

Neue Perspektiven für die Terabit-Datenübertragung

MPO, OM5 und SWDM

Schnell wachsende Rechenzentren, hoher Traffic aufgrund zunehmender Cloud-Anwendungen, riesige Datenmengen im Kontext von Industrie 4.0: Der Hunger nach mehr Bandbreite ist ungebrochen. Unternehmen reagieren und bringen 40 und 100 GbE in die Rechenzentren. MPO-Steckverbinder sind hier das Mittel der Wahl: Nur mit der Mehrfasertechnik in der Multimode-Ausführung lassen sich Übertragungsgeschwindigkeiten von mehr als 100 GbE realisieren. *Autor: André Engel*



100 Gbit

über Multimode lassen sich aktuell mit einem 24-Faser-MPO erreichen.

Sicher ist: Zukunftsfähige Hochleistungsdaten-netze mit Übertragungsgeschwindigkeiten von mehr als 100 GbE (Ethernet) beziehungsweise 128 GFC (Fibre Channel) im Zusammenhang mit Multimode-Fasern lassen sich ausschließlich unter Einsatz von MPO-Steckern realisieren. Eine Entwicklung, die auch die Ethernet-Roadmap stützt. Aktuell lassen sich mit einem 12-Faser-MPO Übertragungsraten von 40 Gbit und mit einem 24-Faser-MPO 100 Gbit über Multimode erreichen. In Bezug auf derzeitige Transceiver-Technik haben sich beide MPO-Stecker längst bewährt.

Als Übertragungstechnik kommt dabei die parallel optische Übertragung zum Einsatz. Sie überträgt 10 Gbit pro Kanal. Gemäß des im Juni 2010 verabschiedeten Standards IEEE 802.3ba nutzt 40GBASE-SR4 jeweils vier, 100GBASE-SR10 jeweils zehn Sende- und Empfangsfasern.

Kritischer Trend: Base-8-MPO

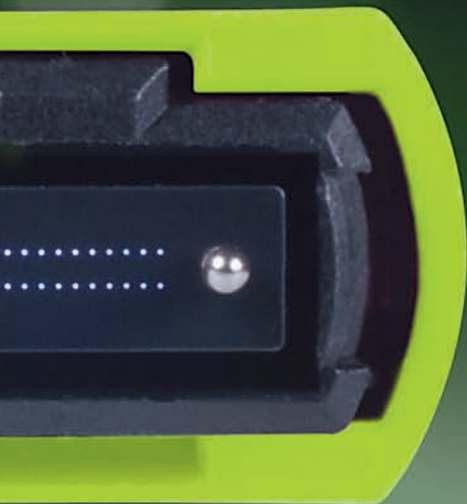
Im Februar 2015 hat das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) den Standard 802.3bm verabschiedet. Er sieht Kanalgeschwindigkeiten von 25 Gbit vor und definiert für die 100-Gbit-Übertragung nach 100GBASE-SR4 einen 12-Faser-MPO mit jeweils vier Sende- und Empfangsfasern alternativ

zum bisherigen Standard mit einem 24-Faser-MPO-Stecker. Aus diesem Grund halten viele Anbieter von Verkabelungssystemen am 12-Faser-MPO im Rückraum fest. Einige gehen sogar dazu über, den 12-Faser-MPO selektiv mit acht Fasern (Base 8) zu belegen. Angesichts immer schneller steigender Übertragungsraten ist dieser Trend kritisch zu betrachten. Denn unabhängig von den aktuell genutzten Übertragungsraten bietet ein MPO-Stecker mit einer höheren Faserzahl wie der 24-Faser-MPO im Rückraum deutliche Vorteile wie kürzere Installationszeiten, geringere Kabelvolumina, niedrigere Brandlasten, mehr Migrationsoptionen auf höhere Übertragungsraten und letztendlich einen höheren Investitionsschutz.

Mit IEEE 802.3by wurde im Juli 2016 der 25GBASE-SR-Standard von der 100-Gbit-Technologie abgeleitet. Er nutzt jeweils eine Sende- und Empfangsfaser. Damit reicht für die 25-Gbit-Übertragung die herkömmliche Einzelfaser-Anschlusstechnik vorzugsweise mit LC-Duplex-Steckverbinder.

