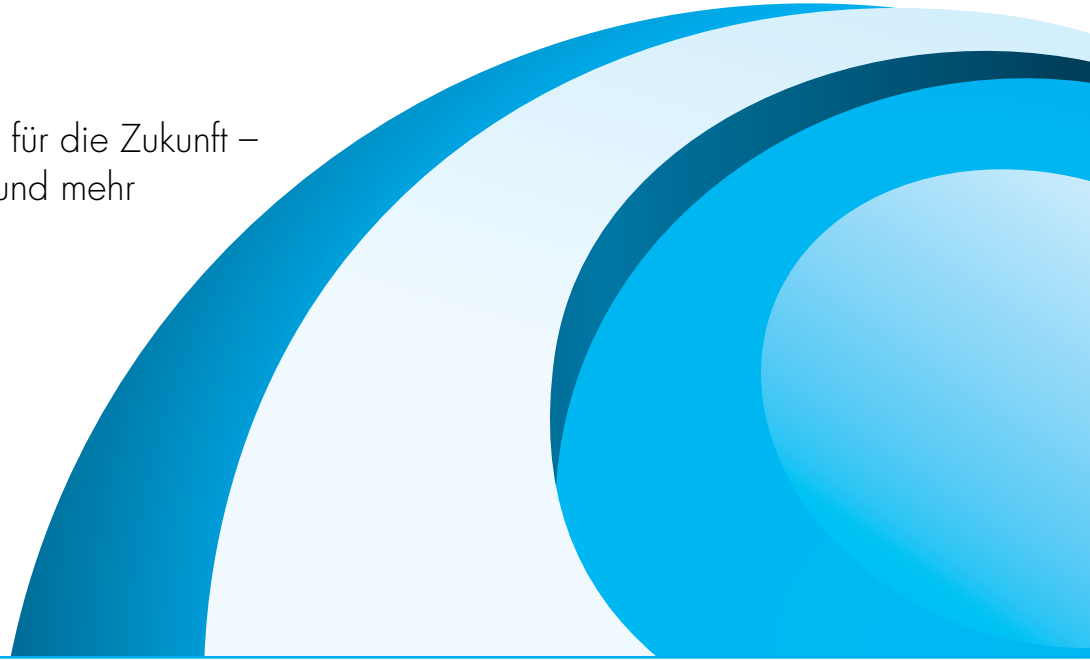


Fabric-Netzwerke

Machen Sie Ihr Netzwerk fit für die Zukunft –
von 10G bis hin zu 400G und mehr



Inhalt

Zusammenfassung	3
Neue Rechenzentrums-Architekturen	3
Fabric-Topologie-Design – Kapazität	4
Netzwerk-Fabric – das physische Netzwerk	5
Fabric-Topologie-Design – Switch-Port-Dichte	7
Fabric-Topologie-Design – Reichweite	8
Fabric-Topologie-Design – Anwendungsunterstützung	11
Zusammenfassung der Migrationslösungen	16

Zusammenfassung

Die Verbreitung von Virtualisierung und Cloud-Computing hat den Bedarf nach Switching-Architekturen im Rechenzentrum angetrieben, die geringere Latenz und höheren Durchsatz bieten. Diese neuen Architekturen basieren auf Fabric-Netzwerk-Switches und unterscheiden sich von den herkömmlichen, auf drei Schichten basierenden Switching-Topologien.

Solche Fabric-Switches gibt es in unterschiedlichsten Formen – von Fabric-Erweiterungen in einer Top-of-Rack-Implementierung über eine zentralisierte Fabric am HDA oder IDA bis hin zu einer vollständigen Mesh-Architektur. Grundsätzlich muss darauf geachtet werden, wie die Infrastruktur auf Basis physischer Schichten entworfen und implementiert ist, um sicherzustellen, dass die Switch-Fabric einfach und effizient skalierbar ist.

Das vorliegende White Paper gibt einen Überblick über die Fabric-Technologie. Ferner enthält es Design-Überlegungen und eine praktische Sicht auf die Implementierung von Glasfaser-Konnektivität, die bei weiterem Wachstum des Netzwerks sowohl Änderungen der Architektur als auch höhere Datenübertragungsraten ermöglichen kann.

Praktische Beispiele des Fabric-Netzwerk-Designs mit der vorterminierten Glasfaserlösung SYSTIMAX® InstaPATCH® 360 runden die Darstellung ab und zeigen, wie wichtig es ist, die Infrastruktur so auszulegen, dass sie höhere Geschwindigkeiten und Netzwerkwachstum unterstützen kann.

Neue Rechenzentrums-Architekturen

Designs und Architekturen von Rechenzentren haben sich im Lauf der Zeit entwickelt, um dem Wachstum von cloudbasierten Speicher- und Computing-Diensten gerecht zu werden. Herkömmliche Rechenzentren in Privatunternehmen richten ihre derzeitigen Architekturen zur Ermöglichung neuer, agiler, cloudbasierter Designs an. Diese neuen Unternehmensarchitekturen ähneln den Möglichkeiten von „Warehouse-Scale“, sind aber auf die Unterstützung vieler unterschiedlicher Unternehmensanwendungen ausgelegt.

Zur Vorbereitung auf Cloud-Architekturen wird ein optimierter direkter Weg zur Server-zu-Server-Kommunikation mithilfe der „Leaf-Spine“-Architektur erreicht (siehe Abbildung 1). Dieses Design ermöglicht Anwendungen auf jedem Computer- und Speichergerät die Zusammenarbeit auf vorhersagbare, skalierbare Weise unabhängig von ihrem physischen Speicherort innerhalb des Rechenzentrums.

„Cloud-Netzwerke“ basieren auf einer Architektur, die aus vermaschten Verbindungen zwischen Leaf- und Spine-Switches besteht. Der maschenartige Aufbau der Netzwerkverbindungen ähnelt einem Gewebe und wird daher häufig als „Netzwerk-Fabric“ bezeichnet. Die Leistung des Fabric-Gefüges eignet sich gut zum Aufbau universeller „Cloud-Dienste“: Sie ermöglicht beliebige n:n-Verbindungen mit vorhersagbarer Kapazität und geringerer Latenz. Das Fabric-Gefüge verfügt über inhärente Redundanz, weil mehrere Switching-Ressourcen über das Rechenzentrum verteilt sind. Dies trägt zur Sicherstellung einer besseren Anwendungsverfügbarkeit bei. Solche verteilten Netzwerk-Designs können eine weitaus kostengünstigere und besser skalierbare Implementierung im Vergleich zu sehr großen herkömmlichen zentralisierten Switching-Plattformen ermöglichen.

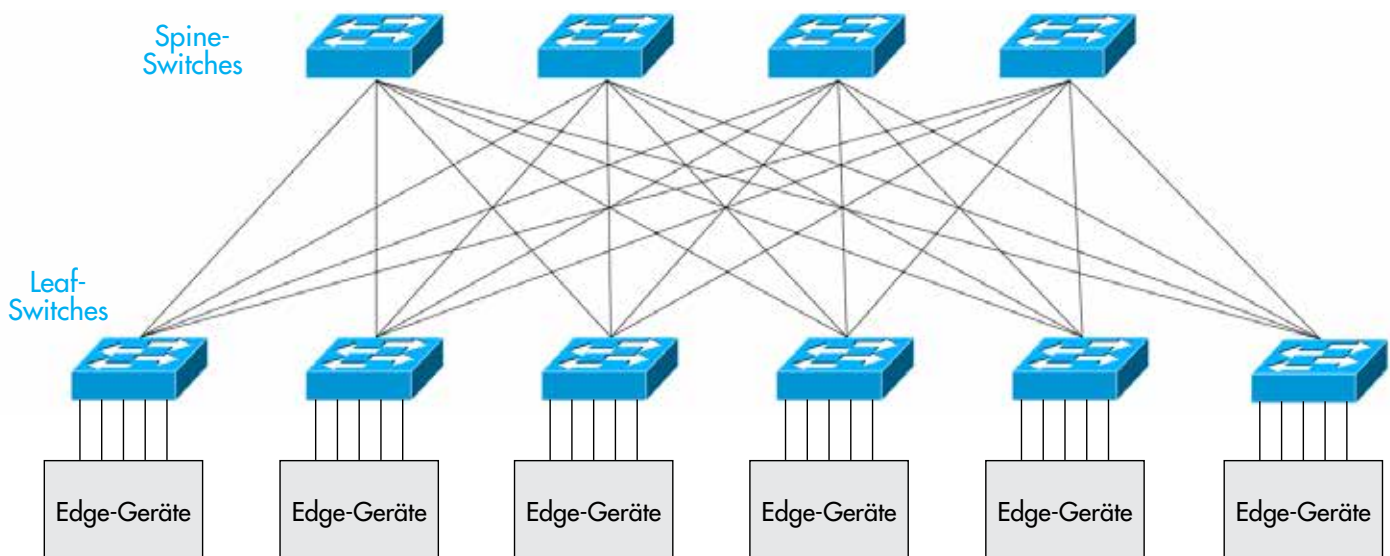


Abbildung 1. „Mesh“-Netzwerk-Fabric-Architektur mit Verbindungen zwischen jedem Leaf- und Spine-Switch zur Bereitstellung der Verbindung von n:n

