

Schwerpunkt: Verkabelung

Argumente für 400 GBit/s

Kapazität für extreme Bandbreiten

Heutige Bandbreitenanforderungen sind bisweilen extrem. Es lohnt sich in diesem Zusammenhang, die Frage zu klären, wie eine Kapazität von 400G pro Wellenlänge und Transponder/Muxponder-basierende steckbare Optiken der nächsten Generation einen Beitrag zur Lösung liefern können.

Schon vor der COVID-19-Pandemie wuchs der Datenverkehr exponentiell. Angetrieben war dies etwa durch die zunehmende Nutzung von Geräten und die steigenden Bandbreitenanforderungen von On-Demand-Inhalten, Cloud-Anwendungen und mehr. Diesen Trend hat die massive Lebensstiländerung, die aufgrund der COVID-bedingten Lockdowns weltweit stattfand, noch verstärkt. Fast über Nacht verwandelte sich jedes Zuhause in ein Büro, ein Klassenzimmer oder in einen Unterhaltungskomplex. Selbst wenn die Krise abklingt, gibt es keine Anzeichen dafür, dass die Datennachfrage auf ein niedrigeres Niveau zurückkehren wird. Netzwerke benötigen daher eine Technik, die diese Veränderungen sowohl heute als auch in Zukunft unterstützen kann. Die Umstellung auf 400G bedeutet nicht nur eine größere Kapazität, sondern auch eine Veränderung der Infrastrukturanforderungen, die die Netzwerkkonnektivität für die nächsten Generationen definieren wird. Es liegt auf der Hand, dass eine zuverlässige Datenkapazität ein Muss für jedes Unternehmen ist, das seine Wettbewerbsfähigkeit erhalten will.

Was ist 400G?

400G-Kapazität über eine einzelne Wellenlänge eignet sich für neue und expandierende Netzwerkinfrastrukturen und verleiht Glasfasernetzen die Fähigkeit, die im-

mer größere Belastung durch steigende Datenmengen zu bewältigen. Der 400G-Standard verdoppelt die heutige 200G-Kapazität und ist darauf ausgelegt, den aktuellen und künftigen Bandbreitenbedarf zu decken und die Kosten pro übertragenem Bit zu senken. Schätzungen sagen, dass der gesamte Datenverbrauch in Zukunft um mehr als 50 Prozent pro Jahr steigen wird, mit einer massiven Zunahme von Remote-Arbeiten und -Lernen sowie Streaming-Unterhaltung (die COVID-19-Pandemie erhöht diese Schätzungen noch weiter). In Hyperscale-Rechenzentren verdoppelt sich der Bedarf an Datenkapazität jedes Jahr. Angesichts der steigenden Popularität und des Datenbedarfs in fast allen Bereichen des Geschäfts- und Privatlebens, einschließlich der

IoT-Technik und der 5G-Netzwerkinfrastruktur, sind diese Annahmen wahrscheinlich sogar noch zu niedrig. In diesem globalen Umfeld wird 400G prosperieren und mit einer erhöhten spektralen Effizienz die Rechenzentren und Netzbetreiber in die Lage versetzen, vielfältige datenintensive Anwendungen unterstützen zu können.

Anfängliche Herausforderungen

Wie bei den meisten technischen Fortschritten, ob klein oder groß, gab es auch bei der 400G-Migration in den Anfangstagen Herausforderungen in Form von höheren Kosten, fehlender Standardisierung, erhöhten Energie- und Kühlungsanforderungen, mehr Platzbedarf im Rack und weniger Flexibilität. Obwohl sich einige große Unternehmen dafür entschieden auf den Zug der Early Adopter aufzuspringen, wartete der Großteil des Markts auf die Einführung einer standardisierten „steckbaren“ Technik.

Seit etwa einem Jahr sind die mit dem Upgrade auf 400G verbundenen Herausforderungen durch die Einführung einer neuen Generation von steckbaren optischen 400G-Modulen wie CFP2-DCO und QSFP-DD gelöst. Steckbare Optiken haben es Unternehmen jeder Größe ermöglicht, problemlos den Sprung zu 400G zu schaffen, indem sie ihnen die Flexibilität bieten, die Geschäftsanforderungen zu evaluieren und entsprechend zu planen.

Die Verwendung von steckbaren Modulen bietet Einfachheit und Zuverlässigkeit bei der Herausforderung, die Kapazität zu erhöhen und gleichzeitig den Wartungs- und

	CFP2/QSFPDD 400G Module*	Traditionelle Nicht-MSA 400G-Module
Leistungsaufnahme	<24 W	>65 W
Steckbar vom Frontpanel aus	Ja	Nein
Standard-Sockel	OFEC/CFEC-Interoperabilität	Proprietär
Mehrere MSA-Quellen	Ja	Nein

Bild 1. Vergleich der Module. * Modulfotos mit freundlicher Genehmigung von Finisar/II-VI.

