



Migration zum Highspeed-

Durch die Verlagerung vieler Vorgänge in die Cloud wird eine schnelle Datenübertragung zum essentiellen Faktor. Doch auch für die Bereitstellung der Daten und Dienste müssen nicht nur die Zugänge zum Datacenter schnell sein, sondern auch die internen Verbindungswege. Für die nötige Geschwindigkeit sorgt die Errichtung von 40- beziehungsweise 100-GBit/s-Ethernet. Doch welche Komponenten sind dazu nötig und welche Migrations-Szenarien sind denkbar.

■ Für die Highspeed-Übertragung innerhalb eines Datacenters kommen als Übertragungsmedien Single- und Multimode-Glasfaser in Frage. Single-Mode-Glasfaser erscheint attraktiv, da ihre Bandbreite im Vergleich zur Multimodefaser theoretisch grenzenlos ist und keine engen Längenrestriktionen existieren. Durch die Übertragung mittels DWDM (Dense-Wavelength-Division-Multiplexing) werden für 40/100-GBit/s-Ethernet weiterhin nur zwei Single-Mode-Fasern benötigt und als Anschlusstechnik können nach wie vor alle gängigen Einzelfaser-Steckverbinder eingesetzt werden. Gegen Single-Mode-Fasern sprechen allerdings die enormen Kosten für das Equipment und die kurzen Strecken in Rechenzentren. Auch unter Berücksichtigung der Energieeffizienz wird von Single-Mode-Fasern im Datacenter eher Abstand genommen.

Ökonomischer ist der Einsatz von Multimode-Glasfasern, wengleich hier die Bandbreite limitiert ist. Bei der Parallelübertragung unter Einsatz so genannter „Parallel-Optic-Transceiver“ werden die gewünschten Übertragungsraten durch eine Bündelung der Fasern erzielt. Die Längenrestriktionen der Multi-Mode-Fasern

entsprechen im Zusammenhang mit 100-GBit/s-Ethernet bei OM3 100 Meter, OM4 ermöglicht Distanzen bis maximal 150 Meter. Das ist aber zweitrangig, da Studien belegen, dass 88 Prozent der Strecken in Rechenzentren kürzer als 100 Meter und 94 Prozent kürzer als 125 Meter sind. Die Parallelübertragung erfordert von den Komponenten die Einhaltung strenger Dämpfungs-Budgets von maximal 1,9 dB. OM1 und OM2 Fasern werden in der Norm nicht mehr berücksichtigt.

Realisierung mittels MPO/MTP

Sowohl 40- als auch 100-GBit/s-Ethernet-Netze werden im Zusammenhang mit Multimodefasern ausschließlich unter Einsatz von MPO/MTP-Steckern realisiert. Die Verwendung herkömmlicher Einfaser-Verbindungstechnologie ist nicht ohne Weiteres möglich, da dies zu schlechten Skew-Werten führen kann und damit zu einer unerwünschten Laufzeitdifferenz beim Empfang der parallel gesandten Signale. Außerdem wäre der Platzbedarf pro Link mit herkömmlichen Einzelfaser-Steckverbindern viel zu groß. MPO- beziehungsweise MTP-Stecker sind standardisierte Mehrfaserstecker die 4, 8, 12,

24, 48 oder sogar 72 Fasern in einem Stecker umfassen. Die Stecker sind in Mono-Mode- sowie Multi-Mode-Ausführung erhältlich und ähneln in ihren Gehäuseabmessungen einem gängigen RJ45-Stecker. Dabei haben die Ferrulen, in die die Glasfasern eingeklebt werden, mit etwa 2,5 x 6,4 mm deutlich geringere Dimensionen. So erlauben MPO/MTP-Stecker auch bei begrenztem Platzangebot im Rechenzentrum eine extrem hohe Packungsdichte und Leistungsfähigkeit.

Der im Juni 2010 verabschiedeten Norm IEEE 802.3ba folgend, wird für 40-GBit/s-Ethernet (Multi-Mode: 40GBASE-SR4) ein einreihiger 12-Faser-MPO/MTP-Stecker eingesetzt. Es werden insgesamt acht Fasern benötigt, vier Fasern dienen zum Senden, vier mittlere Fasern sind ungenutzt und weitere vier dienen zum Empfang der Signale.

