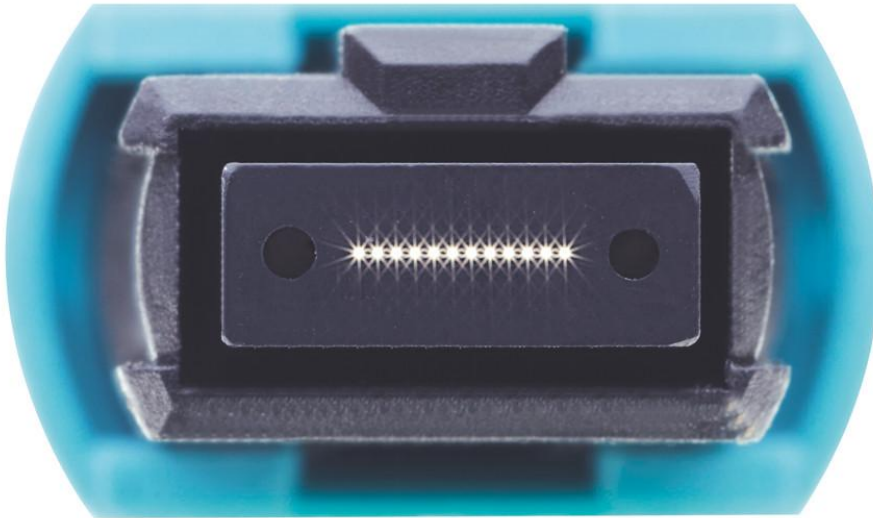


White Paper



**HD MPO System –
Migration zu 40/100G einfach gemacht**



Convincing cabling solutions

HD MPO System – Migration zu 40/100G einfach gemacht

Inhalt

1.	MPO-Komponenten	4
1.1.	Stecker	4
1.2.	Kupplungen	4
1.3.	Kabel	5
1.4.	Modul, Adapterplatte	7
2.	Die Polaritätsmethoden	8
3.	Migration: von 10 GbE nach 100 GbE	10
3.1.	Die Erweiterung bestehender 10G-Umgebungen	10
3.2.	Die Erweiterung von 10G zu 40G	11
3.3.	Die Erweiterung von 40G zu 100G	12
4.	Das Dämpfungsbudget	14
5.	Zusammenfassung	15

© Copyright 2013 Reichle & De-Massari AG (R&M). Alle Rechte vorbehalten.

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind, zu welchem Zweck und in welcher Form auch immer, ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch Reichle & De-Massari AG nicht gestattet. In dieser Publikation enthaltene Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Die Erstellung dieses Dokuments erfolgte mit grösstmöglicher Sorgfalt, es enthält den zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen technischen Stand.

Der einfache Weg zu mehr Bandbreite

Die MPO-Technologie mit ihren Mehrfaser-Steckverbindungen bietet günstige Voraussetzungen für den Aufbau von zukunftsfähigen Hochleistungs-Datennetzen im Data Center. Skalierung und Migration zum Netzwerkbetrieb mit 40/100 Gigabit Ethernet gelingen damit besonders einfach und effizient. Schon mit wenigen Basiskomponenten – mit vorkonfektionierten Kassetten, Racks und Trunk-Kabeln – lässt sich die benötigte Infrastruktur herstellen. Modulare, flexibel skalierbare Verkabelungssysteme tragen dazu bei, dass die Investitionsschritte überschaubar bleiben. Die parallelen optischen Verbindungen stellen jedoch erhöhte Anforderungen an die Planung, Administration und Produktevaluation. Es handelt sich um strukturierte Verkabelung auf höchstem Level. Für jeden Channel muss das Polaritätsmanagement und

die Zuordnung der einzelnen Fasern präzise definiert werden. Ebenso sorgfältig müssen die Dämpfungsverluste der einzelnen Verkabelungsstrecken und Steckverbindungen betrachtet werden, um am Ende die maximale Übertragungsqualität sicherzustellen. Eine konsequent ausgeführte Planung und Installation trägt zu einem effizienten, flexiblen und fehlerfreien Rechenzentrumsbetrieb bei.

Dieses White Paper führt in die praktische Anwendung der MPO-Technologie ein. Es zeigt den Migrationsweg über 10 Gigabit Ethernet zu 40/100 Gigabit Ethernet auf. Des weiteren vermittelt es grundlegende Informationen und Empfehlungen zur standardgerechten Planung von parallel-optischen Channels. Insbesondere werden die Dämpfungsbudgets und Polaritätsmethoden betrachtet.

Anwendung:	Data Center Netzwerke, 10 und 40/100 Gigabit Ethernet
Technologie:	Multimode-Glasfaserverkabelung
Format:	White Paper
Themen:	Anwendung von MPO-Technologie und MPO/MTP® Verbindern, Skalierung parallel-optischer Verkabelung, Migration zu 40/100 Gigabit Ethernet, Polaritätsmethoden
Ziel:	Orientierung für die Netzwerkplanung, Entscheidungshilfen für die Migration zu 40/100 Gigabit Ethernet.
Zielgruppe:	Data Center-Planer, Netzwerk-Verantwortliche
Autoren:	Dr. Thomas Wellinger
Erschienen:	April 2013

1. MPO-Komponenten

Zur Einleitung und Basisinformation werden die Komponenten vorgestellt, die für eine parallel optische MPO-Verbindung benötigt werden.

