

40GBASE-T Verkabelungssysteme in Rechenzentren

Entwicklungen in der Verkabelungstechnik für Rechenzentren

Die Netzwerkinfrastruktur im Rechenzentrum unterliegt einem enormen Wandel, der von den wachsenden Anforderungen an Bandbreite und Netzwerkperformance vorangetrieben wird. 10 Gigabit Ethernet ist inzwischen zum de-facto Standard im Rechenzentrum geworden. Doch auch 40 GbE findet bereits zunehmend Verbreitung. Während Standards für 40 GbE über Singlemode-Glasfaserkabel und MPO-basierte Multimode-Glasfaserkabel bereits existieren, arbeiten die Normungsgremien nun an den Spezifikationen für 40GBASE-T Ethernet über Twisted-Pair Kupfer-Verkabelungssysteme. Derart hohe Übertragungsgeschwindigkeiten stellen ebenso hohe Anforderungen an die Verkabelungskomponenten und die Verkabelungssysteme. Dieser Artikel beleuchtet die Herausforderungen zur Absicherung einer adäquaten Leistung der installierten Verkabelung und legt besonderes Augenmerk auf die Abnahmemessungen im Feld.

40 Gigabit Ethernet – Alternativen auf der physikalischen Ebene Singlemode-Glasfaser (SMF)

Aufgrund ihrer großen Reichweite und überlegenen Übertragungsleistung ist die SMF für den 40 Gbit/s Datentransport bis zu einer Entfernung von 10 km (40GBASE-LR4) spezifiziert. Die Übertragung erfolgt mit elektronischen und optischen Komponenten über vier Kanäle mit jeweils 10 Gbit/s auf verschiedenen Wellenlängen. SMF ist die bevorzugte Wahl, wenn das Budget keine Einschränkung darstellt, bzw. größere Übertragungreichweiten gefordert sind.

Multimode-Glasfaser (MMF)

Die Multimode Glasfaser mit der paralleloptischen MPO-Schnittstelle ist heute das populärste Medium für 40 Gbit/s Ethernet (40GBASE-SR4). Die Netzwerk-Komponenten sind im Vergleich zur SMF preiswerter und alle typischen Linklängen in einem Rechenzentrums-Netzwerk (bis zu 100 m bei OM3 Fasern und 150 m bei OM4 Fasern) werden abgedeckt.

Twinax Kupfer

Für kurze Strecken bis 7 m definiert der 40GBASE-CR4 Standard die Verwendung von twinaxialen Kupferkabeln. Typischerweise werden benachbarte Netzwerkgeräte direkt miteinander verbunden.