Für 100-GBit/s-Ethernet wird laut Norm (Multi-Mode: 100GBASE-SR10) der 24-Faser-MPO/MTP-Stecker verwendet. Der 24-Faser-MPO-Stecker besitzt zwei Reihen mit jeweils zwölf Fasern, wobei nur 20 Fasern genutzt und die äußeren Fasern nicht verwendet werden. Um eine Migration mit vorhandenen 12-Faser-MPO/



Ethernet



Beispiel für ein vorkonfektioniertes-modulares MPO/MTP-basiertes System von Trans Data Elektronik.

MTP-Verbindungen auf 100-GBit/s-Ethernet gewährleisten zu können, ist teilweise auch der Einsatz von zwei 12-Faser-MPOs/MTPs möglich. Ein Stecker dient zum Versand, der andere Stecker zum Empfang der Daten. Die Anzahl der Fasern in Rechenzentren wird sich so in den nächsten Jahren mindestens vervierfachen beziehungsweise verzehnfachen.

Oberstes Gebot ist die Wahl qualitativ hochwertiger „Low Loss“-MPO/MTP-Stecker, denn die Herstellung dieser erfordert höchste Präzision und Erfahrung. Um Verluste zu minimieren ist insbesondere die Erzielung gleichmäßigen Faser vorstands relevant, der die gemäß IEC-Norm zulässigen Werte deutlich unterschreitet, damit beim Koppeln zweier Stecker zwischen allen Fasern ein möglichst geringer Luftspalt verbleibt. Nur so lassen sich Dämpfungswerte von maximal 0,20 dB realisieren, die in Anbetracht der zur Verfügung stehenden geringen Dämpfungsbudgets unabdingbar sind.

Modular zum 40-/100-GBit/s-Netzwerk

Zur Errichtung zeitgemäßer Netzwerke sind vorkonfektionierte, modulare MPO/

MTP-basierte Systeme besonders gut geeignet. Sie sind flexibel einsetzbar, können jederzeit ausgebaut oder reduziert werden und sind bereits auf eine Migration zum 40/100-GBit/s-Ethernet ausgelegt, damit nicht das komplette System ausgetauscht werden muss.

Wer bis dato ein Netz mit Einfaser-Steckverbinder-Technologie nutzt, dem bleibt beim gewünschten Umstieg auf das High-speed-Ethernet nur der Komplettaustausch der passiven Infrastruktur. Basiert die bestehende Verkabelung bereits auf MPO/MTP-Anschluss-technik und geeigneten Fasern (OM3 oder OM4), ist eine Skalierung auf das 40/100-GBit/s-Ethernet möglich.

Für die Migration auf 40-GBit/s-Ethernet werden lediglich die Module gegen Teilfrontplatten mit Typ-A-MPO/MTP-Adaptoren (Key-Up/Key-Down) getauscht. Die Verbindung mit den 40-GBit/s-Transceivern erfolgt über MPO/MTP-Patchkabel. Die Belegung der Patchkabel hängt von der im Einsatz befindlichen Trunkkabelbelegung ab.