Bild: PacketLight Networks

Schwerpunkt: Verkabelung

Supportbedarf sowie den Stromverbrauch zu reduzieren. Traditionelle Nicht-MSA-400G-Module waren die Grundlage für viele der anfänglichen Schwierigkeiten bei der 400G-Migration. Sie litten unter einem hohen Stromverbrauch und geringer Leistung und waren weder flexibel noch interoperabel.

Steckbare Module erhöhen die Kapazität, reduzieren den Stromverbrauch signifikant, vereinfachen Wartung und Support und ermöglichen eine echte „Pay as you grow“-Architektur mit bequemer Plug-and-Play-Funktionalität über das Frontpanel. Die auf Standards basierenden steckbaren Module bieten außerdem eine verbesserte Leistung und Flexibilität. Gleichzeitig sind auf diese Weise bestehende Kompatibilitäts- und Lock-in-Probleme verschwunden.

Diese Faktoren zeigen sich in den neuen CFP2- und QSFP-DD-400G-Modulen, die die Branche verändert haben. Zu den Vorteilen zählen weniger als 24 W Stromverbrauch (vs. mehr als 65 W zuvor), OFEC/CFEC-Interoperabilität (vs. proprietärer Standard), Steckbarkeit über das Frontpanel und mehrere MSA-Quellen.

Mit dem Aufkommen dieser steckbaren Module haben die Anbieter eine neue Generation von 400G-Transpondern und -Muxpondern eingeführt, die es großen und kleinen Unternehmen gleichermaßen ermöglichen, die Vorteile dieser Optiken zu nutzen und die Kosten für den Aufbau oder die Erweiterung ihres optischen Transportnetzes zu senken. Ein weiterer Aspekt: Die modularen, interoperablen Geräte maximieren den Wert vorhandener Infrastruktur und Konnektivität. Dank kostengünstiger Einführung und Erweiterung erlauben sie eine einfache und sofortige Wartung oder den Austausch einzelner Teile. Wenn ein Modul einen Fehler aufweist oder aufgerüstet werden muss, kann es einfach aus dem Steckplatz gezogen und ersetzt werden, ohne dass die gesamte Box auszutauschen oder vom Netz zu nehmen ist.

Dies ist nicht nur im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit wichtig, sondern hat auch enorme Auswirkungen auf die Gesamtleistung, die Vermeidung von Ausfallzeiten und Komplikationen für die Benutzer sowie letztlich auch auf die Kosten. Bei der Kapa-

zitätserweiterung eines Glasfasernetzes müssen Betreiber mehrere Punkte beachten. An erster Stelle steht die Notwendigkeit, Kosten zu sparen, was sich im Platzverbrauch, dem Stromverbrauch und der Migrationsgeschwindigkeit widerspiegelt. Für Rechenzentren, Dienstanbieter und andere Nutzer, die eine bessere Anpassungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit anstreben, ist jedoch die Frage der Flexibilität von größter Bedeutung. Dies gilt insbesondere für 400G, da die gesamte optische Netzwerkinfrastruktur, die 400G-Kapazitäten unterstützen soll, einen wesentlich kleineren Platzbedarf hat und einen erheblich reduzierten Stromverbrauch aufweisen muss.

Die Anbieter offerieren heute bereits Produkte, die diese Anforderungen erfüllen und über eine beeindruckend lange Liste an Funktionen verfügen. Dies sind unter anderem OTN-Transponder, Muxponder und andere Infrastrukturanforderungen (Erbium-dotierte Faserverstärker, Raman-Verstärker, Faserdiagnose, WSS ROADM, passive Lösungen etc.). Diese 400G-Produkte unterstützen eine flexible Vielfalt der neuesten 400G-Optiken, zum Beispiel High-Performance-CFP2-DCO-OpenROADM, QSFP-OpenZR+ und QSFP-ZR sowie verschiedene Standard-FEC-Modi wie C-FEC (nach OIF), O-FEC (nach OpenROADM-Standard) und SD-FEC für anspruchsvolle High-Performance-Verbindungen. Das in diesen Geräten verwendete CFP2-Steckmodul bietet außerdem Ultra-Long-Haul-Konnektivität für die 200G-Wellenlängen.

Vollständige Leistungsüberwachung und Sichtbarkeit der optischen Transportschicht (OTN) sowie Ethernet-, Fibre-Channel- und OTN-Service-Schnittstellen werden durch OTN-Muxponder und -Transponder möglich. Diese unterstützen 10/25/100/400 GBit/s Ethernet, 16/32 GBit/s Fibre Channel und OTU2/OTU4-Dienste und -Raten über eine einzelne 400G-Wellenlänge.