Hinweis: Informationen zu den Grundlagen der 40/100 GbE-Technologie und zu parallel optischen Verbindungen finden Sie im White Paper „MPO und MTP^{®1} – Einführung in die parallel optische Verbindungstechnik“. Sie erhalten dieses White Paper unter www.rdm.com, im Bereich „Service / Downloads“.

Zur Vereinfachung wird hier stets von MPO-Steckern anstelle MPO/MTP[®]-Steckern gesprochen. Selbstverständlich entsprechen aber die MPO-Stecker von R&M den deutlich höheren MTP[®]-Standards (siehe auch das R&M White Paper „MPO und MTP[®] – Einführung in die parallel optische Verbindungstechnik“). Bei den im Folgenden beschriebenen Komponenten handelt es sich ausnahmslos um MTP[®]-Komponenten. Auf den Zusatz „MTP[®]“ wird daher verzichtet.

1.1. Stecker

MPO-Stecker kontaktieren bis zu 72 Fasern in nur einer Verbindung. Einer seitenrichtigen und stabilen Verbindung kommt daher eine zentrale Bedeutung zu, damit die geforderten Übertragungsparameter eingehalten werden. Eine fehlerhafte Verbindung kann gar zur Beschädigung von Komponenten oder zum Komplettausfall des Links führen.

MPO-Stecker gibt es in den Ausführungen Male (mit Pins) oder Female (ohne Pins). Die Pins garantieren, dass die Steckerfronten exakt aufeinander treffen und es zu keinem Versatz der Faserendflächen kommt.

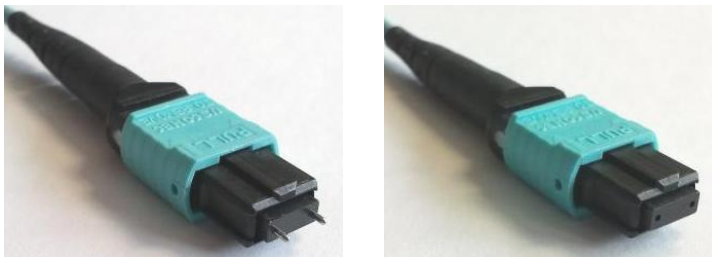


Abb. 1: MPO male mit Pins (links) und MPO female ohne Pins (rechts).

Deutlich zu erkennen sind auch die Nasen bzw. Führungsnuten (keys) an der Oberseite. Sie dienen zur seitenrichtigen Aufnahme in eine Kupplung.

1.2. Kupplungen

Abhängig von der Platzierung der Führungsnut (key) werden zwei MPO-Kupplungstypen unterschieden:

- **Typ A: Key-up to key-down**
Die Nut liegt auf der einen Seite oben, auf der anderen unten. Die beiden Stecker werden somit um 180° zueinander gedreht verbunden.
- **Typ B: Key-up to key-up**
Beide Nuten liegen oben. Die beiden Stecker werden somit in der gleichen Lage verbunden.

¹ MTP[®] ist ein Trademark des Unternehmens US Conec in Hickory, USA

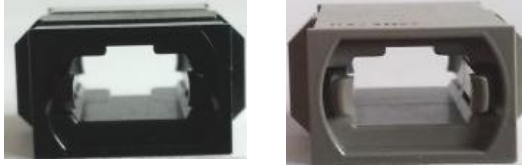


Abb. 2: MPO-Kupplungen: Key-up to key-down (links), key-up to key-up (rechts)

Verbindungsregeln

1. **Stellen Sie eine MPO-Steckverbindung immer mit einem Male- und einem Female-Stecker sowie einer MPO-Kupplung her.**
2. **Stecken Sie niemals Male-auf-Male oder Female-auf-Female.**

Bei Female-auf-Female werden die Faserkerne der beiden Stecker nicht genau auf gleicher Höhe sein, da die Führungspins fehlen. Die Folge sind Verluste bei der Performance.

Die Male-auf-Male-Verbindung ist noch verheerender, da hier Führungspins auf Führungspins stossen und somit keine Kontaktierung erfolgen kann. Zudem können die Stecker beschädigt werden.

3. **Demontieren Sie keine MPO-Stecker.**

Die Pins lassen sich bei einem MPO Stecker nur schwer demontieren und die Fasern könnten dabei brechen. Zudem erlischt die Garantie beim Öffnen des Steckergehäuses!

1.3. Kabel

MPO-Kabel werden bereits konfektioniert geliefert. Der Notwendigkeit einer sorgfältigen Planung im Vorfeld stehen deutliche Vorteile gegenüber: kürzere Installationszeiten, geprüfte und garantierte Qualität sowie höhere Sicherheit.