Aktuell liegt der Standard IEEE 802.3cd als Entwurf vor. Mit dem Modulationsverfahren PAM4 (Pulse Amplitude Modulation) werden 50 Gbit pro Kanal möglich sein. Hieraus ergeben sich analog zu den schon existierenden Normen die Übertragungsstandards 50GBASE-SR, 100GBASE-SR2 und 200GBASE-SR4. Mit jeweils vier Sende- und Empfangsfasern

Reduziertes Kabelvolumen bei enormer Packungsdichte: Beim TML-24-Modul basiert die komplette Rückraumverkabelung auf dem MPO-24-Faser-Stecker. Mit zwei Reihen zu jeweils zwölf Fasern bietet er die doppelte Faserzahl als der baugleiche MPO-12-Faser-Stecker.



Hersteller setzen auf den 24-Faser-MPO und bieten passende Systeme.

Bild: TDE – Trans Data Elektronik



Eck-DATEN

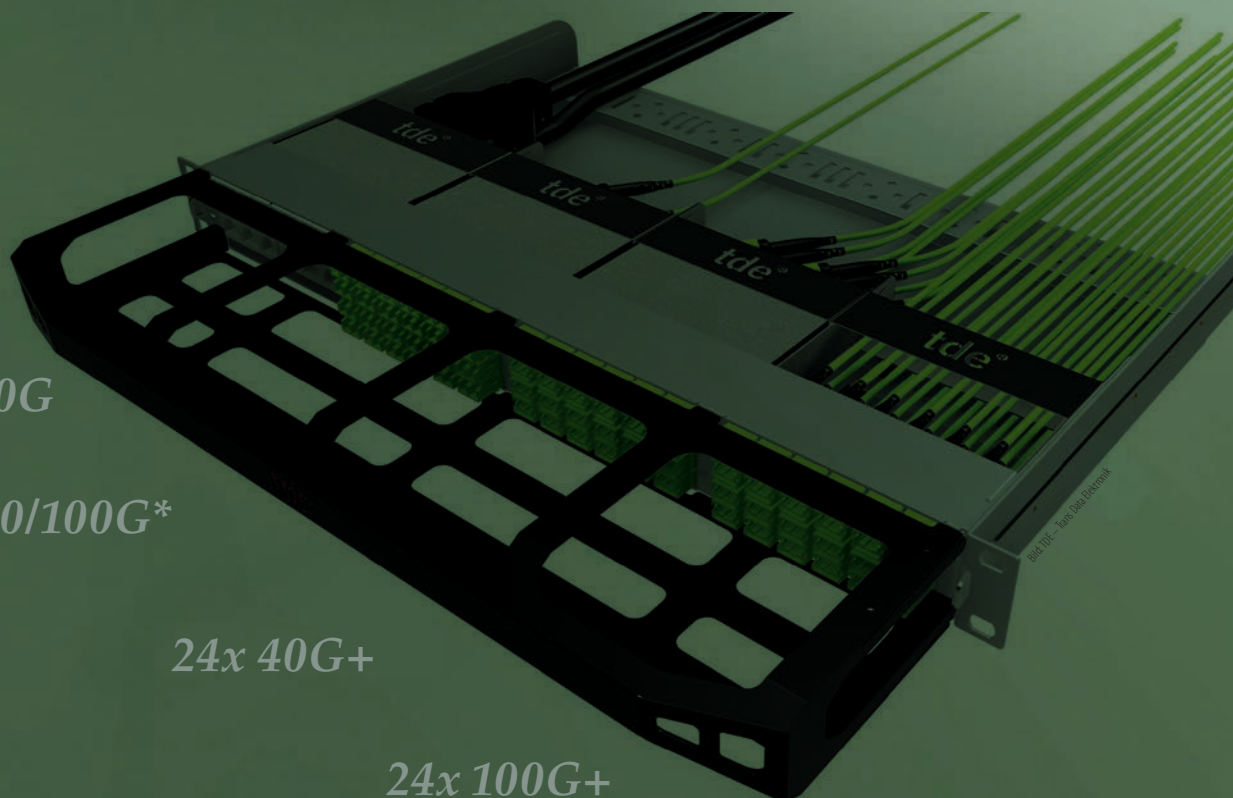
Schon heute lassen sich bis zu 1,2 Tbit/s über einen einzelnen 24-Faser-MPO-Stecker im Rückraum übertragen. Möglich macht dies die Kombination aus aktueller SWDM-Technik und dem neuen OM5-Standard.

wären dann sogar 200 Gbit möglich. Auch in diesem Zusammenhang ist der MPO-Steckverbinder mit zwölf Fasern für die 200-Gbit-Übertragung vorgesehen.