Fabric-Topologie-Design – Kapazität

Der traditionelle Weg zum Design von Netzwerken besteht in der Summierung des gesamten Datenverkehrs durch Aggregation (wenn etwa ein Netzwerk 10 Datenströme von jeweils 1 Gbit/s unterstützen muss, ergibt die Addition der Ströme einen Bedarf von Netzwerkverbindungen mit 10 Gbit/s). Leaf-und-Spine-Netzwerke funktionieren allerdings anders. Zum Skalieren von Fabric-Netzwerken müssen Designer die nachfolgenden Faktoren berücksichtigen:

- Geschwindigkeit (Bandbreite) der Fabric-Verbindungen
- Anzahl der Ports von Computer-/Speichergeräten (auch als Edge-Ports bezeichnet)
- Gesamtbandbreite, die zur Bedienung aller Rechenzentrums-Anwendungen erforderlich ist

Die Geschwindigkeit des Fabric-Gefüges ist nicht die gesamte Übertragungskapazität zwischen jedem Leaf-Paar im Fabric-Gefüge, sondern die Gesamtbandbreite zwischen jedem Blatt und allen Spine-Switches.

Im obigen Beispiel existieren vier Spine-Switches. Jeder Leaf-Switch hat eine Verbindung mit je 40 Gbit/s zu jedem Spine, was eine Fabric-Geschwindigkeit von 160 Gbit/s ergibt. Bitte beachten, dass jedes Blatt dieselbe Verbindungsgeschwindigkeit zu jedem Spine-Switch haben muss. Beachten Sie außerdem auch, dass keine Geräteverbindungen direkt zu den Spine-Switches bestehen.

Die Geschwindigkeit des Fabric-Gefüges muss so dimensioniert sein, dass der größtmögliche Datenverkehr möglich ist, den ein beliebiger Leaf-Switch senden könnte. Wenn beispielsweise 48 Ports mit je 10 Gbit/s mit Hochgeschwindigkeitsservern verbunden sind, dann müsste das Fabric-Gefüge eine Bandbreite von insgesamt $48 \times 10 \text{ Gbit/s}$ unterstützen, also 480 Gbit/s.

Die Gesamtzahl der Edge-Ports ist die nächste wichtige Überlegung. Sie ist eine Funktion der Anzahl der Leaf-Switches im Fabric-Gefüge. Wenn ein Leaf-Switch beispielsweise 24 Ports zu je 24 Gbit/s bereitstellt, dann vergrößert jeder zusätzliche Leaf-Switch das gesamte Fabric-Gefüge um weitere 24 Ports. Ein neuer Leaf-Switch kann nur hinzugefügt werden, wenn jeder Spine-Switch einen zusätzlichen Port dafür verfügbar hat.

Wenn Verbindungen zwischen Leaf-Spine-Switches (z. B. mit 40 Gbit/s) eine höhere Kapazität als Edge-Port-Verbindungen (z. B. 10 Gbit/s) haben, wird das Design als „Fat Tree“ bezeichnet. Wenn die Verbindungen auf derselben Geschwindigkeit gehalten werden (z. B. 10G-Edge: 4 s 10G Leaf-Spine), würde das Design als „Skinny Tree“ bezeichnet. Fat-Tree-Designs haben offensichtliche Vorteile hinsichtlich der Aufwärtsskalierung der Rechenzentrums-Fabric. Jeder Leaf-und-Spine-Switch muss genügend Ports besitzen, um die Mesh-Verbindungen von n:n zu ermöglichen. Die Anzahl der Ports und die Kapazität jedes Ports geben die maximale Größe und Bandbreite hinsichtlich der Skalierbarkeit der Fabric vor.

Ein typischer Fat Tree könnte Fabric-Verbindungen mit 40 Gbit/s verwenden. Im oben stehenden Beispiel liegen vier Spine-Switches vor, die jeweils sechs Ports zu je 40 Gbit/s unterstützen und damit eine Gesamtbandbreite von 240 Gbit/s bereitstellen. Unter der Annahme, dass jeder Leaf-Switch aus 48 Ports mit je 10 Gbit/s besteht, ergibt sich daraus eine Gesamtzahl von 288 Edge-Ports mit jeweils 10 Gbit/s. Allerdings sind die meisten Geräte zweifach angeschlossen und benötigen dadurch zwei Ports mit je 10 Gbit/s pro Edge-Gerät. Diese Konfiguration unterstützt 144 vollständig redundante Edge-Switches.

Fabric-Topologie-Design – Übersubskription

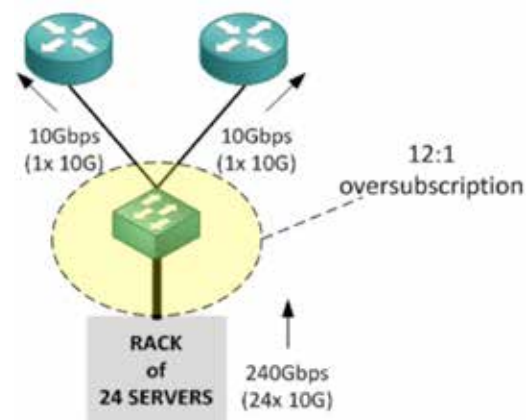


Abbildung 2: Leaf-Spine-Verbindungsgeschwindigkeiten und Übersubskription

Die gesamte Fabric-Bandbreite lässt sich errechnen durch Multiplikation der Anzahl der Edge-Ports mit der Geschwindigkeit der Edge-Ports – oder der Anzahl der Spine-Ports mit der Geschwindigkeit der Spine-Ports. Wenn keine Übersubskription vorliegt, sind beide Zahlen gleich. Netzwerk-Fabrics sind nicht-blockierend ausgelegt, wobei der gesamte von Edge-Geräten produzierte Datenverkehr über die Fabric ohne Verzögerung oder „Blockierung“ laufen kann. Übersubskription bedeutet, dass ein Teil des Datenverkehrs blockiert oder verzögert werden kann, weil Ressourcen durch andere vollständig ausgeschöpft werden. Blockierung kann sich ernsthaft auf Rechenzentrums-Anwendungen auswirken – insbesondere Anwendungen wie FCoE, die eine nicht blockierende Anwendung benötigen. Viele Fabric-Netzwerk-Architekturen unterhalten separate Storage-Netzwerke – teils mit Fibre Channel, teils mit IP-basiertem Speicher, manche auch mit verteiltem softwaredefiniertem Speicher.

Planer müssen berücksichtigen, wie Anwendungen kommunizieren, um den gesamten Kapazitätsbedarf zu berechnen, welcher der Fabric-Größe des Netzwerks entspricht. Manche Netzwerkdesigns stellen einen Kompromiss zwischen dem Budget und der für die bereitzustellenden Dienste angemessenen Dienstqualität bereit. Dies bedeutet, ein akzeptables Maß von Blockierungen oder Konflikten für Netzwerk wird in die gesamte Netzwerkarchitektur eingeplant. Die Übersubskriptionsquote beschreibt den für Edge-Geräte bestehenden Grad der Ressourcenkonflikte. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel mit einer Übersubskriptionsquote von 12:1.

Bei zu hoher Übersubskriptionsquote leidet die Leistung der Anwendungen. Wenn die Übersubskriptionsquote sehr niedrig gehalten wird, reduziert dies die Anzahl der Server – und damit die Anzahl der Anwendungen, die von der Fabric unterstützt werden können. Diese Balance zwischen Investitionsaufwand und Anwendungskapazität ist ein entscheidender Designfaktor. Ein Faktor, der sich außerdem im Laufe der Zeit höchstwahrscheinlich schnell ändern dürfte, wenn mehr Anwendungen benötigt werden. Die Kapazität der Serverhardware ist tendenziell steigend, sodass die Kapazität der Fabric-Verbindung belastet wird.

Aus der vorstehenden Diskussion wird klar, dass höhere Leaf-Spine-Verbindungskapazität den Servicegrad verbessern kann, indem die Übersubskriptionsquote reduziert und die Anzahl der Server, die von der Netzwerk-Fabric unterstützt werden kann, erhöht wird. Die Kapazität dieser Verbindungen wäre im Idealfall so hoch wie praktisch möglich.