Trunk-Kabel (Patch-Kabel)

Trunk-Kabel stellen die Verbindung zwischen MPO-Modulen, Patch- oder Harnesskabeln her.

Die R&M Trunk-Kabel bestehen aus 12 oder 24 Fasern und sind an beiden Seiten mit Male-MPO-Steckern konfektioniert. Als Patch-Kabel eingesetzt verfügen Sie an beiden Seiten über Female-MPO-Stecker.



Abb. 3: Trunk-Kabel gibt es in der Ausführung male – male (links) und female – female (rechts)

Harness-Kabel

Harness-Kabel ermöglichen den Übergang vom Mehrfaserkabel zum Einzelfaser-Stecker.

Die von R&M angebotenen Harness-Kabel sind auf der MPO-Seite mit Male- oder Female-Steckern konfektioniert, die Peitschen sind mit LC- oder SC-Steckern verfügbar.

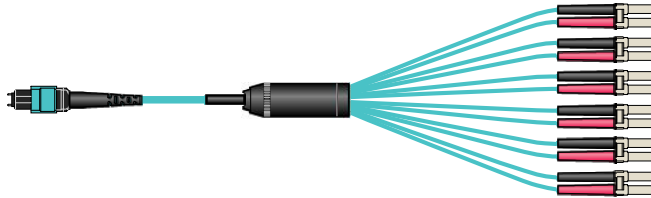


Abb. 4: Harness-Kabel mit Male-MPO-Stecker.

X-Kabel

Typischerweise werden 24-fasrige X-Kabel für die Verbindung von MPO-Modulen verwendet. Dabei werden beide Enden mit je zwei Peitschen und folglich je zwei 12-fasrigen MPO-Steckern terminiert.

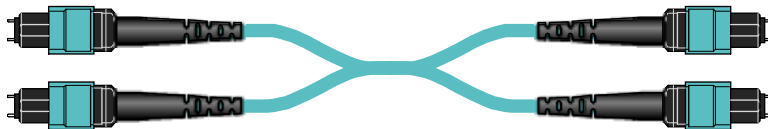


Abb. 5: X-Kabel mit 12-fasrigen MPO-Steckern.

Y-Kabel

Y-Kabel werden üblicherweise in der Bauform 2 auf 1 eingesetzt. Eine typische Anwendung ist das Zusammenfassen von zwei 12-fasrigen Trunk-Kabeln auf ein 24-fasriges Patch-Kabel innerhalb einer Migration hin zu 100 GbE. Die eher seltene Bauform 3 auf 1 ermöglicht die Kombination von drei 8-fasrigen MPO-Steckern mit einem 24-fasrigen Trunk z.B. für die Migration zu 40GbE.

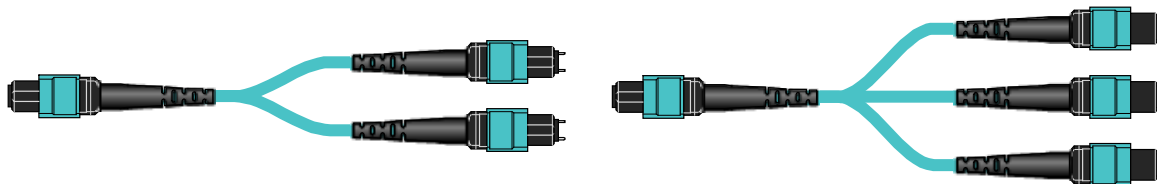


Abb. 6: Y-Kabel in den Ausführungen 2 auf 1 (links) und 3 auf 1 (rechts).

Duplex Patch-Kabel

Hier handelt es sich nicht mehr um MPO-Kabel, sondern um klassische Duplex-Kabel. Sie sind in gekreuzter (A-auf-A) oder ungekreuzter Version (A-auf-B) erhältlich und mit LC- oder SC-Steckern konfektioniert.



Abb. 7: Duplex-Kabel gekreuzt (links) und ungekreuzt (rechts).

1.4. Modul, Adapterplatte

Module und Adapterplatten sind das Verbindungsglied zwischen Trunk und Patch-Kabel.

HD Modul

Das HD MPO-Modul ermöglicht die Verteilung der vom Trunk-Kabel angelieferten Fasern auf Duplex-Kabel. Als vorkonfektionierte Einheiten sind MPO Module mit 12 oder 24 Fasern, frontseitig mit LC-Duplex, SC-Duplex oder E2000™²-Compact Kupplungen und rückwärtig mit MPO ausgestattet.

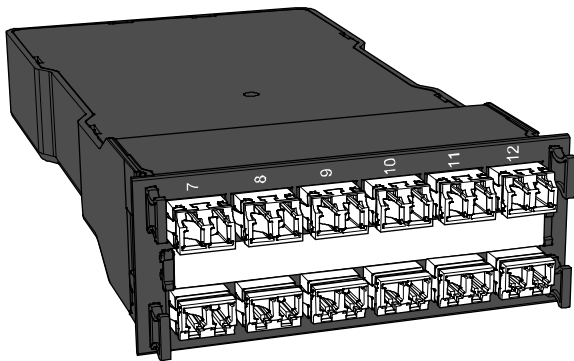


Abb. 8: HD Modul mit LC-Adaptern.