Verabschiedet wurde der nach IEEE 803.3bs festgeschriebene 400GBase-SR16-Standard. Er schreibt erstmals einen MPO-Steckverbinder mit 32 Fasern fest. Inzwischen ist auch ein 16-Faser-MPO für die 400-Gbit-Übertragung vorgesehen. Er befindet sich in der Normierung. Damit ist klar: Spätestens jenseits der 100 Gbit werden alle Übertragungsraten über Multimode auf der parallel optischen Übertragung mit MPO-Anschlusstechnik basieren.

SWDM als weitere Option

Eine weitere Option für Übertragungsraten bis 100G in Bezug auf Multimodefasern ist das Shortwave Wavelength Division Multiplexing, kurz SWDM. Das Multiplexingverfahren nutzt vier verschiedene Wellenlängen zwischen 850 und 950 nm für die Übertragung. Dies stellt eine Vervierfachung der bisherigen Übertragungsleistung dar, wodurch sich 40 und 100 Gbit über jeweils eine Sende- und Empfangsfaser übertragen lassen. Bei einer 40-Gbit-Verbindung werden auf vier Wellenlängen jeweils 10 Gbit, bei einer 100-Gbit-Verbindung je Wellen-



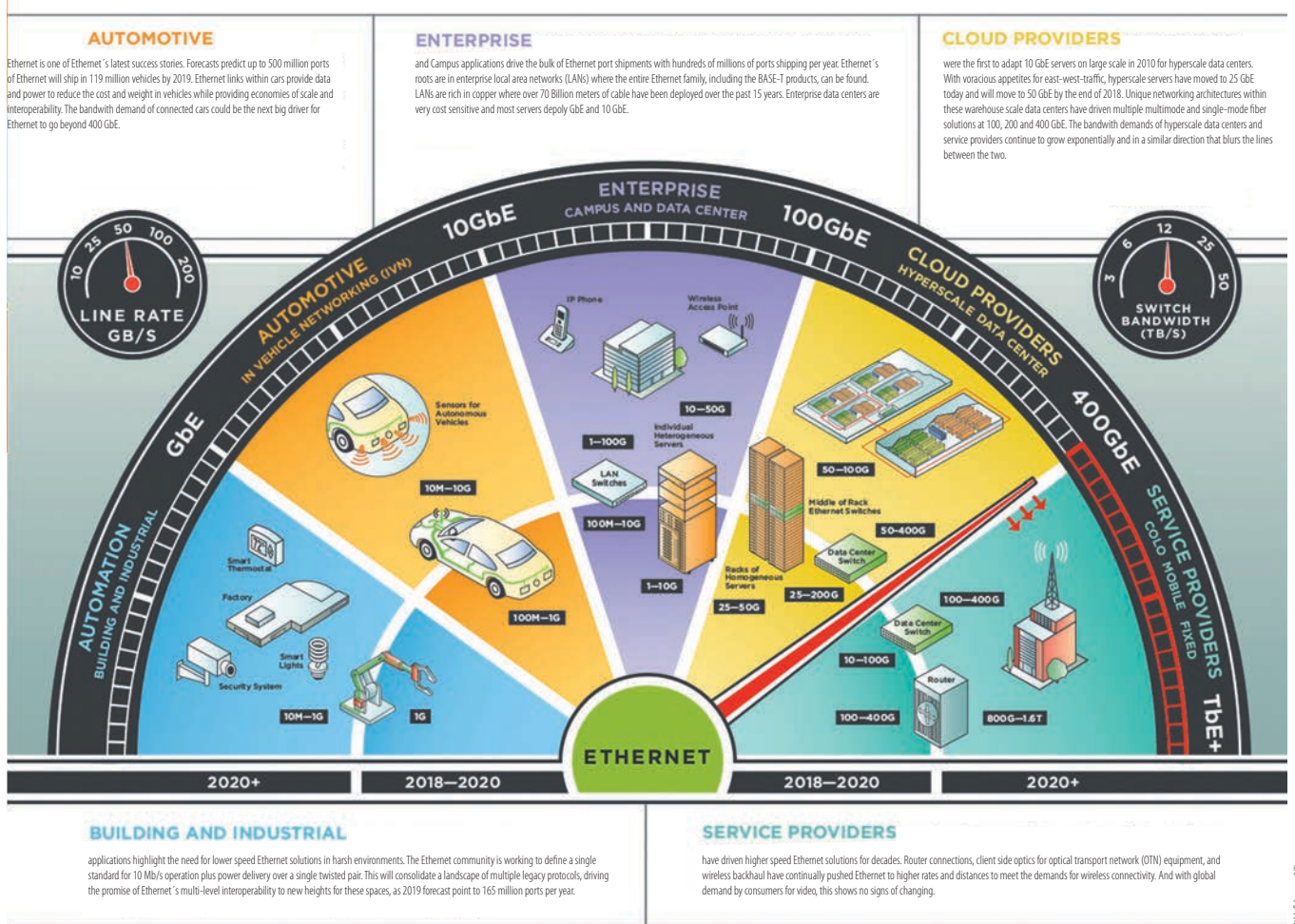
12x 1/10G

24x 10/25/40/100G*

24x 40G+

24x 100G+

*40/100G mit SWDM Technik



Blick Ethernet Alliance

Die Ethernet-Roadmap

länge 25 Gbit übertragen. Für die SWDM-Übertragung reichen 50/125µm-Multimode-Fasern der Klassen OM3 und OM4 aus. Da die OM3- und OM4-Fasern für die 850 nm Wellenlänge optimiert und in Bezug auf ihre effektive Bandbreite durch die modale Dispersion eingeschränkt sind, geht die Übertragung mit reduzierten Reichweiten einher. Für 100 Gbit ergibt sich mit OM3 eine Reichweite von gerade einmal 75 m, in Verbindung mit OM4 von 100 m.

Mehr Reichweite mit OM5