Mit zunehmender Größe der Fabric müssen Verbindungen zu jedem anderen Peer-Gerät hergestellt werden. Die Anzahl der Verbindungen steigt beim Hinzufügen von Leaf-Switches schnell an. Die Konnektivität auf der physischen Schicht muss anpassungsfähig sein, um diese Netzwerk-Fabrics mit höherer Dichte, größerer Netzwerk-Verbindungsgeschwindigkeit und Multifiber-Modularität zu unterstützen, was seinerseits zur Beschleunigung der Bereitstellung und Netzwerk-Verfügbarkeit beiträgt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die MPO-Geräteleitungen, die zur Bereitstellung der physischen Verbindungen für QSFP (4 x 10G) verwendbar sind – eine Ethernet-Netzwerk-Verbindung mit 40G.



Abbildung 3. 40G-Switch-Konnektivität mit 40GBASE-SR4 (Anmerkung: zur Vereinfachung ohne Abbildung der Pins)

Zur Optimierung der Fabric-Kapazität müssen die optischen Komponenten eine höhere Bandbreite und geringere Verluste bereitstellen – durch Umstieg auf die nächsthöheren Netzwerkgeschwindigkeiten. 40G, 100G oder sogar 400G sollten von Anfang an eingeplant werden, um ein späteres Neudesign der Verkabelungsinfrastruktur zu vermeiden.

Die optische Netzwerktechnologie zur Unterstützung dieser Verbindungen macht rasante Fortschritte. Die Geschwindigkeiten steigen schnell an – in manchen Fällen sind die in diesem Bereich angebotenen Lösungen den Industriestandards weit voraus. Der Kostenvorteil dieser verschiedenen Optionen ist der Schlüssel, um mit den Anforderungen an die Kapazität des Rechenzentrums insgesamt schritthalten zu können. Er ist auch ein wesentliches Element der Balance zwischen Investitionen und Verfügbarkeitsrisiko.

Netzwerk-Fabric – das physische Netzwerk

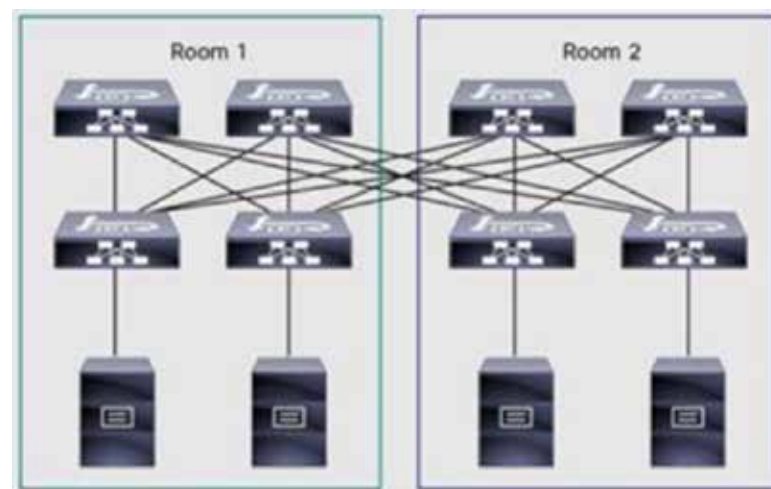


Abbildung 4: Leaf-Spine-Design über mehrere Hallen hinweg

Die Implementierung eines Fabric-Netzwerks ähnelt den früher eingesetzten herkömmlichen dreischichtigen Netzwerken in mehrfacher Weise – sie müssen skalierbar, verwaltbar und zuverlässig sein. Die Verwendung von strukturierten Verkabelungsdesigns bei der Implementierung von Fabric-Netzwerk-Topologien ebenso wichtig und wertvoll. Die Verkabelungswege und Räume bleiben gleich. Fabrics können sich über mehrere Hallen im Rechenzentrum erstrecken. Fabric-Elemente erfordern auch die Netzwerkunterstützung durch Out-of-Band-Management. Diese physischen Designanforderungen werden in einen Grundriss integriert. Ein typischer Grundriss ist nachfolgend dargestellt.

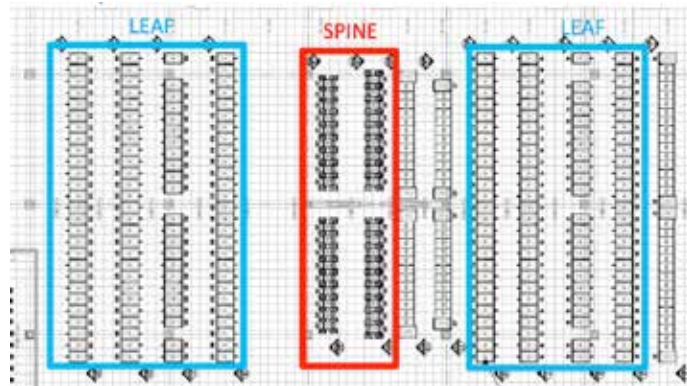


Abbildung 5: Planansicht von Leaf-Spine-Schrank-Layouts

Abbildung 6 zeigt eine typischen Rechenzentrums-Topologie¹ mit Kreuzverbindung am IDA: Die Spine-Switches sind im Hauptverteilungsbereich (MDA) dargestellt, die Leaf-Switches im horizontalen Verteilungsbereich (HDA).

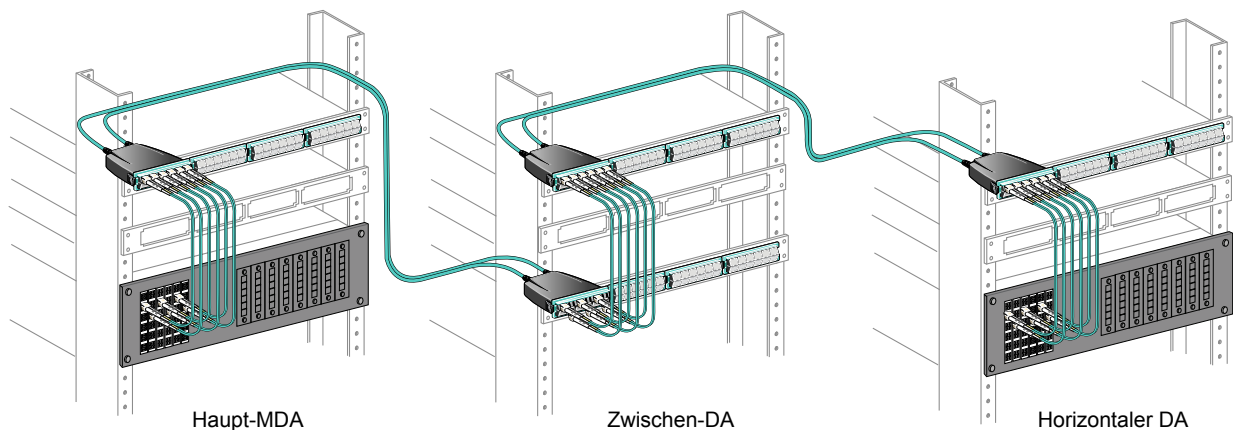


Abbildung 6: Leaf-Spine mit Kreuzverbindung InstaPATCH 360 im IDA

Der Entwurf des Fabric-Netzwerks mit Kreuzverbindung (Cross-Connect) bedeutet eine erhebliche Erhöhung der Flexibilität und Agilität. Außerdem vereinfacht sich der Kanal, der sonst sehr komplex sein kann. Die Verwendung von Kreuzverbindungen in Rechenzentren wurde durch den Standard CENELEC EN 50600-X verbindlich vorgeschrieben. Aufgrund der Fähigkeit zur Bereitstellung der Konnektivität n:n wird die Kreuzverbindungsarchitektur empfohlen.

¹Weitere Informationen zu Netzwerktopologien siehe BICSI Data Center Standard.

Kabeltrassen und Abstände zur Unterstützung von Fabric-Netzwerk-Architekturen im Rechenzentrum

Der Entwurf der physischen Netzwerkverbindungen richtet sich weitgehend nach der gesamten Netzwerktopologie und dem Netzwerkanbieter. Manche Hersteller bieten proprietäre Lichtleitertechnik mit Bevorzugung von wahlweise Singlemode oder Multimode-Medien. Andere bevorzugen größere chassis-basierte Switches und zonenbasierte horizontale Bereichsverkabelung. Unterschiede gibt es auch bei der Zukunftseinschätzung der Netzwerke der nächsten Generation. In vielen Fällen erfährt das Verkabelungsplanungsteam als Letztes, welche bestimmte Netzwerkhardware am Tag eins unterstützt werden muss. Das ideale Toolset unterstützt die unterschiedlichen Optionen, die auftreten könnten, und erleichtert die Evaluierung zukünftiger Netzwerkoptionen – durch Unterstützung neuer Initiativen und gleichzeitige Vermeidung der Bindung an einen bestimmten Hersteller.