Adapterplatte

Die HD Adapterplatte verbindet MPO-Trunk-Kabel und MPO-Patch-Kabel bzw. Harness-Kabel. HD MPO-Adapterplatten sind mit bis zu 12 MTP-Kupplungen, Typ A oder Typ B, erhältlich. Mit vier dieser Platten in einem HD Panel, liesse sich im Extremum eine Dichte von bis zu 1'152 Fasern pro Höheneinheit realisieren (mit 24-fasrigen MPOs).

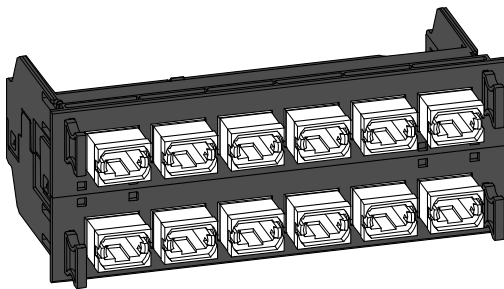


Abb. 9: HD MPO Adapterplatte (12xMPO)

² E2000™ gefertigt in Lizenz der Diamond SA, Losone

2. Die Polaritätsmethoden

Während Codierungen an den Steckern und Kupplungen die durchgängig richtige Orientierung der Steckverbindung sicherstellen, sollen die nach TIA-568-C definierten Polaritätsmethoden A, B und C die richtige bi-direktionale Zuordnung garantieren. Dieses Kapitel erläutert kurz diese Methoden.

Methode A

Methode A verwendet gerade durchverbundene Typ A Trunks (Pin1 auf Pin1) und MPO-Adapter vom Typ A (key-up to key-down). An einem Ende des Links wird ein ungekreuztes Patch-Kabel (A-auf-B) eingesetzt, am anderen Ende ein gekreuztes Patch-Kabel (A-auf-A). Das paarweise Drehen der Polarität geschieht also auf der Patch-Seite. Beachten Sie, dass pro Link nur ein A-to-A Patch-Kabel verwendet werden darf.

MPO-Komponenten von R&M sind für Methode A seit 2007 verfügbar. Sie kann recht einfach implementiert werden, weil z.B. nur ein Kassettentyp benötigt wird, und ist wohl am weitesten verbreitet.

Methode B

Methode B verwendet gekreuzte Typ B Trunks (Pin1 auf Pin12) und MPO-Adapter vom Typ B (key-up to key-up). Allerdings werden die Typ B-Adapter auf beiden Seiten unterschiedlich eingesetzt (key-up to key-up, key-down to key-down), was einen höheren Planungsaufwand erfordert. An beiden Enden des Links wird ein ungekreuztes Patch-Kabel (A-auf-B) eingesetzt.

Aufgrund des höheren Planungsaufwands hat die Methode B keine grössere Verbreitung gefunden. Auch R&M unterstützt diese Methode nicht bzw. nur auf Anfrage.

Methode C

Methode C verwendet paarweise gekreuzte Typ C Trunks und MPO-Adapter vom Typ A (key-up to key-down). An beiden Enden des Links wird ein ungekreuztes Patch-Kabel (A-auf-B) eingesetzt. Das paarweise Drehen der Polarität geschieht also im Trunkkabel, was bei verketteten Trunkkabeln einen erhöhten Planungsaufwand erfordert. Bei gerader Anzahl an verketteten Trunks wird ein A-to-A-Patch-Kabel benötigt.

Aufgrund des erhöhten Planungsaufwandes ist Methode C nicht allzu verbreitet. Methode C wird von R&M nicht bzw. nur auf Anfrage unterstützt.

Methode S

Methode S (eine von R&M definierte Bezeichnung) ist seit 2013 verfügbar. Sie benötigt nur eine Sorte von Patch-Kabeln (A-auf-B). Die Überkreuzung der Fasern bei Duplex-Signalübertragung (10GBASE-SR) findet in der vorkonfektionierten Kassette statt. Das Connectivity-Schema der Trunk- und Patch-Kabel bzw. die Lichtführung bleibt immer gleich, auch für die parallele Übertragung zum Aufbau von 40/100 GbE Anlagen. Die zwölf LC-Ports werden nach Tx und Rx aufgeteilt, sodass sämtliche Tx-Fasern auf einen 12-fasrigen MPO, und sämtliche Rx-Fasern auf den anderen 12-fasrigen MPO geleitet werden. Diese beiden MPOs können z.B. in einem X-Kabel gebündelt werden. In den Modulen befinden Typ B Adapter.

In Zusammenarbeit mit Typ B Trunks wird so eine symmetrische Verkabelung für 1G, 10G, 40G und 100G ermöglicht. Somit kann der direkte Upgrade völlig unkompliziert und kostengünstig realisiert werden, dazu müssen lediglich die Kassetten gegen Adapterplatten ausgetauscht werden.

