opternus auf Basis der Normierungsgrundlagen

ponenten und der Elektronik bei Sender und Empfänger. Mit den OM1- bis OM4-Fasern ist das nicht möglich. Der Grund für diese technische Einschränkung ist u.a. die Modendispersion, die insbesondere bei Multimodefasern stärker zum Tragen kommt.

OM5 geht einen Schritt weiter. Wie man aus der Tabelle ersehen kann, unterscheiden sich die Eckdaten bei 850nm nicht von OM4, jedoch ist das so genannte Übertragungsfenster vergrößert worden, man nennt die OM5 deshalb auch WBMMF (= Wide Band Multimode Fiber). Es steht nun ein Wellenlängenbereich von 850nm bis 950nm zur Übertragung von Daten zur Verfügung, was einer theoretischen Vervielfachung der Bandbreite entspricht (**Bilder 2 und 3**).

Bild 4 zeigt die Bauform SFP+. Diese können völlig unterschiedliche Wellenlängen im Singlemode- bzw. Multimodebereich übertragen,

deshalb gibt es eine Vielzahl. Sie lassen sich einfach stecken und somit schnell tauschen. Am hinteren Ende haben sie elektrische An-

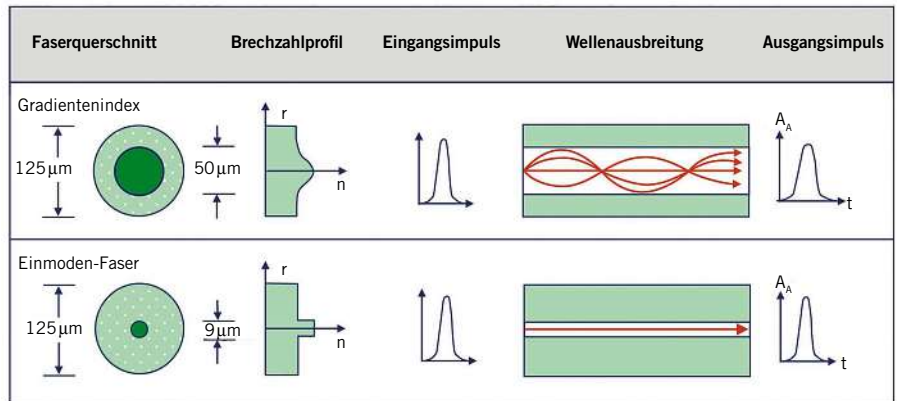


Bild 1: Vergleich einer Gradientenindex-Faser(OM1 bis OM5) mit einer Einmoden-Faser (SM-Faser)

Einspeisen der Signale

Mit den heute üblichen VCSEL (Oberflächen-)Lasern als Quelle (vertical-cavity surface-emitting laser) ist es möglich, über eine OM5 Faser bis zu vier Wellenlängen gleichzeitig zu übertragen. Man spricht dann von einem Wellenlängen Multiplex oder WDM und bei dieser konkreten Anwendung mit den Multimode-Wellenlängen von SWDM (= Short Wave Division Multiplexing).

Erläuterung zum VCSEL: Bei diesem Halbleiter strahlt das Licht senkrecht zur Ebene des Halbleiterchips ab, im Gegensatz zur kantenemittierenden Laserdiode, bei der das Licht an ein oder zwei Flanken des Chips austritt. Außerdem gestatten VCSEL eine einfache Einkoppelung des Lichtes in die Faser, ihr Abstrahlwinkel ist wesentlich kleiner als bei kantenemittierenden Laserdioden.

Diese Laser-Lichtquellen gibt es in verschiedenen Bauformen, z. B. als SFP+, QSFP oder CFP4 (siehe Glossar). Es handelt sich hier um Transceiver (**Bild 4**). Es gibt verschiedene optische Übertragungselemente.