Polarität bei Duplex-Links

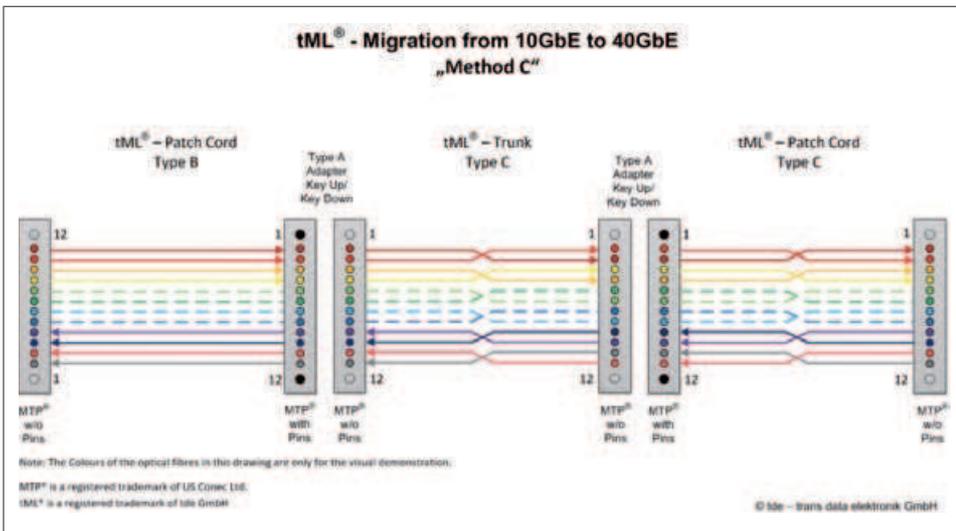
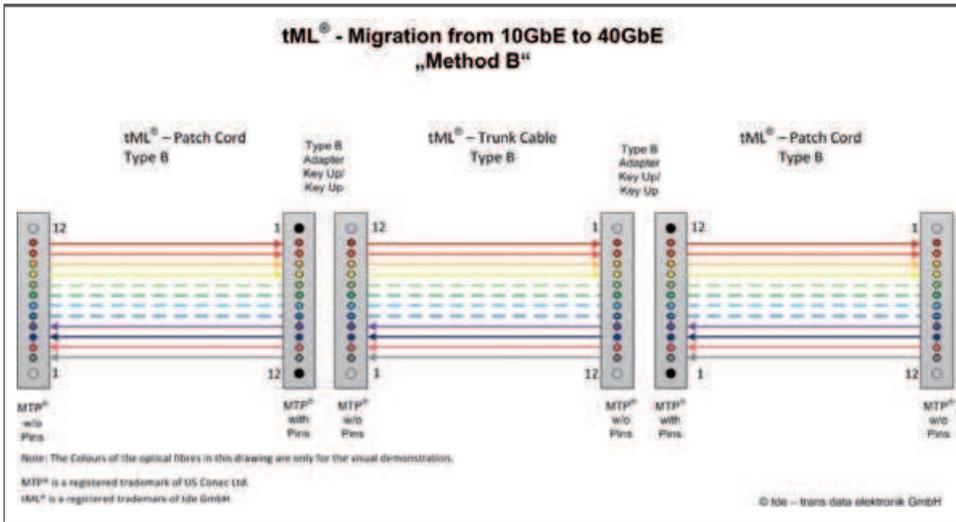
Bei LWL-Verbindungen ergeben zwei Fasern einen kompletten Kanal. Optische Transceiver verfügen über eine Sendeseite

und eine Empfangsseite. In einem Kanal ist darauf zu achten, dass der optische Sender an einem Ende mit dem optischen Empfänger am anderen Ende verbunden wird, dieses Andocken des Sendesignals (Tx) an das Empfängersignal (Rx) bezeichnet man als Polarität. Der Standard ANSI/TIA/EIA-568-B.1-7-2006 wurde im Januar 2006 vom American National Standards Institute (ANSI) zugelassen und stellt eine Orientierung für die Gewährleistung der Polarität bei Nutzung von Mehrfaser-Steckverbindern wie dem MPO/MTP-Stecker bereit.

Derzeit werden in Datacentern üblicherweise Datenübertragungsraten von bis zu 10 GBit/s angestrebt. Dies bedeutet, dass zunächst noch mit MPO/MTP-Modulen gearbeitet wird, die auf herkömmliche Einfaser-Steckverbinder umsetzen, da die Datenübertragung noch über zwei Fasern erfolgt.

Der TIA-568-C.0-Standard definiert beispielhaft drei Möglichkeiten die Polarität zu gewährleisten, genannt Methode A, B und C.

Methode A nutzt ein „Typ A“ konfiguriertes MPO/MTP-Trunkkabel und zwei verschiedene Duplex-Patchkabel. Ein Duplex-Patchkabel ist standardmäßig A zu B belegt. Es wird mit einem Typ-A-Adapter verbunden, der dazu dient, eine Key-Up-/Key-Down-Verbindung zwischen dem im Modul befindlichen MPO/MTP-Stecker und dem Stecker des MPO/MTP-Trunkkabels herzustellen. Die beiden Module sind einheitlich belegt. Das zweite Duplex-Patchkabel vervollständigt den Link. Es ist mit einer A-zu-A-Konfiguration belegt. Der gravierende Nachteil ist hier, dass grundsätzlich mit zwei unterschiedlich belegten



Der TIA-568-C.0-Standard definiert beispielhaft drei Möglichkeiten die Polarität zu gewährleisten, genannt Methode A, B und C. Hier Methode B und C für den Übergang von 10- auf 40-Gbit/s-Ethernet.

Duplex-Patchkabeln gearbeitet werden muss, um einen Link herzustellen.

Methode B nutzt ein „Typ B“ konfiguriertes MPO/MTP-Trunkkabel und zwei identische Standard-Patchkabel mit A-zu-B-Belegung. Alle Komponenten des Systems werden mit Key-Up-/Key-Up-Adaptoren verbunden, auf diese Weise trifft die Faser 1 auf die Faser 12. Dies muss anschließend mittels unterschiedlich belegter Module korrigiert werden, um einen einwandfreien Link garantieren zu können. Diese Methode bietet zwar den Vorteil, dass identische Standard-Patchkabel verwendet werden können, dafür muss aber mit zwei unterschiedlich belegten Modulen gearbeitet werden.