Überblick zu den Methoden

Die nachfolgende Tabelle fasst nochmals die beschriebenen Methoden zusammen:

	Polaritäts- methode	MPO/MTP Kabeltyp	Modultyp	Duplex Patch- Kabeltyp	
TIA-568.C Standard (Duplex-Signale)	A	A	A (Typ A Adapter)	1 x A-to-B 1 x A-to-A	TIA-568.C Standard (parallele Signale)
	B	B	B1, B2 (Typ B Adapter)	2 x A-to-B	
	C	C	A (Typ A Adapter)	2 x A-to-B	
	S	B	S (Typ B Adapter)	2 x A-to-B	

Typ A: MPO/MTP-Kabel Key-up to key-down		Typ B: MPO/MTP-Kabel key-up to key-up, key-down to key-down		Typ C: MPO/MTP-Kabel Key-up to key-down, paarweise gedreht	
Fasern	Fasern	Fasern	Fasern	Fasern	Fasern
1	1	1	1	1	2
2	2	2	2	2	1
3	3	3	3	3	4
4	4	4	4	4	3
5	5	5	5	5	6
6	6	6	6	6	5
7	7	7	7	7	8
8	8	8	8	8	7
9	9	9	9	9	10
10	10	10	10	10	9
11	11	11	11	11	12
12	12	12	12	12	11



Typ A Adapter
Key-up to key-down



Typ B Adapter
Key-up to key-up

Duplex Patch-Kabel A-auf-B



Duplex Patch-Kabel A-auf-A



Tab. 1: Polaritätsmethoden und Komponententypen

3. Migration: von 10 GbE nach 100 GbE

OM3 und OM4 Lichtwellenleiter, geführt in einer paralleloptischen Verbindung, konfektioniert mit MPO-Steckverbindern – das sind die Zutaten für die zukünftigen 40/100 GbE-Technologien in einer strukturierten Verkabelungsumgebung. Dieses Kapitel beschreibt, wie die Migration von 10 GbE nach 40/100 GbE gelingt und worauf dabei zu achten ist.

Der komplette Neubau eines Data Centers ist sicherlich nicht alltäglich. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, sofort auf die neuen Technologien zu bauen und die höheren Bandbreiten vorzusehen. Der schrittweise Um- und Ausbau einer bestehenden Data Center Infrastruktur hin zu 40/100G hingegen wird in den kommenden Jahren auf breiter Front einsetzen, ja einsetzen müssen. Sinnvoll ist hierbei ein stufenweises Ersetzen bestehender passiver Komponenten dem dann der Austausch der aktiven Komponenten folgt, sobald diese verfügbar und ökonomisch sinnvoll sind. Üblicherweise erfolgt die Erweiterung in drei Stufen:

1. Die Erweiterung bestehender 10G-Umgebungen
2. Die Erweiterung von 10G zu 40G
3. Die Erweiterung von 40G zu 100G

Diese einzelnen Stufen werden nachfolgend besprochen.

3.1. Die Erweiterung bestehender 10G-Umgebungen

Die Vorgaben zur Netzwerkplanung in Data Centern finden sich in den Normen TIA-942-A, EN 50173-5, EN 50174-2:2009/A1:2011, ISO/IEC 24764 und bald IEC 50600-2-4. Die nachfolgenden Schritte setzen ein entsprechend geplantes und installiertes Netzwerk voraus und beschreiben lediglich die Migrationsschritte.

Der erste Schritt zur Migration von 10 GbE nach 40/100 GbE ist sicherlich die Erweiterung einer bestehenden 10 GbE-Umgebung. Hierbei wird der Backbone durch ein 12-Faser MPO-Kabel ersetzt. LC/MPO-Module und Patchcords schaffen die Verbindung zu den 10G-Switches.

Wichtig ist hier zu bemerken, dass die TIA-568-C Norm bei Duplex-Signalen von female Trunkkabeln und male Modulen spricht. Aus Gründen einer einfacheren Migration heraus R&M empfiehlt jedoch die Trunkkabel als male-Version und die Module als female-Version zu installieren. Bei der Migration auf paralleloptische Signal kann man so female-female MPO Patchkabel an den Trunk anschliessen. Dies ist ein Schritt, um die Komplexität der Kablierung zu reduzieren. Bei den herkömmlichen Methoden mit female-female Trunkkabel ist eine Migration ebenfalls möglich. Da die Transceiver jedoch ein MPO male Interface haben, müsste man entweder die bestehenden Trunkkabel austauschen oder „Hybrid“-Patchkabel (male-female) verwenden.

Abhängig von bestehender Infrastruktur und verwendeter Polaritätsmethode ergeben sich unterschiedliche Konstellationen.