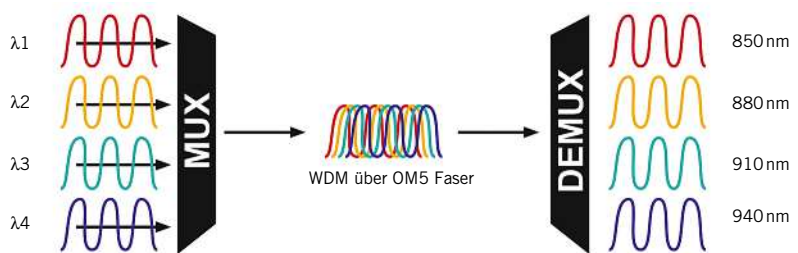


Bild 2: Bandbreitengewinn durch vierkanalige Übertragung

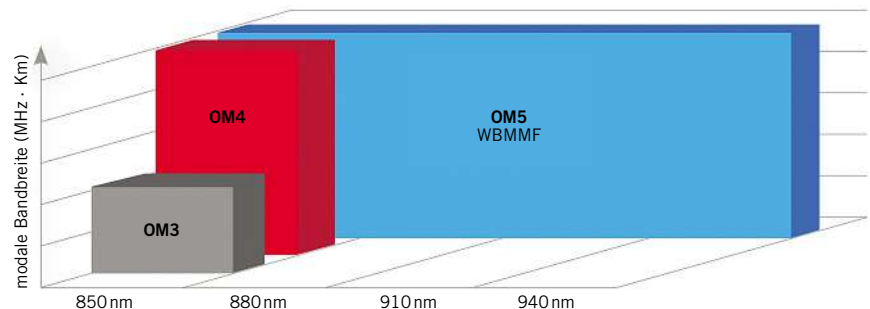


Bild 3: Prinzip des SWDM, Short Wave Division Multiplexing

GLOSSAR

SFP: Small Form-factor Pluggable Transceiver. Diese Geräte sind als Verbindungsstecker für schnelles Ethernet, Fibre Channel und SONET (synchrones, optisches Netz) konstruiert. Standardmäßig wird dabei der LC-Stecker verwendet

SFP+: »Enhanced small form-factor pluggable«, Nachfolger von SFP. SFP+ unterstützt Datenraten bis zu 10Gbit/s

QSFP: optischer Transceiver (Quad = vierfach) für eine maximale Datenübertragung bis 40Gbit/s und soll 4 × 10Gbit/s SFP+ ersetzen.

CFP(4): Traceiver für 100-Gbit-Ethernet, entwickelt für Singlemodedfasern

WDM: Wavelength Devison Multiplexing

SWDM: Short Wave Division Multiplexing ist ein Wellenlängenmultiplex, das in Ethernet eingesetzt wird und mit kurzen Lichtwellenlängen arbeitet



Bild 5:
LC-Duplex-Stecker

plex) über eine Distanz von 150m möglich und 100G (4x25G im Wellenlängenmultiplex) über 100m. Das ist natürlich ein gewaltiger Fortschritt. Es zeigt aber auch, dass wir hier von relativ kurzen Distanzen sprechen. Das wiederum liegt an der Ausbreitung des Lichts im relativ dicken Kern der Multimodefaser. Deshalb kommen Multimode-Anwendungen auch überwiegend in Rechenzentren oder in Firmengebäuden zum Tragen.

Bei Übertragungen mit diesen hohen Bitraten können Dispersionseffekte, insbesondere DMD (differential mode delay), zu Einschränkungen führen. Bei Multimodefasern sind es mehrere Hundert Moden, das beeinträchtigt die Übertragung erheblich. Größere Distanzen werden mit Singlemodedfasern überbrückt. Auf Deutsch heißen diese auch »Einmoden-Fasern«, was auch wieder die Ausbreitung des Lichts in der Faser beschreibt, denn der Kern einer Singlemodefaser hat einen Durchmesser von nur 9µm.

Schlussbemerkung

Das Unternehmen Opternus stellt auf der Angacom, Fachmesse und Kongress, Köln, 12.6. bis 14.6.2018 aus.



INFO

Fachbeitrag zum Thema

Genauere Glasfasermesstechnik – VCSEL
»de« 13-14.2015 – S. 59



LINK

www.opternus.de

AUTOR

Hans Joachim Erichsen
Opternus, optische Spleiß- und Messtechnik,
Bargteheide



Bild 4: SFP+ -Tranceiver, optisch/elektrische Umsetzung zwischen OM5-Faser und Ethernet-Schnittstelle

schlüsse, auf der anderen Seite den optischen Ein- und Ausgang. Je nach Ausstattung können sie ein- oder mehrkanalig übertragen, also im Multiplex. Man erkennt die beiden Anschlüsse für RX (empfangen) und TX (senden).

In Rechenzentren überwiegen heute noch sogenannte LC-Duplex-Stecker (**Bild 5**). Der LC-»Small Form Factor« (SFF)-Stecker der neuen Generation. wurde von Lucent entwickelt. Dieser LWL-Stecker wird wegen seiner hochkompakten Bauform vorwiegend an aktiven Komponenten, z. B. Switch, eingesetzt. Normen: IEC 61754-20, TIA604-10-A.

Multiplex unterstützt 40Gbit/s

Laut Spezifikation IEEE 802.3x sind so z. B. 40G SR4 (4x 10G im Wellenlängenmulti-