Methode C setzt auf ein paarweise gekreuztes „Typ C“-MPO/MTP-Trunkkabel in Kombination mit Key-Up-/Key-Down-Adaptoren (Typ A). Als Duplex-Patchkabel werden Standard-A-zu-B-Kabel eingesetzt. Diese Methode garantiert ein unkompliziertes Handling, da mit einheitlich

belegten Patchkabeln und Modulen gearbeitet werden kann und ein einwandfreier Link grundsätzlich sichergestellt ist. Ein weiterer Vorteil sind die eingesetzten Rundkabelkonstruktionen, die auf Grund der höheren Kabelflexibilität im Feld ein komfortableres Patchen ermöglichen.

Polarität bei Parallel-Links

Für einreihige 12-Faser-MPO/MTP-Steckverbinder sieht der TIA-Standard die Methoden A und B vor. Die C-Methode ist derzeit als Erweiterung des 568-C.0-Standards noch in der Bearbeitung. Methode A setzt auf Typ-A-MPO/MTP-Trunkkabel, Typ-A-Adapter und Typ-A- sowie Typ-B-MPO/MTP-Patchkabel. Methode B verwendet ausschließlich Typ-B-Komponenten, also Typ-B-MPO/MTP-Trunkkabel, Typ-B-Adapter und Typ-B-MPO/MTP-Patchkabel. Die vorgeschlagene Methode C nutzt das Typ-C-MPO/MTP-Trunkkabel mit paarweiser Kreuzung in Kombination mit Typ-A-Adaptoren und Typ-C- sowie Typ-B-MPO/MTP-Patchkabeln.

Für 100-Gbit/s-Ethernet existiert bis dato lediglich ein Vorschlag zur Erweiterung des TIA-568-C.0-Standards, der eine Konfiguration mit zwei 12-Faser-MPO/MTPs vorsieht. Die Stecker könnten demnach side-by-side (nebeneinander) oder vertikal übereinander angeordnet werden. Es würden Typ-A-Adapter, Typ-A-Trunkkabel und Typ-A- sowie Typ-B-Patchkabel eingesetzt.

Gegenwärtig existieren ebenfalls noch keine TIA-Standards für die Einhaltung der Polarität in 100-Gbit/s-Netzwerken bei Nutzung von zweireihigen 24-Faser-MPOs. Ein Vorschlag ist, die Methode A anzuwenden, die mit Typ-A-Adaptoren, Typ-A-Trunkkabel und Typ-A- sowie Typ-B-Patchkabel realisiert würde. Alternativ könnten an Stelle der 24-Faser-MPO/MTP-Patchkabel so genannte Hybrid-Patchkabel eingesetzt werden, die auf einer Seite einen 24-Faser-MPO/MTP-Stecker besitzen und auf der anderen Seite zwei 12-Faser-MPO/MTP-Stecker.

Namhafte Hersteller bieten auf Kundenwunsch so ziemlich alle Steckerbelegungsvarianten an, wie auch der deutsche Hersteller Trans Data Elektronik (tde) mit ihrem patentierten „tML“-System. Wobei bei Letzterem standardmäßig die Methode C (Pair-Flip-Trunkkabel) genutzt wird, da dies bis 10 Gbit/s den Vorteil bietet, einheitliche Patchkabel-Typen verwenden zu können. Bei der Aufrüstung auf 40-Gbit/s-Ethernet muss dann mit Typ-B- und C-MPO/MTP-Patchkabeln gearbeitet werden. Für Kunden, die direkt für 40/100-Gbit/s-Ethernet verkabeln wollen, sollte Methode B ausgewählt werden, da hier im Zusammenhang mit 40/100-Gbit/s-Ethernet-Anwendungen mit einheitlich belegten Patchcords gearbeitet werden kann.

Fazit

Im Hinblick auf höhere Übertragungsraten wie 40/100-Gbit/s-Ethernet sollte ausschließlich auf vorkonfektionierte Verkabelungssysteme basierend auf MPO/MTP-Anschlusstechnik gesetzt werden. In Bezug auf die Polarität von MPO/MTP-Steckverbindern sollte man sich in Anbetracht der vielfältigen Möglichkeiten unbedingt an den Normierungen orientieren und auf keinen Fall alternative, womöglich patentierte proprietäre Belegungen wählen. (RL)



CTO bei Trans Data Elektronik und Mitglied im DKE/VDE-Normungsgremium „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“