Methode A

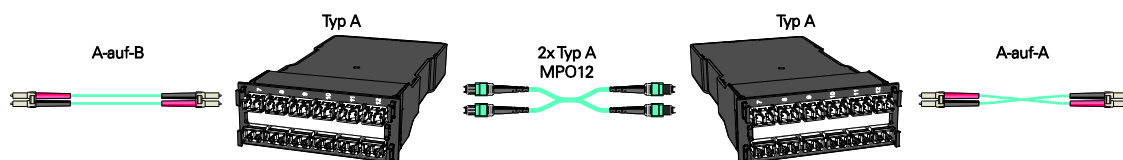


Abb. 10: 10G, Fall 1 – MPO Trunkkabel (Typ A, male-male) ersetzen den bestehenden Duplex-Trunk (Mitte), MPO-Module (Typ A, female) ermöglichen den Übergang auf die bestehenden LC Duplex Patch-Kabel A-auf-B (links) und A-auf-A (rechts). Da die HD MPO Module trunkseitig zwei MPO Adapter haben, bietet es sich optional an die beiden 12-fasrigen MPOs in einem 24-fasrigen X-Kabel zu konsolidieren.

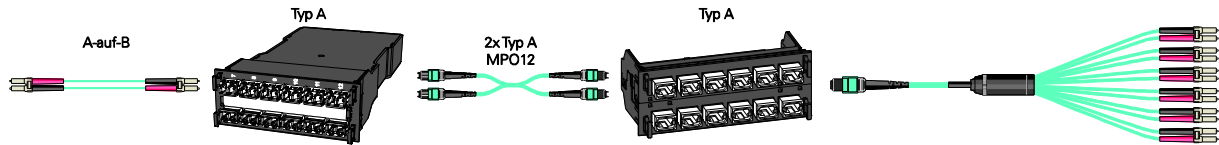


Abb. 11: 10G, Fall 2 – MPO Trunkkabel (Typ A, male-male) ersetzen den Duplex-Trunk (Mitte), ein MPO-Modul (Typ A, female) ermöglicht den Übergang auf das bestehende LC Duplex Patch-Kabel A-auf-B (links), Adapterplatte (Typ A) und Harness-Kabel (female) ersetzen das LC Duplex Patch-Kabel.

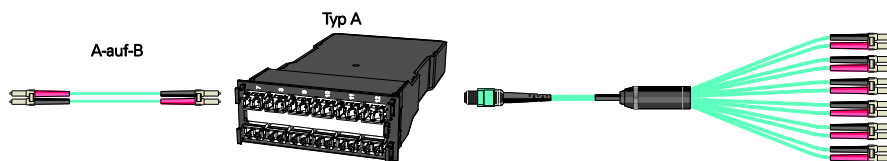


Abb. 12: 10G, Fall 3 – Verbindung aus LC-Duplex Patchkabel A-auf-B, MPO-Modul (Typ A, female) und Harness-Kabel (male).

Methode S

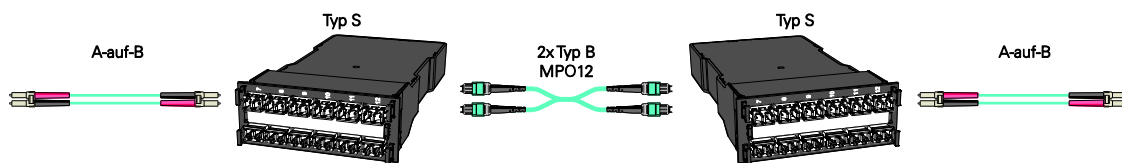


Abb. 13: 10G – MPO Trunkkabel (Typ B, male-male) ersetzen den Duplex-Trunk (Mitte), MPO-Module (Typ S, female) ermöglichen den Übergang auf die bestehenden LC Duplex Patch-Kabel A-auf-B (links, rechts). Da das Typ S Modul Tx und Rx je auf einen MPO aufteilt, ist ein X-Kabel bzw. zwei Trunks vorauszusetzen.

3.2. Die Erweiterung von 10G zu 40G

Werden im nächsten Schritt die 10G-Switches durch 40G-Versionen ausgetauscht, kann sehr einfach durch Einsatz von MPO-Adapterplatten anstelle der MPO-Module die nächste Anpassung erfolgen.

Auch hier muss die verwendete Polaritätsmethode beachtet werden.

Methode A

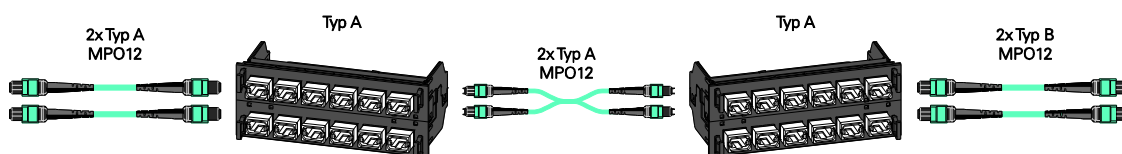


Abb. 14: Austausch der MPO-Module durch Typ-A-Adapterplatten und der LC Duplex Patch-Kabel durch MPO-Patch-Kabel Typ A, female-female (links) und Typ B, female-female (rechts). Ein bestehendes X-Kabel kann nun zwei 40G Links bedienen.