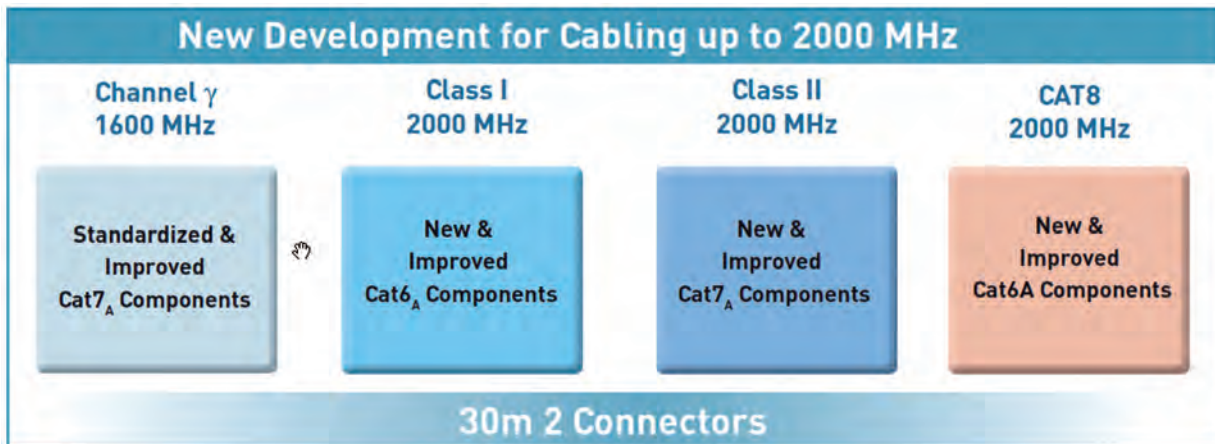
Twisted-Pair Kupfer

Die jüngsten Entwicklungen deuten darauf hin, dass sich strukturierte Kupfer-Verkabelungssysteme weiter auf dem Markt behaupten und auch bei 40 Gbit/s Ethernet eine wichtige Alternative zu Glasfaserverbindungen bilden werden. Aller Voraussicht nach behält das Twisted-Pair Kupferkabel seinen Kostenvorteil gegenüber der Glasfaser.





Darstellung der Klasse F_A (erweitert), Class I & II und CAT 8



– zumindest für die nächsten Jahre. Man geht davon aus, dass sich Kupferkabel leichter verlegen und warten lassen. Wesentliche Vorteile sind daneben die Abwärtskompatibilität und die Fähigkeit zur Autonegotiation der BASE-T Netzwerkstandards über Twisted-Pair Kabel. Damit ist es Unternehmen möglich, ihre Netze schrittweise auf höhere Übertragungsgeschwindigkeiten aufzurüsten und damit ihre CapEx (Capital Expenditures = Investitionsausgaben) besser unter Kontrolle zu behalten.

2012 hat die IEEE ein offizielles Projekt zur Ausarbeitung des 40GBASE-T Standards über Twisted-Pair Kabel ins Leben gerufen. Die anderen Normungsgremien wollen dabei nicht ins Hintertreffen geraten, und so arbeitet die TIA zurzeit an den Spezifikationen für "Category 8" Verkabelungssysteme, die sich für die 40GBASE-T Datenübertragung eignen. ISO/IEC hat ein ähnliches Projekt auf den Weg gebracht, das zwei Varianten von Verkabelungssystemen spezifiziert, die 40GBASE-T unterstützen. Diese neuen Verkabelungssysteme werden als Class I bezeichnet (mit CAT 6_A-artigen Komponenten höherer Leistungsfähigkeit), und Class II (mit CAT 7A-artigen Komponenten höherer Leistungsfähigkeit).

Darüber hinaus definiert ISO/IEC Empfehlungen für eine 40GBASE-T Applikation mit den vorhandenen Verkabelungssystemen wie der Klasse F_A.

Übertragungsbandbreite für die Twisted-Pair Verkabelung bei 40GBASE-T

Eine der Schlüsselaufgaben bei der Definition des Ethernet-Standards besteht darin, die geeignete HF-Bandbreite für die Kommunikation zu bestimmen. So arbeitet 10GBASE-T

mit einer Bandbreite von 400 MHz, was bedeutet, dass jedes Hertz des HF-Spektrums in etwa 25 Bits binärer Daten überträgt. Das heißt die Kanalnutzung beträgt 25 Bit/Hz. Mit komplexeren und Modulationsverfahren höherer Ordnung lässt sich die Kanalkapazität besser ausnutzen. Allerdings gibt es eine obere Grenze der Datenrate, die als Shannon Kapazität bezeichnet wird. Diese Grenze wird durch elektromagnetische Störungen im Übertragungskanal bestimmt. Solche Störeinflüsse kommen von außerhalb und innerhalb des Kabels. Beispiele für Störquellen innerhalb der Adernpaare sind Nebensprechen (Crosstalk) und Rückflussdämpfung (Return Loss). Auf der physikalischen Ebene – der Geräteebene – werden ausgeklügelte Signalverarbeitungsverfahren angewendet, um die negative Wirkung der internen Störquellen zu erfassen und auszuschalten und damit die erreichbare Übertragungskapazität weiter zu erhöhen. Der Preis dafür ist allerdings ein höherer Stromverbrauch, der zu vermehrter Wärmeentwicklung führt.