Das in Abbildung 6 gezeigte vorterminierte Verkabelungssystem InstaPATCH 360 eignet sich ideal zur Bereitstellung einer hochleistungsfähigen, durch den Hersteller vorgefertigten strukturierten Verkabelungsplattform, die das breite Spektrum der von Fabric-Netzwerken zu unterstützenden Glasfaseranwendungen einfach bewältigen kann. Die Hauptverbindungskabel, Verteilungsmodule und Patchkabel von InstaPATCH 360 sind so konfiguriert, dass sie die Trunk-, Switch- und Computerumgebungsanforderungen vom ersten Tag an unterstützen. Sie stellen ferner einen Migrationspfad zur Unterstützung späterer Anforderungen bereit.

Im Beispiel des Fabric-Netzwerks sind wir darauf eingegangen, wie die Leaf-Spine-Konnektivität in der nachfolgenden Abbildung aussehen könnte – als parallele Multimode-Glasfaser-Hauptleitung. Dieses Design verwendet preisgünstige Multimode-Lichtleitertechnik, erhält die Abwärtskompatibilität mit vorherigen Netzwerktechnologien und kann in Zukunft einen Aufrüstpfad auf 100G Kapazität bereitstellen, sofern das Verbindungsdesign dafür geeignet ist.



Abbildung 7: Leaf-Spine mit paralleler Glasfaser-Hauptleitung und Zwischen-DA

Fabric-Topologie-Design – Switch-Port-Dichte

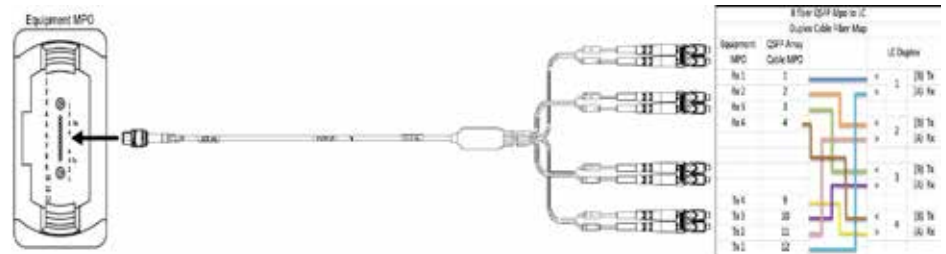


Abbildung 8: QSFP-Montage an LC

Mehrere 10G-Ports lassen sich zusammenfassen, um Verbindungen mit höherer Kapazität zu unterstützen. Die IEEE-Standards sehen eine Gruppe von vier zusammengefassten 10G-Ports vor, die in einem einzigen MPO-Stecker mit 12 Fasern gemeinsam eine 40G-Verbindung bilden. Dieser QSFP-Standard dient nicht nur zum Aufbau von Verbindungen mit höherer Kapazität (40G). Er wird auch häufig zur Anbindung eines einzelnen Ports auf einem Leaf-Switch an vier Server verwendet – was die Trunk-Dichte und die Panel-Kapazität des Leaf-Switch erhöht. Die Zusammenfassung von vier LC-Ports in einem QSFP ergibt ungefähr eine um 4:1 erhöhte Panel-Dichte auf einem Leaf-Switch im Vergleich zur Verwendung separater serieller Ports, die für SFP+-Schnittstellen ausaeleat sind.

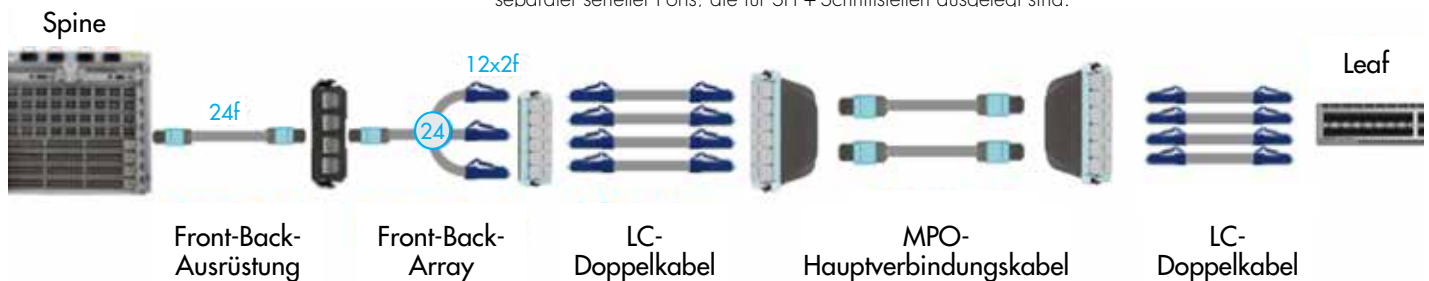


Abbildung 9: Server-an-Leaf-Verbindung mit InstaPATCH 360

Gerätehersteller verwenden MPO-Stecker zur Bereitstellung höherer Glasfaserdichte. So bieten einige Hersteller beispielsweise 12 Ports mit je 10 Gbit/s in einem 24-Faser-MPO-Stecker an. Diese lassen sich in Dreiergruppen (mit jeweils 40G) zusammenfassen oder auch in 12 Ports mit je 10G für Geräteverbindungen aufteilen. Die Gruppierung von Fasern zu Verbindungssystemen höherer Dichte spart Panel-Platz auf Netzwerkgeräten und ermöglicht die komfortable Verwaltung über parallele Glasfaser-Trunk-Anordnungen.

Fabric-Topologie-Design – Reichweite

Rechenzentren sind oft großräumig und enthalten eine große Anzahl von Computer- und Massenspeichergeräten. Die beste Praktik für die Verkabelungs- und Raumplanung von Netzwerken wird in mehreren Standards für Rechenzentren beschrieben. Zu den Beispielen zählen ANSI/TIA-942-B, ISO/IEC 11801-5 sowie CENELEC EN50173-5 und EN50600-X.

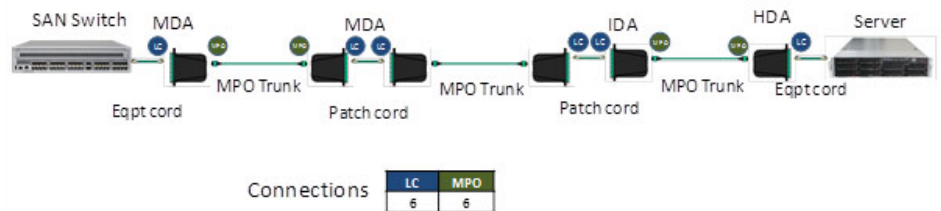
Strukturierte Verkabelungsdesigns ermöglichen nicht nur die Skalierung, sondern verbessern auch die Wiederherstellungszeit (MTTR) und die Gesamtverfügbarkeit. Es ist daher sehr erwünscht, diese Verkabelungsstruktur auch mit Fabric-Netzwerk-Topologien beizubehalten. Leaf-Spine-Verbindungen müssen ferner auch die richtigen Kommunikationswege in benannten Kommunikationsräumen verwenden – genau wie die früheren Netzwerktopologien.

Die Bereitstellung von Verbindungen mit hoher Kapazität zu günstigen Kosten ist ein wichtiges Element bei der Planung von Fabric-Netzwerken. Optische Multimode-Geräte sind gewöhnlich preiswerter als vergleichbare optische Singlemode-Geräte – insbesondere bei zunehmenden Netzwerkgeschwindigkeiten. Derzeit steht Netzwerkplanern eine breit gefächerte Auswahl zur Verfügung: Es handelt sich sowohl um standardbasierte als auch proprietäre Lösungen, die unterschiedliche Kombination von Kapazität, Kosten und betrieblichen Risiken/Vorteilen bieten. Neue Data-Link-Schnittstellen werden entwickelt, die noch mehr Auswahl für Verbindungsdesigns bieten werden. Die Verkabelungstechnologie muss die kurzfristige Netzwerkkapazität ermöglichen und den Weg für Fabric-Designs mit mehr Größe und Kapazität ebnen.

Die Entwicklung der Netzwerkverbindungen ist daher eine wichtige Überlegung in der Planung von Fabric-Netzwerken. Patching-Zonen können in allen Verteilungsbereichen sinnvoll sein, wie in der untenstehenden Konfiguration gezeigt. Die Unterstützung für vernetzte Anwendungen variiert. Grundsätzlich gilt aber: Je höher die Geschwindigkeit, desto kürzer ist die von der strukturierten Kabelverbindung unterstützbare Entfernung. Die Erhöhung der Anzahl von Patches dämpft auch das Signal auf der Verbindung und reduziert daher die nutzbare Verbindungsentfernung. Die Hersteller von Netzwerkhardware geben oftmals Anwendungsspezifikationen in Bezug auf die maximal unterstützte Punkt-zu-Punkt-Entfernung vor. Bei der Betrachtung der tatsächlichen strukturierten Verkabelungsdesigns muss unbedingt klar sein, welche Beziehung diese Spezifikationen haben.