Methode S bzw. Methode B

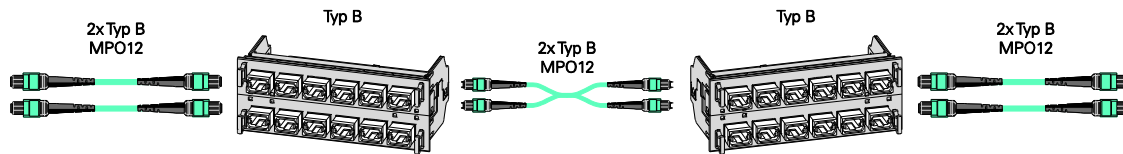


Abb. 15: Austausch der MPO-Module durch Typ-B-Adapterplatten und der LC Duplex Patch-Kabel durch MPO-Patch-Kabel Typ B, female-female (links, rechts). Vergleicht man diese Konfiguration mit dem TIA-568.C Standard, fällt sofort auf, dass Methoden S und B für paralleloptische Signale identisch sind. Auch hier kann ein bestehendes X-Kabel zwei 40G Links bedienen.

3.3. Die Erweiterung von 40G zu 100G

Im letzten Schritt schliesslich kann mit dem Einsatz von 100G-Switches auch die Verwendung von 24-fasrigen MPO-Kabeln notwendig werden³. Hierbei kann entweder die bestehende 12-fasrige Verbindung durch eine zweite 12-fasrige erweitert oder durch eine mit 24 Fasern ersetzt werden.

Methode A

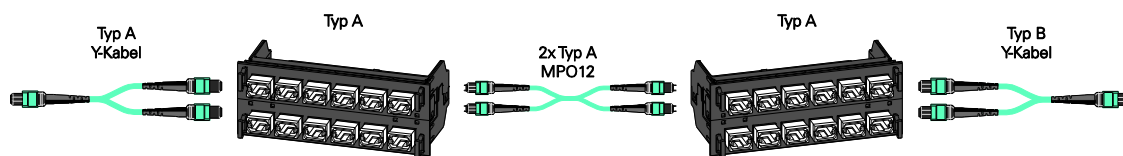


Abb. 16: Erweiterung des MPO Trunkkabels (male-male) durch ein zweites, die Typ-A-Adapterplatten bleiben bestehen, die Patch-Kabel werden durch Y-Kabel ersetzt.



Abb. 17: Die MPO-24-Lösung – Verwenden eines MPO-24-Trunk-Kabels Typ A male-male, die Typ-A-Adapterplatten bleiben bestehen. Als Patch-Kabel kommen MPO-24-Patch-Kabel Typ A, female-female (links) und Typ B, female-female (rechts) zum Einsatz.

Methode S bzw. Methode B

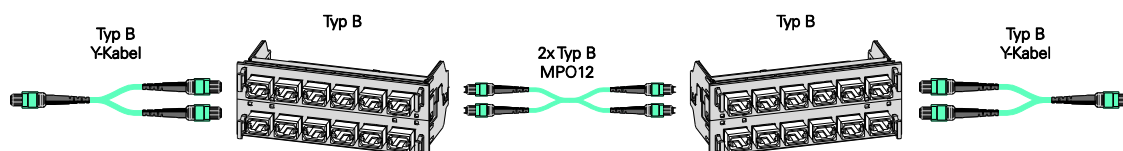


Abb. 18: Erweiterung des MPO Trunk-Kabels (male-male) durch ein zweites, die Typ-B-Adapterplatten bleiben bestehen, die Patch-Kabel werden durch Y-Kabel ersetzt.

³ Dies wird der Fall sein für 100GBASE-SR10 (10x 10G) Applikationen. Sofern jedoch 100GBASE-SR4 (4x 25G) Applikationen verwendet werden sollte, würde das Szenario jenem aus Kapitel 3.2 entsprechen, da die Verkabelung mit 12-fasrigen MPOs realisiert werden kann.

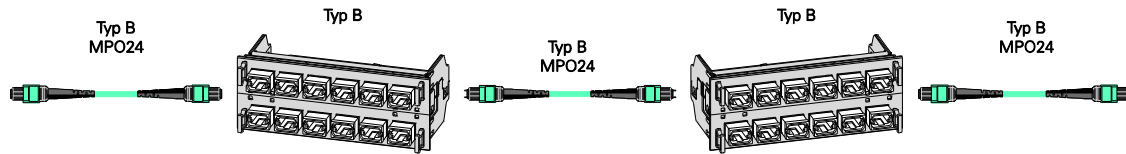


Abb. 19: Die MPO-24-Lösung – Verwenden eines MPO-24-Trunk-Kabels Typ B male-male, die Typ-B-Adapterplatten bleiben bestehen. Als Patch-Kabel kommen auf beiden Seiten MPO-24-Patch-Kabel Typ B, female-female zum Einsatz.

