

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 99 (2008)
Heft: 3

Artikel: Die Zukunft gehört laseroptimierten Multimodefasern
Autor: Imholz, Urs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855825>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 12.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wichtig ist die richtige Klassifizierung

In modernen Übertragungssystemen mit hohen Datenraten müssen Laser eingesetzt werden. Wird ein Laser in eine Mehrmodenfaser eingekoppelt, verteilt sich das Laserlicht wie gesagt über einen schmalen Bereich, normalerweise ist dies der mittlere Bereich des Faserkerns. Die Leistung der Faser als Laserübertragungsmedium hängt dann stark von der Gleichmässigkeit des Gradienten-Brechungsindexprofils des Faserkerns in diesem Bereich ab. Bei Lasersignalen äussern sich Brechungsindexanomalien entlang der Mittelachse in Form von Verzerrungen des übertragenen Signals sowie durch erhöhte Bitfehlerraten. Damit ist dem System eine obere Grenze für die Datenrate gesetzt. Für Übertragungssysteme mit einer Datenrate von 10 Gbit/s ist die Kombination aus einem laserbasierten Transceiver und einer konventionellen Mehrmodenfaser also nicht geeignet.

Die relative Laufzeitverzögerung zwischen den angeregten Moden und die Energieverteilung zwischen den Moden bestimmen die Bandbreite und Reichweite

Das Diagramm zeigt die Entwicklung der Datenrate in der optischen Kommunikation von 1985 bis 2002 auf einer logarithmischen Skala. Die Y-Achse stellt die Datenrate in Mbit/s dar, mit Markierungen bei 1, 10, 100, 1000 und 10000. Die X-Achse zeigt die Jahre 1985, 1995, 1998 und 2002. Eine gestrichelte Linie markiert die Steigerung der Datenrate über die Zeit.

Die Entwicklung ist in drei Phasen unterteilt:

- 1985 bis 1995:** Datenrate von 10 Mbit/s. Technologien: 10BASE-F, Token Ring, FDDI (1990).
- 1995 bis 1998:** Datenrate von 100 Mbit/s. Technologien: 100BASE-F ATM, 100BASE-S.
- 1998 bis 2002:** Datenrate von 1 Gbit/s. Technologien: 1000BaseSX Fibre Channel ATM, 1Gbit-E, 10GBaseSR Fibre Channel, Sonet/SDH, InfiniBand.

Die Technologien sind farblich markiert:

- 10BASE-F, Token Ring, FDDI (1990):** Blau.
- 100BASE-F ATM, 100BASE-S:** Orange.
- 1000BaseSX Fibre Channel ATM, 1Gbit-E:** Gelb.
- 10GBaseSR Fibre Channel, Sonet/SDH, InfiniBand:** Grün.

Die Technologien sind in drei Kategorien unterteilt:

- 850 nm LEDs:** Attraktive, aber begrenzte Geschwindigkeit.
- 1300 nm LEDs:** Etabliert für 100 Mbit/s; besser unterstützt von Herstellern, bessere Leistungsfähigkeit.
- 850 nm VCSELs:** haben sich etabliert für 1-Gbit-E; niedrige Kosten, hohe Leistungsfähigkeit.
- 850 nm VCSELs für 10-Gbit-E:**

Bulletin SEV/VSE 3/2008

Bandbreite	Beschrieb	Norm
OFL Typ. 100 Mbit/s	Overfilled Launch Bandwidth (Bandbreite mit vollständiger Anregung aller Kernmoden)	TIA FO 4.2.1
RML oder DMD 1-Gbit-E	Restricted Mode Launch (Bandbreite mit selektiver Modenanregung im Kernbereich) DMD (Differential Mode Delay) Messung der Laufzeit der einzelnen Moden	TIA/EIA 455-204 (FOTP 204)/IEC 60793-1-41

Bild 2 Der Unterschied zwischen OFL- und RML-Bandbreite.

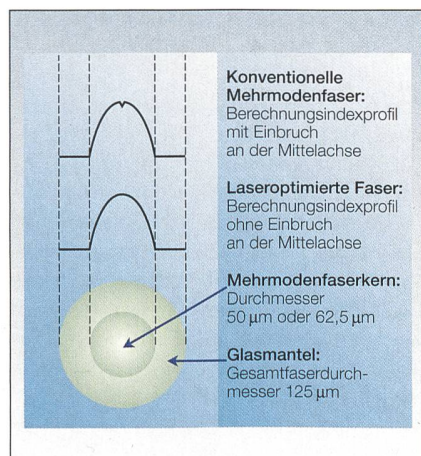


Bild 3 Brechungsindex einer laseroptimierten Faser.

einer Faser. Aus diesem Grund muss die Leistung von konventionellen Mehrmodenfaser, die für LEDs ausgelegt wurden, anhand der OFL-Bandbreitenmessung klassifiziert werden. Dabei werden die Einkoppelbedingungen einer LED nachgeahmt.