Angenommen, wir planen die Implementierung neuer Rechenzentrumsdienste für die in Abbildung 10 gezeigten Topologien. Die vom ersten Tag an zu unterstützenden Anwendungen sind Ethernet mit 10 Gbit/s und Fibre Channel (FC) mit 8G. Das Rechenzentrum wurde in handhabbare Datenhallen aufgegliedert. Wird es Probleme bei der Unterstützung der von Ihrem Entwurf verlangten Verbindungslängen geben?

Szenario 1 – Server zu SAN – 8G FC über OM4-Glasfaser



Szenario 2 – Server zu Netzwerk: 10 GbE über OM4-Glasfaser

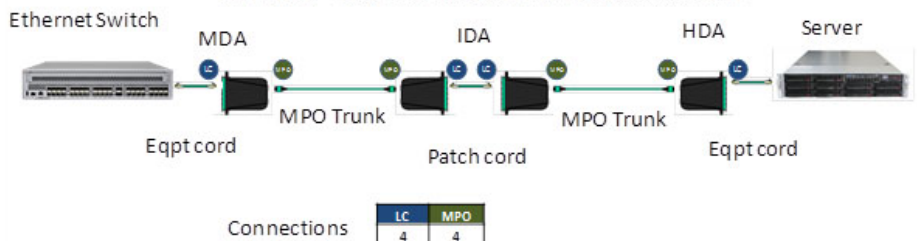


Abbildung 10: Beispiel von Rechenzentrumstopologien

Ein Teil der Planungsabsicht verlangt, dass die die Netzwerkinfrastruktur zur Ermöglichung künftiger Kapazitätserweiterungen in der Lage sein muss, mindestens die nächsthöheren Datenübertragungsraten zu unterstützen. Die Hersteller bieten mehrere Auswahlmöglichkeiten: einige konzentrieren sich auf Singlemode oder Multimode, andere auf standardbasierend Produkte und wieder andere favorisieren proprietäre Lösungen. Welche der potenziellen zukünftigen Netzwerkanwendungen wird Ihre heutige Planung in Zukunft unterstützen?

Der Prozess zur Ermittlung der besten Lösung beginnt mit dem Verständnis der in Erwägung stehenden Designoptionen. Wird die vorgeschlagene Topologie zuverlässig mit der ins Auge gefassten Netzwerkausrüstung funktionieren? Wenn Optionen verfügbar sind, welche Strategie erscheint am preiswertesten und zuverlässigsten? Zur Beantwortung dieser Fragen betrachten wir zunächst die Branchenstandards, in denen die Auswahlmöglichkeiten für unsere Ethernet-Datenverbindung detailliert festgelegt sind. Die Tabelle enthält nicht nur die bereits verabschiedeten Standards, sondern auch die im Task-Force-Stadium befindlichen. Es gibt weitere Anwendungen (einschließlich 50G und 200G), die sich derzeit in der Arbeitsgruppenphase von IEEE 802.3 befinden.

Anwendung	Standard	IEEE-Referenz	Gleiches Medium:	Geschwindigkeit	Zielentfernung
10-Gigabit-Ethernet	10GBASE-SR	802.3ae	MMF	10 Gbit/s	33 m (OM1) bis 550 m (OM4)
	10GBASE-LR		SMF		10 km
	10GBASE-LX4		MMF		300 m
	10GBASE-ER	SMF	40 km		
	10GBASE-LRM	802.3aq	MMF		220 m (OM1/OM2) bis 300 m (OM3)
25-Gigabit-Ethernet	25GBASE-SR	P802.3by	MMF	25 Gbit/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
40-Gigabit-Ethernet	40GBASE-SR4	802.3bm	MMF	40 Gbit/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	40GBASE-LR4		SMF		10 km
	40GBASE-FR		SMF		2 km
	40GBASE-ER4		SMF		40 km
100-Gigabit-Ethernet	100GBASE-SR10	802.3bm	MMF	100 Gbit/s	100 m (OM3) 150 m (OM4)
	100GBASE-LR4		SMF		10 km
	100GBASE-SR4		SMF		70 m (OM3) 100 m (OM4)
	100GBASE-ER4		SMF		40 km
400-Gigabit-Ethernet	400GBASE-SR16	P802.3bs	MMF	400 Gbit/s	70 m (OM3) 100 m (OM4)
	400GBASE-DR4		SMF		500 m
	400GBASE-FR8		SMF		2 km
	400GBASE-LR8		SMF		10 km

Abbildung 11: Standards für Ethernet-Glasfaseranwendungen (noch in der Entwicklung befindliche Standards sind rot dargestellt)

Branchenstandards geben Designregeln vor, anhand derer wir ermitteln können, ob unsere Rechenzentrums-Topologie die Anforderungen des Anwendungsdesigns zuverlässig unterstützen werden. Unter Rückblick auf die Anforderungen der Rechenzentrumsplanung können wir jede Verbindungstopologie bewerten, um die maximalen Verbindungslängen und die maximalen Signalverluste zu ermitteln. Wie groß ist der Verlust der gesamten Konnektivität in der Verbindung? Wie ist das Verhältnis zwischen Länge und Verlust im Vergleich zu den vom betreffenden Anwendungsstandard gesetzten Beschränkungen? Der jeweilige Vergleich mit den Standards liefert die Entscheidung für oder gegen Ihr Design.

Die Bestimmung der Verluste für die Systemverbindungen erfordert ein Verständnis der eingesetzten Komponenten. Diese Merkmale können je nach Hersteller und sogar innerhalb einer Produktionscharge variieren. Wir sind offensichtlich am Worst-Case-Wert für die Einfügungsdämpfung interessiert, um sicherzustellen, dass wir die von der Netzwerkausrüstung zugelassenen Toleranzen nicht überschreiten. Glasfasermedien mit hoher Bandbreite können weitaus längere Verbindungen unterstützen, während Glasfasern geringerer Qualität nur über kürzere Entfernungen zuverlässig funktionieren werden. Wenn Sie Ihre Planung auf Standards und die vom Komponentenhersteller angegebenen Leistungsdaten stützen, liegen alle diese Verbindungsberechnungen in Ihrer Verantwortung als Systemdesigner.

Die Anforderungen für das Tag-2-Design verlangen als Mindestanforderung, dass die nächsthöhere Netzwerkgeschwindigkeit auf der Basis der anfänglichen Design-Topologie ebenfalls unterstützt werden kann. Es gilt, eine Anzahl von Kombinationen zu berücksichtigen.

Wir betrachten den maximalen (nicht den durchschnittlichen oder typischen) Verlust, den ein beliebiges Verkabelungselement zu unserem Verbindungsentwurf beitragen wird. Die Bandbreite der Glasfasermedien muss berücksichtigt werden – so hat OM3 beispielsweise geringere Bandbreite als OM4. Wir können die Möglichkeit paralleler Multifaser-Verbindungen in Zukunft berücksichtigen. Schließlich können wir auch die Auswirkung der Skalierung und Größe des Rechenzentrums berücksichtigen: In welcher Form begrenzt die Länge der erforderlichen Verbindungen die Auswahlmöglichkeiten, die wir für Netzwerkgeschwindigkeiten der nächsten Generation haben?

Die Durchführung der Analyse der zwei oben skizzierten Szenarien mit Standardkomponenten erfordert die Worst-Case-Werte der Einfügungsdämpfung für alle Komponenten im Kanal. In diesem Beispiel weisen die LC/MPO-Module eine Einfügungsdämpfung von 0,50 dB auf, und die Glasfaser-Hauptverbindungskabel ist für eine Einfügungsdämpfung von 3,5 dB/km spezifiziert. Für die Duplex-Glasfaser-Patchkabel wird eine Länge von wenigen Metern angenommen, sodass sie nicht wesentlich zur Einfügungsdämpfung insgesamt beitragen.

Aus den genannten Werten ergibt sich eine Gesamt-Einfügungsdämpfung von 3,34 dB. Sie liegt über dem für 8G Fibre Channel maximal zulässigen Dämpfungswert von 2,19 dB. Bei einem solchen Entwurf würde die Verbindung wahrscheinlich fehlschlagen oder übermäßig viele Bittfehler aufweisen.

Szenario 1 – Server zu SAN – 8G FC über OM4-Glasfaser

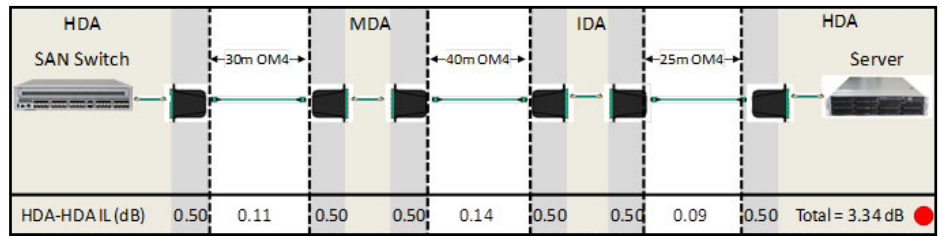


Abbildung 12: Verlust-Budget-Berechnungen für Server-zu-SAN-Verbindung über OM4-Glasfaser

Eine ähnliche Analyse erfolgt für das zweite Szenario, den Entwurf einer Server-zu-Netzwerk-Verbindung mit 10G Ethernet über eine Länge von 130 Metern OM4-Glasfaser. In diesem Szenario liegt das Gesamtverlustbudget bei 2,39 dB, was unter dem Verlustgrenzwert für diese Anwendung über OM4-Glasfaser liegt. Aufgrund dieser Analyse dürfte die Verbindung ordnungsgemäß funktionieren.