4. Das Dämpfungsbudget

Bei parallel optischen Verbindungen kommt dem Dämpfungsbudget eine entscheidende Rolle bei der Planung eines Netzwerkes zu. Wird das zulässige Budget überschritten, so bedeutet dies automatisch geringere Übertragungsstrecken bei einer gegebenen Bandbreite oder eben auch eine geringere Bandbreite bei einer vorgegebenen, benötigten Strecke.

Gemäss IEEE 802.3ae ist für OM3-Fasern bei 10 GbE (10GBASE-SR) eine maximale Länge von 300 m definiert. Um diese Länge zu erreichen, ist eine Dämpfung für den Link von höchstens 2.6 dB zulässig, bei 1.5 dB für die Verbindungen. Nachfolgende Grafik zeigt die Verhältnisse für das Gesamtbudget, basierend auf dem IEEE 802.3 Link Model Spreadsheet:

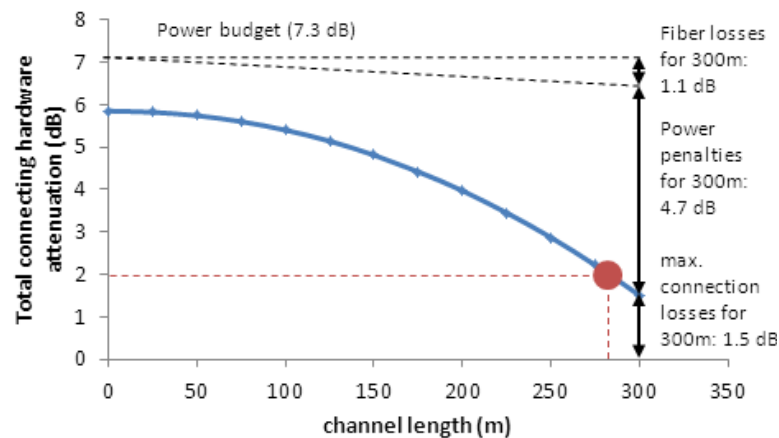


Abb. 20: Gesamt-Dämpfungsbudget für 10 GbE. Ein Link dürfte mit einem einplanten Budget für Steckerverluste von 2 dB eine Gesamtlänge von 280 m haben.

Bei 40 GbE und 100 GbE definiert IEEE 802.3ba für Fasern vom Typ OM3 lediglich 100 m, für OM4 150 m. Das Dämpfungsbudget im Vergleich zu 10 GbE zeigt nachfolgende Grafik.

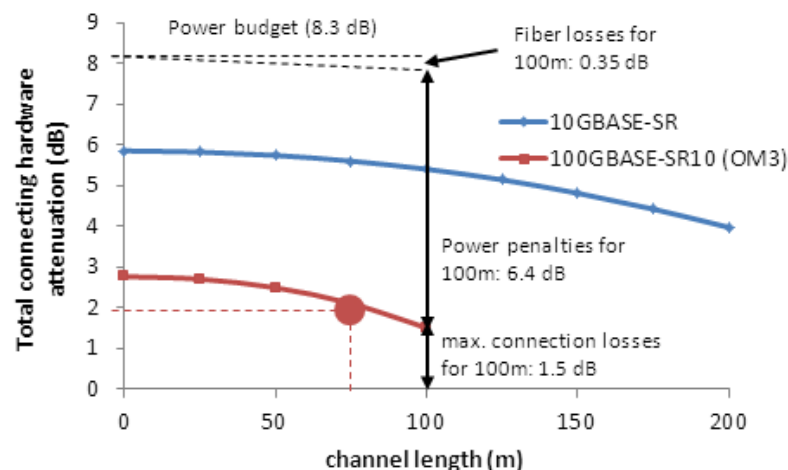


Abb. 21: Gesamt-Dämpfungsbudget für 100 GbE und im Vergleich zu 10 GbE. Dieser Link dürfte bei 2 dB Steckerverlusten lediglich 55 m lang sein.

Die kritische Grösse ist somit eine maximale Einfügedämpfung der Steckverbindungen von 1.5 dB, um die geforderten Bandbreiten und Strecken zu garantieren.

5. Zusammenfassung

Mit der Einführung von MPO-Komponenten und paralleloptischer Verbindungen kommen auf Planer und Verantwortliche in den Data Centern neue Anforderungen zu. Leitungslängen müssen sorgfältig geplant, MPO-Typen richtig ausgewählt, Polaritäten über den gesamten Link beachtet und Dämpfungsbudgets exakt berechnet werden. Kurzfristige Änderungen sind kaum oder überhaupt nicht mehr möglich und Fehlplanungen können teuer werden.

Dennoch lohnt sich der Umstieg, zumal er technologisch bereits mittelfristig zwingend notwendig wird. Es macht daher Sinn, bereits frühzeitig die Weichen zu stellen und zumindest die passiven Komponenten den kommenden Anforderungen anzupassen. Kurze Installationszeiten, geprüfte und verbriefte Qualität für jede einzelne Komponente sowie eine auf Jahre hinaus beruhigende Betriebs- und Investitionssicherheit machen den höheren Aufwand dabei mehr als wett.