Nur wenige Anbieter sind in der Lage, 400G-Lösungen in einem IHE-Format zu liefern und damit auf die Bedenken hinsichtlich des Platzbedarfs einzugehen sowie mit sehr geringem Stromverbrauch zu punkten. In diesem Format sind die Betriebsarten Muxponder und Transponder auf 64 Kanäle in einer robusten, skalierbaren und redun-

danten Lösung mit geringer Latenz erweiterbar. Diese modulare und kosteneffiziente Lösung bietet mehr Leistung auf kleinerem Raum bei geringeren Kosten pro Bit, was das Verbindungsbudget optimiert und Standard-FEC-Modi (Forward Error Correction) für Interoperabilität unterstützt.

Die Systeme unterstützen bis zu vier steckbare optische 400G-DCO-Uplink-Module, die bis zu 1,6 TBit/s in einem 1U-Gehäuse liefern, mit integriertem 4:1-Mux/Demux, einem oder zwei EDFA-Modulen und OSW sowie Zugriff auf die gesamte optische Schicht.

Koby Reshef, CEO von PacketLight Networks, einem DWDM- und OTN-Anbieter für IHE-Geräte, erklärte dazu: „Der IHE-Formfaktor ist wichtig, da er auf Kosten- und Stromverbrauchsüberlegungen eingeht und eine robuste, skalierbare und redundante Lösung mit geringer Latenz bietet. Die modulare Lösung bietet hohe Leistung bei geringeren Kosten pro Bit, was das Verbindungsbudget optimiert und Standard-FEC-Modi für Interoperabilität unterstützt.“ Man unterstütze zudem Layer-1-Verschlüsselung auf Basis des GCM-AES-256-Standards und Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch sowie den Schutz vor Glasfaserunterbrechungen oder Geräteausfällen.

Ausblick

Da sich die 400G-Technik unter den Bedingungen eines beispiellosen Wachstums und einer noch nie dagewesenen Nachfrage entwickelt, steht sie unter großem Druck, alles für alle zu sein und die unterschiedlichen Herausforderungen zu bewältigen, denen sich verschiedene Organisationen gegenübersehen. Das 400G-Portfolio der Anbieter ist explizit darauf ausgelegt mit modularen Geräten, die mit Netzwerkinfrastrukturen von Drittanbietern interoperabel sind, eine breite Palette von Anwendungsfällen und Konfigurationen zu unterstützen.

Diese Anwendungsfälle belegen die Flexibilität der Lösung mit 400G-Metro- und Long-Haul-Netzanwendungen von bis zu 1.200 km sowie 200G-Long-Haul-Netzanwendungen von bis zu 2.500 km, DCI mit hoher Kapazität für Campus- und Cloud-Netzwerke, Last-Mile-Zugangs-CPE für 100GbE-Managed-Services und weitere

Schwerpunkt: Verkabelung

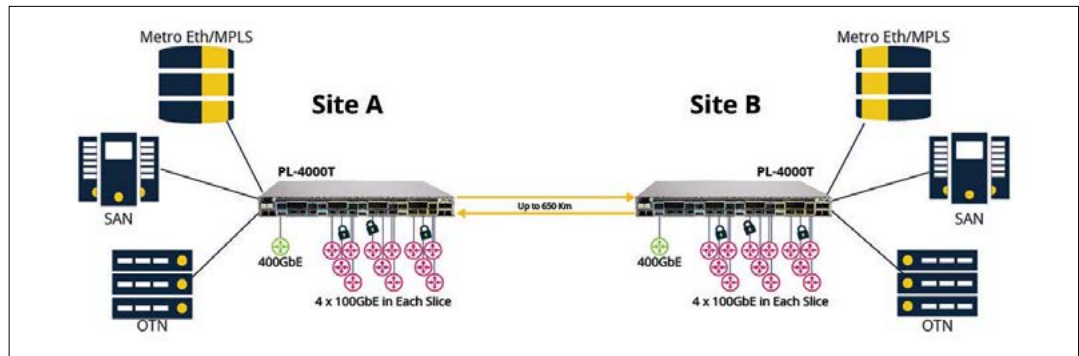


Bild 2. 400G-Transport mit hoher Kapazität über 650 km, skalierbar auf 1,6 TByte/s.

Bild: PacketLight Networks

Lösungen. Transponder und Muxponder der nächsten Generation, die auf steckbaren Optiken basieren, stellen sicher, dass künftige 400G-Kapazitätserweiterungen die Flexibilität, Modularität und Energiesparfunktionen beibehalten, an die sich Netzbetreiber im Lauf der Jahre gewöhnt haben. Diese

Technik verhindert auch die Bindung an einen bestimmten Anbieter und ermöglicht eine einfache Erweiterung der vorhandenen Netzwerkkapazität ohne Austausch der Hardware. Sie ermöglicht es Unternehmen sogar, bestehende Netze auf 400G aufzurüsten, anstatt wieder bei Null zu beginnen.

Dies hat immense Auswirkungen auf Kosten und Funktionalität, sowohl für aktuelle als auch für zukünftige Anwendungen.

Nino Shaptohvili/jos

Nino Shaptohvili ist VP of Sales bei PacketLight Networks.