Ein häufiger Fall im Rechenzentrumsbetrieb ist die Erweiterung um zusätzliche Verbindungen, wenn das Netzwerk wächst und neue Datenhallen online gehen. In diesem Beispiel wurde eine weitere Verbindung im IDA hinzugefügt, durch die sich die Gesamtkanallänge um 150 Meter erhöht und zwei weitere LC/MPO-Module hinzukommen. Wie weiter unten gezeigt liegt die neue Gesamt-Einfügungsdämpfung nun bei 3,53 dB und überschreitet damit den maximal zulässigen Wert. Bei einem solchen Entwurf würde die Verbindung wahrscheinlich entweder nicht funktionieren oder aber übermäßig viele Bitfehler aufweisen.

Szenario 2 – Server zu Netzwerk: 10 GbE über OM4-Glasfaser

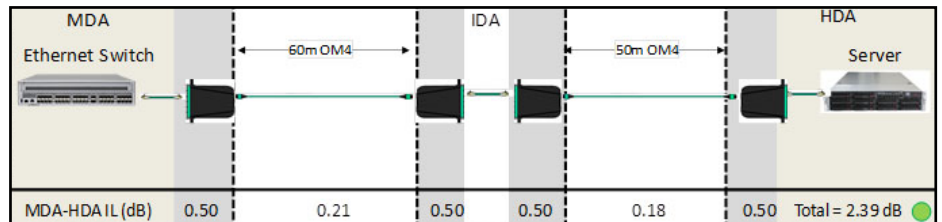


Abbildung 13: Verlust-Budget-Berechnungen für Server-zu-Netzwerk-Verbindung über OM4-Glasfaser

Szenario 2a:- Server-zu-Netzwerk – zusätzliche Spannweite

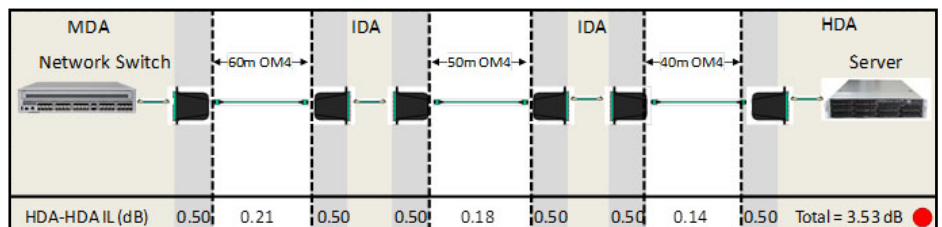


Abbildung 14: Verlust-Budget-Berechnungen für Server-zu-Netzwerk-Verbindung über OM4-Glasfaser – zusätzliche Verbindungen hinzugefügt

Betrachten wir die Möglichkeit der Aufrüstung dieser Verbindung von 10 GbE auf 40 GbE durch die Verwendung von 40GBASE-SR4-Lichtleitertechnologie, ergibt sich die unten dargestellte Berechnung der Einfügungsdämpfung. Hinweis: Die Gesamt-Einfügungsdämpfung wurde bei der Aufrüstung von 10 GbE seriell auf 40 GbE mit paralleler Lichtleitertechnik reduziert, und zwar auf der Basis der Ersetzung der LC/MPO-Module durch einfache MPO-Adapterpanel. Trotz der geringeren Einfügungsdämpfung hat die Verbindung jedoch das Gesamtverlustbudget von 1,5 dB für 40GBASE-SR4 für Anwendungen an OM4-Glasfaser überschritten. Bei einer Aufrüstung auf 40 GbE würde die Verbindung als solche wahrscheinlich fehlschlagen oder Fehler erzeugen.

Szenario 2b – Server-zu-Netzwerk – Upgrade auf 40G über OM4-Glasfaser

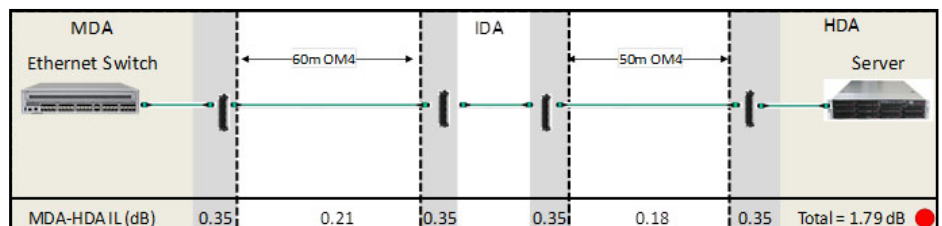


Abbildung 15: Verlust-Budget-Berechnungen für Server-zu-Netzwerk-Verbindung über OM4-Glasfaser – Upgrade auf 40G

Die vorstehenden Abbildungen zeigen die grundlegenden Berechnungen zur Berücksichtigung des Verlustes von Steckverbindern, Verkabelung und der Spezifikationsgrenzen. Unser tatsächliches Rechenzentrumsdesign beinhaltet verschiedene Patching-Anforderungen. Deshalb müssen die Summen der Verbindungen und der Kabellängen für die unterschiedlichen Verbindungskombinationen berücksichtigt werden, die wir unterstützen müssen.

Zur Beantwortung dieser Frage können wir einen vereinfachten Ansatz anwenden. Das Addieren der Gesamtverluste und Vergleichen der Ergebnisse mit den Anforderungen der Standards ergibt eine Entscheidung für oder gegen. Durch Wiederholung dieses Prozesses für jede Verbindungstopologie und Anwendungsart erhalten wir ein Gesamtverständnis für das gesamte Rechenzentrum. Dieser Prozess ist zeitaufwendig. So könnte sich beispielsweise der Wechsel von Herstellern in einem geänderten Maximalverlust der einzelnen Komponenten niederschlagen. Andere Hersteller geben keine Maximalwerte an – sondern nur typische Verlustwerte, die für diese Übung nicht nützlich sind.



Duplex-Multimode-Glasfaser mit LC-Steckern an beiden Enden

Abbildung 16: Bidirektionale Übertragung

Es gibt andere herstellereigene proprietäre Technologien, die bestimmte Verbindungsgrenzwerte aufweisen, jedoch nicht durch Branchenstandards festgelegt sind. Das Cisco BiDi-Schema QSFP-40G-SR-BD (oben abgebildet) ist ein Beispiel für ein neues Verbindungsdesign unter Verwendung zweier Wellenlängen auf jeder der beiden Glasfasern für eine Gesamtkapazität von 40 Gbit/s. In diesem Fall gibt es keine standardisierten Grenzwerte zum Vergleich der Verbindungsdesigns. Das Verbindungsdesign richtet sich nach den Herstellerangaben und unterliegt den Designinformationen, die diese für verschiedene Verkabelungstopologien angeben.

Angesichts der Volatilität im Netzwerkdesign und der Unzahl der dafür zur Auswahl stehenden Medienarten, gibt es viele Optionen. Der Entwurf von Fabrics auf der Basis von Verbindungskriterien ist keine einfache Aufgabe. Fabric-Netzwerke besitzen zwar eine inhärente Fehlertoleranz, die physischen Verbindungen sollten jedoch keine Risikostelle einführen. Die Wahl zum Kauf von standardbasierenden Komponenten verlangt vom Endbenutzer die Evaluierung des gesamten Verbindungsdesigns und die anschließende Entscheidung über ihre Eignung für den Zweck. Es gibt keine Herstellergarantien, dass das Design des Endbenutzers anforderungsgemäß funktionieren wird. Diese Hersteller zertifizieren lediglich die Leistung der Komponenten – nicht der gesamten Verbindungsfunktion.

Fabric-Topologie-Design – Anwendungsunterstützung

Die vorherigen Elemente von Kapazität, Verkabelungstopologie, Dichte, Reichweite und Netzwerkhardware-Anforderungen ergeben insgesamt die Unterstützung für ein bestimmtes Verbindungsdesign oder eine bestimmte Netzwerkanwendung. Sich Optionen offenzuhalten bedeutet die Erwägung der Permutationen und Kombinationen, die für Ihr Rechenzentrum sinnvoll sind. Wird eine proprietäre Lösung Ihre Optionen für die Zukunft einengen?