Die Lehre aus 10GBASE-T

Der hohe Stromverbrauch war der entscheidende Grund dafür, dass die Marktannahme von 10GBASE-T nach der Normveröffentlichung im Jahre 2006 entgegen aller Prognosen recht schleppend verlief. Mit Neuerungen im Design und den Fortschritten in der Halbleitertechnologie konnten diese Probleme weitestgehend behoben werden. Vor dem Hintergrund der negativen Erfahrungen mit 10GBASE-T haben die Experten, die sich mit der Ausarbeitung des 40GBASE-T Standards befassen, kein sonderlich großes Verlangen, die Nutzung der Kanalkapazität signifikant zu erhöhen.



Erster Kabelzertifizierer der bis 2.500 MHz misst - der WireXpert 4500.

Feldtests von 40 Gbits/s Kupferverkabelungen

Während die Verkabelungstechnologien und die Halbleitertechnik die strukturellen Grundlagen für die Unterstützung von 40 Gigabit Ethernet über Twisted-Pair Kupferkabel absichern können, hängt eine breite Marktakzeptanz jedoch noch von weiteren Faktoren ab. Einer der Schlüsselfaktoren ist die Verfügbarkeit von Messgeräten für den Feldeinsatz, um die installierte Verkabelung hinsichtlich ihrer Eignung zur 40 GbE Übertragung zu charakterisieren und zu zertifizieren.

Die geeignete Messbandbreite

So wie für 300 ml Softdrink eine Flasche mit 400 ml Fassungsvermögen benötigt wird, damit sich das Getränk gut einfüllen lässt, werden die Verkabelungssysteme, die eine 1.600 MHz Datenübertragung gewährleisten, auf 2.000 MHz spezifiziert werden. Die Feldtester werden in der Regel sogar noch höhere Messbandbreiten unterstützen. Unter den vielen Parametern für 40 GBASE-T, die alle noch in der Frühphase der Ausarbeitung stecken, macht die Feldmess-technik eine bemerkenswerte Ausnahme. Der WireXpert von Psiber Data ist ein Beispiel für Feldtester, die eine ausreichende Messbandbreite besitzen, um 40GBASE-T Verkabelungen während der Phasen des Normentwurfs und auch nach erfolgter Normung zu qualifizieren. Mit diesem Messgerät ist bereits eine Reihe von IEEE und ISO/IEC Studien zur HF-Performance der Verkabelungssysteme durchgeführt worden.

Fazit

Ungeachtet der zunehmenden Verbreitung von Drahtlos- und Glasfaser-Infrastrukturen wird die Kupferverkabelung auch in absehbarer Zukunft das beherrschende Medium für Unternehmensnetze bleiben. Bei der Planung einer Infrastruktur, die über die nächsten 15 bis 20 Jahre verwendet werden soll, ist zu beachten, dass höchstwahrscheinlich 40GBASE-T Systeme spezifiziert werden und in 5 bis 10 Jahren allgegenwärtig sind. Die Bewältigung solch hoher Datenraten stellt besondere Anforderungen an die Technik. Eine der größten Herausforderungen liegt in der Komplexität der Geräte auf der physikalischen Ebene. Um ein komplettes funktionierendes Ökosystem zur Umsetzung von Technologien wie 40GBASE-T zu schaffen, braucht die Industrie Verkabelungssysteme, Netzwerkgeräte, Normen und genauso Feldtester, die sich für diese Technologie eignen. In der Vergangenheit waren Feldtests über eine größere Bandbreite aufgrund verschiedener Faktoren nur eingeschränkt möglich. Doch gibt es gegenwärtig zumindest einen kommerziell verfügbaren Feldtester, der in der Lage ist, eine Verkabelung auf Bandbreiten über 2.000 MHz zu zertifizieren, was die Messanforderungen im Feld für zukünftige 40GBASE-T Systeme voraussichtlich absichert.

Autoren:

*Thomas Hüscher,
Technical Support & Training*