Abhilfe in Bezug auf die Reichweitenproblematik schafft der neue OM5-Standard: Er setzt auf breitbandig optimierte Wideband-Multimode-Fasern (WBMMF). Im Vergleich zu herkömmlichen Multimode-Fasern ist das optische Fenster im Wellenlängenbereich zwischen 850 und 950 nm optimiert. Dadurch lassen sich vier Wellenlängen optimal für die Übertragung nutzen. OM5 ist voll abwärtskompatibel mit OM3- und OM4-Fasern und punktet mit einer erweiterten Längenrestriktion: So ermöglicht die OM5-Faser gegenüber der OM3-Faser mindestens eine Verdoppelung der Reichweite von 150 m. Transceiver-Hersteller bieten bereits Transceiver mit noch größeren Reichweiten über OM5 an.

MPO-Steckverbinder: Joker bei der Rückraumverkabelung

Die Einführung des OM5-Standards und der SWDM-Technologie hat Stimmen in der Branche laut werden lassen, die ein Upgrade zu höheren Übertragungsraten ohne die MTP/MPO-Technologie anstreben. RZ-Betreiber hätten dank der SWDM-Technologie eine neue Option für die Migration zu 40 und 100G, ohne auf die Zwei-Faser-Struktur verzichten zu müssen.

Richtig ist: Alle großen Produzenten sowie Transceiver-Hersteller wissen um das Potenzial der MPO-Technologie und entwickeln darauf basierende Lösungen. Auch wenn im Patchfeldbereich im Zusammenhang mit SWDM-Transceivern die Zwei-Faser-Technik vorerst weiter genutzt wird und die Front-Verkabelung mit LC-Duplex-Steckern erfolgt, können Netzwerkadministratoren in der Rückraumverkabelung sinnvollerweise MPO/MTP-Steckverbinder einsetzen. Mit der äußerst kompakten Bauform und der hohen Packungsdichte ermöglichen sie große Platzeinsparungen bei gleichzeitiger Vervielfachung der Performance. Gerade in Kombination mit einer MPO-Plug-and-play-Verkabelung ermöglicht die SWDM-Technologie, dass LWL-Module mit MPO auf LC weiterverwendet werden können. Bereits heute ergibt sich für einen einzelnen 24-Faser-MPO im Rückraum