CommScope hat die InstaPATCH 360-Lösung entwickelt, um eine modulare Plug-and-Play-Lösung bereitzustellen, die alle Kombinationen von Glasfasertypen, Kanalzahlen und Topologie-Strategien unterstützt, die Fabric-Netzwerke unterstützen. Um dies weiter zu unterstreichen, bietet CommScope Support für das Anwendungsdesign. Sie können festlegen, wie jede Netzwerkanwendung unterstützt werden soll – standardbasiert oder nicht – und dies auf die modulare Topologie abstimmen, die Ihr Rechenzentrum benötigt. Sie können Netzwerkkomponenten schnell und einfach kombinieren, aufeinander abstimmen und ihr Preis-Leistungs-Verhältnis vergleichen. Reduzieren Sie Planungsfehler und planen Sie zukünftige Kapazitätsreserven anhand des CommScope Application Assurance Guide ein. CommScope bietet unterstützte Entfernung für die Verbindung auf der Basis von Glasfaserart, Anzahl der Steckverbinder und Anwendung.

Die untenstehenden Diagramme illustrieren die garantierte entwickelte Verbindungsunterstützung für einige gängige Fabric-Verbindungsoptionen, einschließlich der in den obigen Szenarien 1, 2 und 2a skizzierten Anwendungen. Anhand des nachfolgenden Diagramms würde das Szenario 1 (8G Fibre Channel über 95 Meter lazrSPEED® 550 [OM4]-Glasfaser, mit sechs MPO-I und sechs LC-Steckern) vollständig unterstützt. Diese Topologie könnte wie gezeigt für bis zu 150 Meter unterstützt werden.

8 Gigabit Fibre Channel, 850 nm seriell „begrenzender Empfänger“ (FC-PI-4 800-MX-SN)

Unterstützbare Entfernung ft (m)

LazrSPEED 550 mit LC-Steckern

Anzahl LC-Verbindungen mit:	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
0	790 (240)	740 (225)	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)
1	740 (225)	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)
2	740 (225)	740 (225)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)
3	740 (225)	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)
4	690 (210)	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)	540 (165)
5	690 (210)	640 (195)	640 (195)	590 (180)	590 (180)	540 (165)
6	690 (210)	640 (195)	590 (180)	590 (180)	540 (165)	490 (150)

Abbildung 17: Anwendungsleistung von 8G Fibre Channel über LazrSPEED 550

40GBASE-SR4 verwendet MPO-Stecker. Standardbasierte Transceiver und zugehörige Maximalreichweite mit einer gegebenen Verkabelungstopologie können direkt aus der Tabelle abgelesen werden. Eine Verbindung mit sechs MPO-Verbindungen kann mit einer maximalen Länge von 140 Metern LazrSPEED 550 OM4-Hauptverbindungskabel konfiguriert werden. Im Vergleich dazu ergibt die 100GBASE-SR4-Tabelle eine maximale Verbindungslänge von 115 Metern. Die Anfangsauslegung auf eine maximale Reichweite von 115 Metern würde einen Upgrade-Pfad auf 100G unter Verwendung derselben Verkabelungsinfrastruktur zulassen.

40 Gigabit Ethernet, 850 nm parallel (40GBASE-SR4)

Unterstützbare Entfernung ft (m)

LazrSPEED 550

Anzahl MPO-Verbindungen	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	570 (175)	560 (170)	540 (165)	510 (155)	490 (150)	460 (140)

LazrSPEED 300

Anzahl MPO-Verbindungen	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	460 (140)	440 (135)	430 (130)	410 (125)	390 (120)	380 (115)

Abbildung 18: Anwendungsleistung – 40GBASE-SR4 über LazrSPEED-Glasfaser

100 Gigabit Ethernet, 850 nm 4-spurig parallel (100GBASE-SR4)

Unterstützbare Entfernung ft (m)

LazrSPEED 550 WideBand und LAZRSPEED 550

Anzahl MPO-Verbindungen	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	390 (120)	390 (120)	370 (114)	370 (114)	350 (108)	350 (108)

LazrSPEED 300

Anzahl MPO-Verbindungen	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	280 (85)	280 (85)	280 (85)	260 (80)	260 (80)	250 (75)

Abbildung 19: Anwendungsleistung – 100GBASE-SR4 über LazrSPEED-Glasfaser

Die Anwendungszusicherung von CommScope erstreckt sich auch auf nicht standardmäßige herstellerspezifische Vernetzungsoptionen. Die untenstehende Tabelle zeigen die ausgelegte Verbindungsunterstützung für die Cisco BiDi 40G-Technologie. Ferner sind auch CSR4-Optionen für vergrößerte Reichweite dargestellt. Ein Vergleich der beiden Optionen bietet dem Planer die maximale Reichweite für diese Alternativen über LazrSPEED 550 OM4-Glasfaser (150 Meter für Cisco BiDi ggü. 420 Meter 40GBASE-SR4).

40 Gigabit Ethernet, Cisco "BiDi" (QSFP-40G-SR-BD)

Unterstützbare Entfernung ft (m)

LazrSPEED 550 WideBand und LazrSPEED 550 mit LC-Verbindungen

Anzahl LC-Verbindungen mit:	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
0	490 (150)	490 (150)	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)
1	490 (150)	490 (150)	490 (150)	480 (145)	460 (140)	460 (140)
2	490 (150)	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)	440 (135)
3	490 (150)	480 (145)	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)
4	490 (150)	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)	430 (130)
5	480 (145)	460 (140)	460 (140)	440 (135)	440 (135)	430 (130)
6	480 (145)	460 (140)	440 (135)	440 (135)	430 (130)	410 (125)

40 Gigabit Ethernet, 850 nm parallel, erhöhte Reichweite für Cisco (QSFP-40G-CSR4-TRANSCEIVER)

Unterstützbare Entfernung ft (m)

LazrSPEED 550

Anzahl MPO-Verbindungen*	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	1380 (420)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)	1310 (400)

LazrSPEED 300

Anzahl MPO-Verbindungen*	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)	980 (300)

LazrSPEED 150

Anzahl MPO-Verbindungen*	1 MPO	2 MPOs	3 MPOs	4 MPOs	5 MPOs	6 MPOs
Entfernung ft (m)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)	490 (150)

*Anzahl der Verbindungen ohne die Verbindung zum aktiven Gerät an jedem Ende des Kanals

Abbildung 20: Anwendungsleistung – Cisco-Anwendungen

Eine Prüfung aller vier Szenarien führt zu einer Gegenüberstellung der Unterstützung und Garantie für die Anwendung mit der standard-, komponentenbasierten Methode anhand manueller Analyse und der von CommScope garantierten Anwendungsleistung. Im Falle der komponentenbasierten Designs hätte nur eines der vier Szenarien die Designanforderungen und Verlustbudgets erfüllt. Mit dem CommScope InstaPATCH 360-System ließen sich alle vier Designszenarien erfüllen.

Szenario	Anwendung	Gesamtlänge	LC	MPO	Unterstützt mit Standardkomponenten	CommScope-Unterstützung
1	8G Fibre Channel	95 m	6	6	Nein	Ja
2	10GbE	110 m	4	4	Ja	Ja
2a	10GbE	150 m	6	6	Nein	Ja
2b	40GbE	110 m	0	4	Nein	Ja

Abbildung 21: Szenarienvergleich

Fabric-Verbindungen – Ethernet-Optionen

Verkabelungsoptionen Singlemode, Multimode, parallel oder duplex – die richtige Wahl für Ihr Rechenzentrum richtet sich nach dessen Größe, Wachstumsgeschwindigkeit der von ihm unterstützten Dienste, Hardwarebudgets, Herstellertechnologien und anderen Faktoren. Der Entwurf der Netzwerkverkabelung muss sich in die Architektur, Topologie und Roadmap des Netzwerks integrieren.

Überlegen Sie die beiden Alternativen für 40G Ethernet-Verbindungen (oben):

- 40GBASE-SR4, vier Spuren von 10G über acht Fasern
- Proprietäres BiDi-Duplex-Glasfaserdesign mit Multiplexing von zwei 20G-Spuren auf dem einzelnen Glasfaserpaar

Die von diesen Lösungen angebotene Reichweite ist sehr unterschiedlich, wie der Vergleich der Tabelle der Anwendungslösungen für jeden Fall zeigt. CSR4 ermöglicht eine Reichweite bis zu 420 Metern auf LazrSPEED 550 OM4-Glasfaser – gegenüber 150 Metern für BiDi. Die in den Anwendungstabellen angegebenen Entfernungen und Topologien basieren auf der Verwendung der vorterminierten CommScope InstaPATCH 360-Glasfaserlösung. Dieses Beispiel ermöglicht dem Designer den Vergleich und den Entwurf von Verbindungen mit zwei nicht standardmäßigen Transceivern sowie den gleichzeitigen Vergleich von Reichweite und Topologie-Fähigkeiten gegenüber standardbasierten Transceivern.

