

## Der Elektro- und Gebäudetechniker

### ELEKTROINSTALLATION

Erzeugungsanlagen am  
Niederspannungsnetz

### INFORMATIONSTECHNIK

Blitzschutz für  
Sat-Anlagen

### AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

Blindstromkompensation  
in der Praxis

### BETRIEBSFÜHRUNG

Jahresabschluss  
verspätet – was dann?

### TYPISCH POWERBIRD®:

# Kennt bei Kosten jeden Posten

Mit dem Musterleistungsverzeichnis MLV III® von Powerbird® haben Sie über 80.000 vordefinierte Leistungen im Elektrohandwerk auf einen Blick – inklusive Stücklisten mit Großhandelsreferenzen und realistischer Bauzeiten. So kalkulieren Sie Ihre Angebote mit wenigen Mausklicks so exakt wie nie.

#### Die Powerbird®-Features:

- Kalkulation, Angebot, Abrechnung
- Direkte Großhandelsanbindungen
- Projektverwaltung, Controlling
- Kundendienst, Routenplaner
- Dokumentenverwaltung / Archiv
- Starker Support, Remote-Service



[www.powerbird.de](http://www.powerbird.de)

**powerbird®**   
Die Software für Elektro- und Haustechnik

## Smart Metering auf dem Prüfstand

Verbraucherverhalten muss sich ändern

Die Anforderungen an die Netzwerkleistung nehmen stetig zu und der Bedarf an Netzwerkanschlüssen wächst – das erfordert eine Verkabelung, die eine gewünschte Leistung bietet, ohne das Platzangebot im Rechenzentrum zu sprengen. Überdies gilt es zu bedenken, dass es kostspielig und zeitaufwendig werden kann, im Nachhinein die Leistungsdichte zu erhöhen. Hierzu bieten sich standardisierte Mehrfaserstecker für die Lichtwellenleiter an.

Bei den Steckern MPO/MTP handelt es sich um standardisierte Mehrfaserstecker mit vier, acht, zwölf, 24 oder sogar 72 Fasern (Bild 1) in einem Gehäuse. MPO/MTP-Stecker gibt es in Monomode- sowie Multimode-Ausführung und ihre Dimensionen entsprechen etwa gängigen RJ45-Stecker. Die Ferrule, die in die Fasern eingeführt und verklebt werden, haben mit etwa 2,5 mm x 6,4 mm deutlich geringere Abmessungen.

Durch die Kompaktheit erlauben MPO-Stecker bei begrenztem Platzangebot im Rechenzentrum extrem hohe Packungsdichten und enorme Leistungsfähigkeit. Wird zum Beispiel das 72-Faser-MPO-Modul des tML-Systems verwendet, ist eine Installation von 576 Fasern auf nur einer Höheneinheit bei einer typischen Dämpfung von 0,3 dB bis maximal 0,45 dB realisierbar. MPO- und MTP-Stecker sind baugleich, MPO steht für »Multipath Push-On« und ist eine freie Bezeichnung, während es sich bei der Bezeichnung MTP um ein eingetragenes Warenzeichen der Firma US Conec handelt.

### Präzision in der Fertigung

Die Anordnung mehrerer, im Raster von 0,25 mm eng beieinander liegender Fasern in einer einzigen Ferrule stellt hohe Ansprüche an die Herstellung hochpräziser und eng tolerierter Ferrulen (Bild 2). Ein nachträgliches Tunen oder Ausrichten der Ferrulen im MPO/MTP-Stecker – bei anderen Steckern gängige Praxis, um Toleranzen in den Ferrulen auszugleichen und damit bessere Performance zu erreichen – ist nicht möglich.

Komponentenseitig bedeutet dies, dass insbesondere die Bohrungen für die Fasern und Führungsstifte mit höchster Präzision angefertigt werden müssen. Das verwendete Kunststoffmate-

rial muss hohe Qualität aufweisen und über spezielle Eigenschaften verfügen. Auf der Fertigungsseite kann eine gute Performance der MPO/MTP-Stecker nur durch die ständige Optimierung und Anpassung der Polierprozesse erreicht werden. Verschärfte geometrische Vorgaben für die Steckeroberfläche, die über die IEC-Anforderungen

hinausgehen, sowie die 100%ige Prüfung dieser Vorgaben können eine konstante Qualität und geringste Dämpfungsverluste garantieren.

Für die Leistung der Stecker ist insbesondere die Erzielung eines gleichmäßigen Faservorstands entscheidend, damit beim Koppeln zweier Stecker zwischen allen Fasern ein möglichst geringer Luftspalt verbleibt und so Verluste minimiert werden. Die maximalen Faserhöhendifferenzen, die sich mit moderner Fertigungstechnik und hochwertigen Komponenten erreichen lassen, liegen bei sorgfältigster Fertigung im Nanometerbereich. Tde realisiert Dämpfungswerte von 0,2 dB.