Die Einkoppelbedingungen beim Laser sind komplett anders. Daher sind für die neue Generation von Mehrmodenfaser Leistungsklassifizierungsverfahren erforderlich, bei denen die speziellen Einkoppelbedingungen eines Lasers berücksichtigt werden. Es gibt verschiedene Klassifizierungsmethoden: DMD, RML und MinEMBc. Die RML-Bandbreite – die Bandbreite mit selektiver Modenanregung – war die erste nach Standard TIA-455-204 zugelassene Kennzahl für laseroptimierte Fasern. Sie eignet sich für Bandbreitenprognosen bis zu 1 Gbit/s. Für Übertragungssysteme mit höheren Datenraten bis zu 10 Gbit/s wird die MinEMBc-Methode eingesetzt. MinEMBc steht für Minimum Calculated Effective Modal Bandwidth, also für die mini-

male berechnete effektive modale Bandbreite. Diese Methode wird durch die Normen TIA/EIA 455-220 und IEC 60793-1-49 unterstützt und gilt in der Glasfaserbranche als die einzige Referenzmessung für hohe, DMD-basierte und inhärent skalierbare Bandbreiten zur Prognose verschiedener Bitraten und Streckenlängen. Bei anderen Messungen wird dagegen lediglich eine Bestanden-/Nicht-bestanden-Schätzung bei der Übertragung höherer Datenraten bis zu 10 Gbit/s über 300 m abgegeben. Das heisst also, dass die Hersteller für laseroptimierte 10-Gbit-E-Mehrmodenfaser, die nicht nach der MinEMBc-Methode klassifiziert wurden, keine vollständige Leistungsgarantie geben.

Nächste Generation: 100-Gigabit-Ethernet

Die IEEE 802.3 HSSG (High Speed Study Group) hat im Herbst 2007 eine Taskforce gebildet, welche die wirtschaftliche und technische Machbarkeit von Datenraten bis 100 Gbit/s prüft. Unternehmen wie Google und Yahoo sprachen sich in diesem Zusammenhang für 100 Gbit/s als

nächsten Schritt aus. Bereits im April 2007 hat die HSSG definiert, auf Basis der heutigen OM3-Standards 100-Gigabit-Ethernet über 100 m zu übertragen. 200 m werden in Rechenzentren und Backbones angestrebt. Die OM1- und OM2-Standards, die nach den Verkabelungsnormen ISO 11801 und EN50173 die Übertragung von 1 Gbit/s bei Multimodefaser G62,5/125 und G50/125 spezifizieren, werden in dieser Betrachtung gar nicht mehr berücksichtigt. Für die Übertragung höherer Datenraten bis 100 Gbit/s sind Entwicklungen von neuen 850-nm-VCSEL-Lasern nötig und auch vorgesehen.

Empfehlungen

Über die genannten Qualitätsmerkmale hinaus sollten Anwender sich für solche 10-Gigabit-tauglichen Produkte entscheiden, deren Klassifizierung nicht auf Stichprobenmessungen beruht, sondern bei denen die Laserbandbreite jedes Meters auf jeder einzelnen Faserrolle gemessen wurde. So ist garantiert, dass alle eingesetzten Multimodefaser hundertprozentig den Angaben entsprechen.

Darüber hinaus sollten bei allen Rechenzentrums-, Steigzonen-, Campus- und Backbone-Verkabelungen MinEMBc-geprüfte, laseroptimierte Multimodefaser in OM3-Qualität eingesetzt werden. Dies ist eine strategische Investition, die gegenüber Verkabelungen mit herkömmlichen Mehrmodenfaser nur einen Mehrinvest von rund 5% bei Verkabelung und Transceivern ausmacht. Anwender können dadurch sicherstellen, dass ihre Infrastruktur langfristig zuverlässig arbeitet und für zukünftige Standards wie 100-Gigabit-Ethernet gerüstet ist.

Angaben zum Autor

Urs Imholz ist Leiter Markt Schweiz von Dätwyler Cables, einem Bereich der Dätwyler Schweiz AG.
Dätwyler Cables, 6460 Altdorf,
urs.imholz@daetwyler-cables.com

Résumé

L'avenir appartient aux fibres multimodales optimisées laser

L'important, c'est une classification correcte. Vers la fin des années 90, une nouvelle génération de fibres multimodales optimisées laser a été développée. Etant donné leur construction perfectionnée, ces fibres garantissent des performances de transmission beaucoup plus élevées que les fibres multimodales conventionnelles. La condition est cependant qu'elles soient fabriquées au moyen de procédés fiables et testées par des méthodes précises.