Das InstaPATCH 360-System unterstützt den standardbasierten Transceiver 40GSR4 durch sechs Verbindungen über 140 Meter Glasfaser im Vergleich zu der standardbasierten Anforderung von 125 Metern – und bietet damit eine wesentlich größere Reichweite und Topologie-Flexibilität für Fabric-Designs. Mit Blick auf die zukünftige Umstellung auf 100GSR4 werden 108 Meter mit sechs Verbindungen unterstützt.

Fabric-Verbindungen – nächste Schritte

Wir haben bereits über den Vorteil von Fabric-Verbindungen mit hoher Kapazität (40G und mehr) gesprochen, mit der sich mehr Server und Speichergeräte eine höhere Gesamt-Netzwerkcapazität teilen können. Obwohl derzeit Fabric-Verbindungen mit 40G für viele Fabric-Designs kostengünstig und effizient sind, dürfte es nur eine Frage der Zeit sein, bis die Port-Zugriffsgeschwindigkeit für Server auf 25G oder vielleicht auch 50G steigt. In den kommenden Jahren werden Fabric-Verbindungen, natürlich, auf 100G oder vielleicht 400G steigen müssen.

Für die Zukunft gibt es eine Reihe von Auswahlmöglichkeiten für schnellere Verbindungen. Manche Hersteller empfehlen Singlemode-Optiklösungen. Andere favorisieren Multimode-Optik. Für jede Medienauswahl gibt es potenzielle Optionen für Duplex- und parallele Kanäle. Die relativen Kosten dieser Optionen entwickeln sich weiterhin schnell. Manche grundlegenden Beziehungen gelten nach wie vor – Multimode-Optiksysteme bieten weiterhin niedrigere Investitionskosten und vielleicht geringeren Wartungs- und Betriebsaufwand im Vergleich zu Singlemode-Optiklösungen.

Fabric-Verbindungen – neue Medienoptionen

Multimode-Glasfaser OM3 und OM4 unterstützt 40G-Verbindungen mit Reichweiten- und Topologie-Flexibilität, die den Anforderungen der Mehrzahl der Rechenzentren entspricht, mit Ausnahme der sehr großen „Warehouse-Scale“-Rechenzentren. Mit Blick voraus auf 100G und mehr beinhaltet eine der aussichtsreicheren Methoden zur Erhöhung der Netzwerkcapazität das Hinzufügen von mehr Kommunikationskanälen zu jedem Duplexpaar von Multimode-Fasern. Während die Wavelength Division Multiplexing (WDM) eine Technologie ist, die für Singlemode-Lichtleitertechnik verfügbar ist (zu hohen Kosten), werden neue Transceiver mit Shortwave WDM (SWDM) vier Kanäle pro Faserpaar kombinieren und damit die Kapazität gegenüber Multimode-Faser vervierfachen. Diese kostengünstigere Alternative verbindet die einfachen Installations- und Betriebsoptionen von Multimode-Glasfaser mit einer Bandbreiten-Aufwärtsskalierung zur Unterstützung des Wachstums, das Fabric-Netzwerke in Zukunft benötigen.



Abbildung 22: Shortwave Division Multiplexing über WideBand MMF

Zur Unterstützung von SWDM hat CommScope – gemeinsam mit anderen Mitgliedern der SWDM Alliance – eine neues „Wideband-Multimode-Fiber-Medium“ (WBMMF) entwickelt. Diese Glasfaser ermöglicht die Erweiterung der verfügbaren Kapazität von Multimode-Medien und dadurch mehr Kommunikationskanäle pro Faser mit größerer Reichweite. WBMMF wird zur Bereitstellung höherer Datenraten von 100 Gbit/s und 400 Gbit/s eingesetzt, wobei gleichzeitig die Anzahl der zur Unterstützung dieser Fabric-Netzwerke hoher Kapazität erforderlichen Fasern reduziert wird.

Vergleich der Gesamtbandbreite

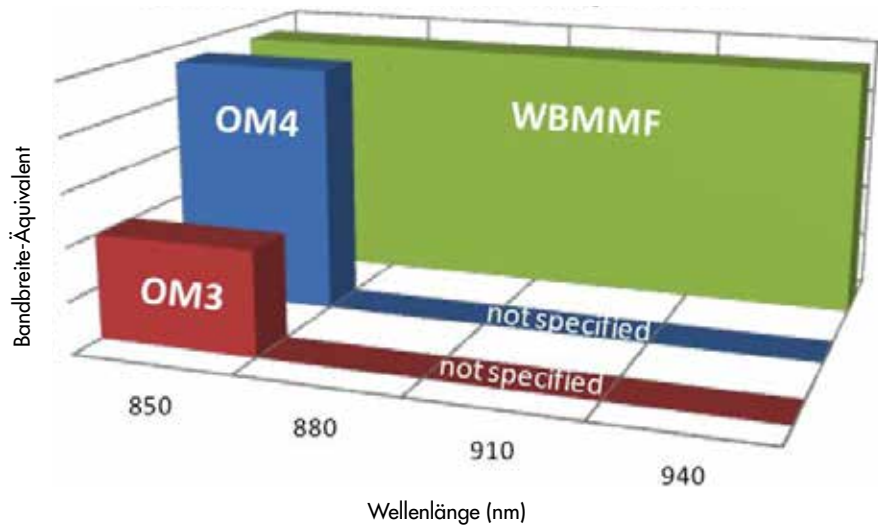


Abbildung 23: Vergleich der Gesamtbandbreite zwischen OM3, OM4 und WBMMF

WBMMF ist abwärtskompatibel mit den Faserarten OM3 und OM4. Die Standardisierung von WBMMF macht im TR-42-Ausschuss der Telecommunications Industry Association (TIA) schnelle Fortschritte, und die Veröffentlichung eines Standards wird 2016 erwartet. CommScope hat die LazrSPEED 550 Wideband-Verkabelungslösung über alle Komponenten der InstaPATCH-Plattform freigegeben – der Weg der nächsten Generation zu Netzwerken mit hoher Kapazität ist heute verfügbar.

Schlussfolgerungen

Als Antwort auf die Forderung nach niedrigeren Kosten und höheren Kapazitäten wenden Rechenzentren neue Netzwerksysteme auf Fabric-Basis an, um cloudbasierte Computer- und Speichersysteme zu unterstützen. Die Rechenzentrums-Verkabelungstopologien liefern eine steigende Dichte zur Unterstützung latenzarmer Kommunikation von n:n, wie sie gewöhnlich von verteilten Cloud-Anwendungen benötigt werden.

Der Entwurf von Verbindungen mit hoher Kapazität ist komplexer, weil die Anzahl der Netzwerkverbindungen mit zunehmenden Netzwerkgeschwindigkeiten steigen muss. Die Bereitstellung von größerer Rechenzentrumskapazität bedeutet die Ausreizung der vorhandenen Technologien von Medien und Kommunikationskanälen. Glasfasergeräte-Designs und WBMMF entwickeln sich ebenfalls weiter, um die nächste Generation von Kapazität und physischer Dichte bereitzustellen, die sich ideal für Fabric-Netzwerk-Architekturen eignet. Singlemode-Glasfaser bietet Unterstützung für größere Kanallängen.

Die von CommScope angebotenen Lösungen für Anwendungsdesign und entwickelte Verbindungslösungen gewährleisten zuverlässige Highspeed-Netzwerke, die auf die stringenten Anforderungen derzeitiger und zukünftiger Anforderungen an die Netzwerkkapazität ausgelegt sind. InstaPATCH 360-Systeme bieten eine größere Reichweite für Verbindungen mit hoher Kapazität, die Freiheit der Designtopologie zur Skalierung bis zu sehr umfangreichen, komplexen Umgebungen sowie eine garantierte Anwendungsleistung sowohl für standardbasierende als auch sich entwickelnde proprietäre Systeme.

Entwickelte Lösungen vereinfachen das Design, die Implementierung und die Verwaltung komplexer Fabric-Netzwerke. Vorterminierte Hochleistungssysteme unterstützen die nächste Generation von Netzwerkmedien sowie modularer Duplex- und Multifiber-Anwendungen bei gleichzeitiger Reduzierung des Zeit- und Kostenaufwands für die Implementierung.



www.commscope.com

Wenn Sie weitere Informationen benötigen, besuchen Sie unsere Website oder wenden Sie sich an Ihren lokalen CommScope-Vertreter.

© 2017 CommScope, Inc. Alle Rechte vorbehalten.

Alle mit ® oder ™ gekennzeichneten Marken sind eingetragene Marken bzw. Marken von CommScope, Inc. Dieses Dokument dient lediglich zu Planungszwecken und nicht zur Änderung oder Ergänzung von technischen Daten oder Gewährleistungen in Bezug auf Produkte oder Services von CommScope. CommScope ist gemäß ISO 9001, TL 9000 und ISO 14001 zertifiziert.

TP-110117.1-DE (01/17)