# Parallelspuren

## Mehrfaserstecker für Lichtwellenleiter

In der optischen Verkabelung bietet der Mehrfaserstecker MPO/MTP-Stecker (Multipath Push-On) momentan die höchstmöglichen Packungsdichten – und das bei sehr geringem Platzbedarf. Derzeit finden sie Anwendung bei Netzen von und zu Providern, daher sind sie auch ein Thema für Rechenzentrumsbetreiber. Im Beitrag: Wozu empfiehlt dieser Stecker sich? Wo macht er Sinn?



Bild 1: tML-72-Faser-Modul, 72-Faser-MPO-Modul, rückseitig ein 72-Faser-MPO, vorderseitig sechs Stück 12-Faser-MPOs

### MEHR INFOS

#### Weiterführende Artikel

- Effiziente Verbindung, Neue Server-Infrastruktur für das Uniklinikum Bonn, »de« 21/2010, S. 59

#### Links

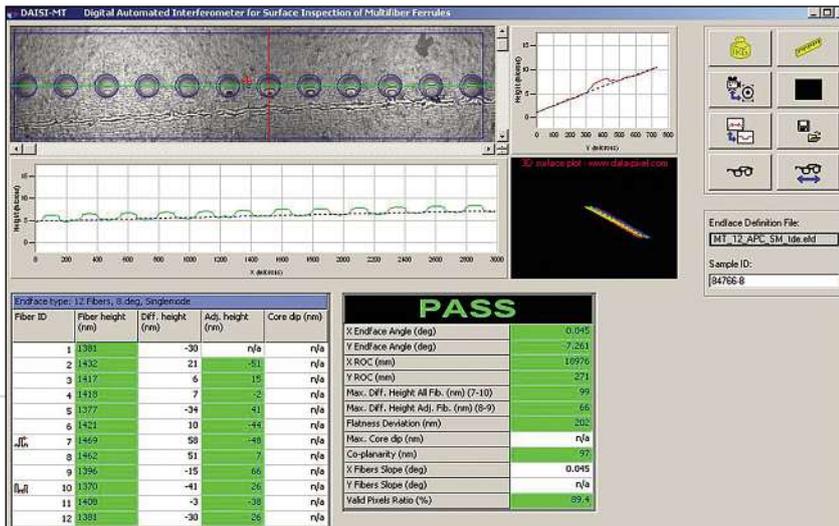
[www.tde.de](http://www.tde.de)

#### Noch Fragen?

Sigurd Schobert  
Telefon: (089) 12607-244  
[schobert@de-online.info](mailto:schobert@de-online.info)

### MPO-Einsatzbereiche

MPO-Stecker werden überall eingesetzt, wo höchste Anforderungen an Packungsdichte und Performance und geringes Platzangebot aufeinander treffen, dies kann im Backbone- sowie



**Bild 2: Interferometerbild MPO, Das Interferometerbild gibt Aufschluss über die Faserhöhendifferenz**

im Frontbereich der Fall sein. Neben den optischen Übertragungstechniken mit DWDM, in ATM, Gigabit-Ethernet, 10Gb-Ethernet, 10-Gb-Fibre-Channel und bei CATV wird der MPO-Stecker auch gerne in InfiniBand-Systemen (spezielles Protokoll für Speichersysteme in Rechenzentren) verwendet.

### Besonderheit bei Gigabit-Ethernet

Das 40- oder 100-Gb-Ethernet lässt sich nur ausschließlich mit MPO/MTP-Steckverbindern realisieren. Für 40Gb-Ethernet setzt man einen 12-Faser-MPO/MTP-Stecker ein. Vier Fasern senden, vier mittlere Fasern sind blind und vier Fasern empfangen. Für 100-Gb-Ethernet wird laut Normierung der 24-Faser-MPO/MTP-Stecker verwendet. Um eine

Migration mit vorhandenen 12-Faser-MPO/MTP-Verbindungen auf 100-Gb-Ethernet gewährleisten zu können ist alternativ auch der Einsatz von zwei 12-Faser-MPO/MTP-Stecker möglich. Ein Stecker (zehn Fasern) sendet, der andere Stecker (zehn Fasern) empfängt die Daten.

### Der MPO in Plug&Play-Verkabelungssystemen am Beispiel des tML-Systems

Vorteilhaft an modularen Systemen ist ihre Flexibilität, denn sie lassen sich jederzeit ausbauen oder reduzieren, ohne das komplette System ersetzen zu müssen. Dies trifft besonders auf das von der tde (trans data elektronik GmbH) entwickelte und patentierte Verkabelungssystem tM-tde Modular Link zu.