[illegible]

Figure 1: 40GbE Data Rate and Modulation

3D Plot Data (Approximate):

Modulation	Data Rate (Gbps)	Lanes
Coherent	40	25
Coherent	80	50
Coherent	160	100
Coherent	320	200
PAM-4	40	25
PAM-4	80	50
PAM-4	160	100
PAM-4	320	200
NRZ	40	25
NRZ	80	50
NRZ	160	100
NRZ	320	200

Bar Chart Data (Approximate):

Configuration	1 Lane	2 Lanes	4 Lanes	8 Lanes	16 Lanes
40GbE-ORR	100	50	25	12.5	6.25
40GbE-LRR	100	50	25	12.5	6.25
40GbE-SRR	100	50	25	12.5	6.25

Higher data rates are achieved by using higher sampling rates and different modulation techniques. 25Gbps/ lane sampling may create 250Gbit/s, 40 Gbit/s (16 lane) or 100Gbit/s (40 lanes).

After the data rate/time is chosen, the number of lanes in a link determines the speed. This chart explains how 4, 8 or 16 lanes can be used to generate 40GbE links.

Figure 1 is a line graph titled "Ethernet Speed Projections". The Y-axis represents "Link Speed (b/s)" on a logarithmic scale, ranging from 10G to 10T. The X-axis represents "Standard Completed" years, ranging from 2000 to 2030. The graph shows the progression of Ethernet speeds over time, with data points for "Ethernet Speed" (solid green line with circles) and "Speed in Development" (yellow circles). Dashed lines with circles represent "Possible Future Speed" projections. The legend identifies the data series: Ethernet Speed (solid green line), Speed in Development (yellow circles), and Possible Future Speed (dashed lines). The graph shows a steady increase in speed, with major milestones marked by standard completions: 10G (2002), 40G (2009), 100G (2012), 200G (2016), 400G (2019), and 800G (2022). Future projections include 1.6T (2025), 3.2T (2028), and 6.4T (2030).

Standard Completed	Ethernet Speed (b/s)	Speed in Development (b/s)	Possible Future Speed (b/s)
2002	10G		
2009	40G		
2012	100G		
2016	200G		
2019	400G		
2022	800G		
2025		1.6T	
2028		3.2T	
2030			6.4T

Most high-speed Ethernet signaling has been Non Return to Zero (NRZ), but Pulse Amplitude Modulation 4 Level (PAM-4) signaling delivers twice as many bits per sample.

ETHERNET ECOSYSTEM

Homes use Ethernet to connect personal computers, printers, selected access points, security cameras, and many more devices. Power over Ethernet enables data and power to be delivered over one cable.

Enterprises use Ethernet to connect hundreds or thousands of devices together over Local Area Networks (LANs). Most LANs use BASE-T connectivity, but large buildings and campuses use multi-mode and singlemode fiber too.

Enterprise Data Centers deploy heterogeneous servers with various service level agreements and requirements.

Hypercube Data Centers deploy tens or hundreds of thousands of homogeneous servers across worldwide state data centers in pools.

The Internet Exchange Point (IXP) is where the Internet is made when various networks are interconnected via Ethernet. Convergence buildings are usually near the IXP so that they have excellent access to the Internet and long haul connections.

ETHERNET SPEED

- Silver Racks: 10-100M
- Ethernet Switch And Router Racks: 1-5G
- Fabric Panels: 10G
- Storage Racks: 25-100G
- Storage Network Equipment: 100-200G
- Telecom Equipment: 400G
- Telecom Networks: 400G
- Cable Networks: —

This diagram shows the most common form factors used in Ethernet ports. Hundreds of millions of RJ45 ports are sold a year while tens of millions of SFP and millions of QSFP ports ship a year.

[illegible]

Vervielfachung der Übertragungsraten

Angesicht zahlloser erfolgreicher MPO-Projekte sollten Unternehmen gut überdenken, ob sie eine freiwillige Restriktion auf zwei oder acht Fasern und damit eine vorzeitige Limitierung bei der Übertragungsrate in Kauf nehmen wollen. Besser ist es, schon

Autor
André Engel
Geschäftsführer tde – trans data elektronik