Das tM-System, welches auch für InfiniBand-Applikationen geeignet ist, besteht aus den drei Kernkomponenten Modul, Trunkkabel und Modulträger (**Bild 3**). Es handelt sich dabei um in Deutschland gefertigte, vorkonfektionierte und getestete Systemkomponenten, die vor Ort – in Rechenzentren, Gebäudeverkabelungen oder der Industrie – eine Plug&Play-Installation innerhalb kürzester Zeit ermöglichen. Das Herz des Systems stellen die rückseitigen MPO- und Telco-Steckverbinder dar, über die mindestens sechs Ports mit 1Gb-Ethernet bzw. 10Gb-Ethernet-Performance auf einmal verbunden werden können. Es gibt LWL- und TP-Module, die sich zusammen in einem Modulträger mit sehr hoher Portdichte gemischt einsetzen lassen.

In Standardbestückung werden im tML-System 96 Fasern auf einer Höheneinheit installiert, mithilfe eines speziellen tML-LWL-Moduls wird bei einer Vollbestückung des Patchfelds mit acht Modulen die Installation von bis zu 576 Fasern auf nur einer Höheneinheit ermöglicht. Auf der Rückseite des Moduls wird ein 72-Faser-MPO-Stecker angebracht, der über eine Fan-Out-Einheit im Inneren die 72 Glasfasern auf sechs vorderseitig platzierte 12-Faser-MPOs verteilt.

Dieses hochkompakte System bietet einerseits den Vorteil enormer Platzersparnis, da man im Vergleich zu herkömmlichen Verkabelungssystemen nur ein Zwölftel des Raums benötigt. Zum anderen geht die Installation der Verkabelung enorm schnell vonstatten. Das geringe Kabelvolumen wirkt sich auch positiv auf das Gewicht der Verkabelung aus, des Weiteren liegen die Brandlasten niedriger als bei herkömm-



**Bild 3: tML-Modulträger voll bestückt, 12-Fasern-MPO + MPO-Fanout-Kabel + LC-Modul mit sechs mal LC-Duplex und tML-Modulträger, voll bestückt**

lichen Kabeln. Durch die Reduzierung des Kabelvolumens ergeben sich günstigere Belüftungswege in den Schränken und Doppelböden.

### Realisierung des 40/100-Gigabit-Ethernet mittels MPO/MTP

Für 40/100GbE setzt man sogenannte »Parallel-Optic«-Transceiver ein. Die höheren Übertragungsraten erreicht man hier durch Kanalbündelung. 40-Gb- und 100-Gb-Netze funktionieren im Zusammenhang mit Multimodefasern ausschließlich unter Einsatz von MPO/MTP-Steckern. Die Verwendung herkömmlicher Einfaserverbindungstechnologie ist nicht ohne Weiteres möglich, da dies zu schlechten Skew-Werten (zeitliche Versetzung einzelner Signale) 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.

Der im Juni 2010 verabschiedeten Norm IEEE 802.3ba folgend, wird für 40

GbE (Multimode: 40GBASE-SR4) ein einreihiger 12-Faser-MPO/MTP-Stecker eingesetzt. Für 100 GbE wird laut Norm (Multimode: 100GBASE-SR10) der 24-Faser-MPO/MTP-Stecker verwendet. Dieser hat zwei Reihen mit jeweils zwölf Fasern, wobei nur 20 Fasern genutzt und die äußeren Fasern nicht verwendet werden.

### Fazit

In Bezug auf die Übertragungsleistung ist der MPO/MTP-Stecker herkömmlichen LWL-Steckverbindern ebenbürtig, sofern die Komponenten und Fertigungsprozesse dahingehend optimiert und abgestimmt werden. Mit MPO/MTP-Anschlussstechnik erreicht man eine höhere Packungsdichte. Der Einsatz von Plug&Play-Verkabelungssystemen – insbesondere in Rechenzentren – setzt sich zunehmend durch und der MPO/MTP-Stecker hat diese Entwicklung maßgeblich positiv beeinflusst.

Wilfried Schneider,  
tde – trans data elektronik



## DER MTP-STECKER

Der MTP-Stecker stellt zwar eine Weiterentwicklung des MPO-Steckers dar, er ist aber zu diesem vollkommen kompatibel. Beide Stecker basieren auf der MT-Ferrule und erfüllen die Normen IEC-61754-7 und TIA/EIA-604-5. Die frei bewegliche Ferrule erlaubt größere

mechanische Haltbarkeit beim Anschließen und verhindert Schäden bei seitlicher Belastung. Abgerundete Führungsstifte verhindern hohe Materialabnutzung an den Führungslöchern. Anhand von Farbcodes kann der Fasertyp leicht identifiziert werden.