

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

**Herausgeber:** Swisscom

**Band:** 81 (2003)

**Heft:** 2

**Artikel:** Endgültiges Aus für ATM?

**Autor:** Sellin, Rüdiger

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876620>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

10-Gigabit-Ethernet (10GbE) und Ethernet «in the First Mile» (EFM)

# Endgültiges Aus für ATM?

Kaum ein Thema im Telekommunikationsbereich erhitzt die Gemüter so sehr wie die regulierungspolitische Seite der Zugangsnetze. Daneben sorgen neue Zugangstechniken für Furore, so etwa die Wireless LANs als drahtlose Alternative oder «Ethernet in the First Mile» (EFM). Mit 10-Gigabit-Ethernet (10GbE) als ultraschnelle Alternative im Backbone-Bereich geht die Post für EFM aber erst so richtig ab. Sind EFM und 10GbE nur explodierende Luftblasen oder ernst zu nehmende Alternativen?

Die Liberalisierung in der Telekommunikation hat nach mehreren Entwicklungsstufen einen hohen Stand erreicht. Die Diskussionen erfolgen einerseits auf regulierungspolitischer

RÜDIGER SELLIN

Ebene im Dreieck zwischen etablierten und neuen Netzbetreibern sowie den Regulierungsbehörden selbst. Der klassische Telefondienst, Mietleitungen für die schnelle Datenkommunikation und der ADSL-Zugang sind über Interkonnektionsabkommen allen Marktteilnehmern frei zugänglich. Der drahtlose Zugang wird mit WLANs nach IEEE-Standard 802.11 sichergestellt und belebt sowohl den Mobilkommunikationsmarkt als auch den Netzzugangsbereich. Im EU-Raum ist seit 1999 auch die so genannte letzte Meile im Festnetz, der Zugang zu den Hausanschlüssen, freigegeben. In der Schweiz tat man sich jahrelang schwer mit diesem Liberalisierungsschritt, wobei für das Jahr 2003 auch hier eine totale Freigabe des Anschlussnetzes erwartet wird. In anderen Bereichen verteidigen die Mitbewerber von Marktführer Swisscom ihre Bastion mit Zähnen und Klauen. Besonders das Verhalten der Cablecom als Quasi-Monopolist für den Breitbandzugang über das Koaxialkabel fällt hier ins Auge. Sie musste jüngst eine Rüge vom Preisüberwacher einstecken, weil die Einführung eines einheitlichen Preises in manchen Regionen der Schweiz einer Preiserhöhung gleichkam. Dazu kam, dass die Cablecom bestimmte Programmangebote wie jenes des Teleclubs nicht auf ihre Kabelnetze schalten und eine Verbreitung somit faktisch verhindern wollte. Immerhin sorgte

die Aufrüstung der Kabelnetze mit einem Rückkanal für die Möglichkeit, auch Internet-Dienste über das Koaxialkabel anzubieten. Die Praxis hat aber gezeigt, dass – abgesehen von technischen Schwierigkeiten in der Einführungsphase – die beim Kunden effektiv verfügbare Bandbreite davon abhängt, wie viele Nachbarn ebenfalls auf dem TV-Kabel surfen. Das Koaxialkabel stellt nämlich ein «Shared»-Medium dar, auf dem die Bandbreite unter den Teilnehmern aufgeteilt wird.

Dieses Problem kennen ADSL-Kunden nicht. Hier steht der eigene Netzzschluss basierend auf dem altbewährten Kupferkabel dem Nutzer exklusiv für den Zugang zum Telefondienst und zum Internet zur Verfügung. Grösster Nachteil ist hier die Asymmetrie und die daraus folgende beschränkte Bandbreite in Aufwärtsrichtung (also vom Kunden zum

Netz). Downloads vollziehen sich daher wesentlich schneller als Uploads. Diese Marktentwicklungen betreffen in erster Linie den Privatkundenmarkt (Residential Customers). Kleinunternehmern (SOHOS) und Grossunternehmen mit zahlreichen Geschäftsstellen (ROBOS) warten aber dringend auf einen symmetrischen Netzzugang, der zwar mit Mietleitungen hergestellt werden kann, aber in der Regel sehr teuer ist. Dies trifft vor allem dann zu, wenn ein neuer Hausanschluss mit Glasfaserkabeln eingerichtet werden muss. Ziel ist es also, einen schnellen, symmetrischen Netzzugang möglichst über die bestehende Kupferdoppelader bereitzustellen. Erste SDSL-Netzabschlussgeräte basierend auf diesem technischen Konzept werden bereits seit rund zwei Jahren von praktisch allen grösseren Herstellern (zum Beispiel Cisco und Siemens) auf dem Markt angeboten.

## Neue Perspektiven mit 10GbE

Spätestens seit Mitte 2001 hat die IEEE-Projektgruppe 802 LMSC (LAN & WAN Standards) zum Kampf gegen ATM und ADSL geblasen (wobei ATM ja auch im ADSL-Bereich zur Sicherstellung der Quality of Service verwendet wird). Nachdem das 10-Gigabit-Ethernet (kurz 10GbE)

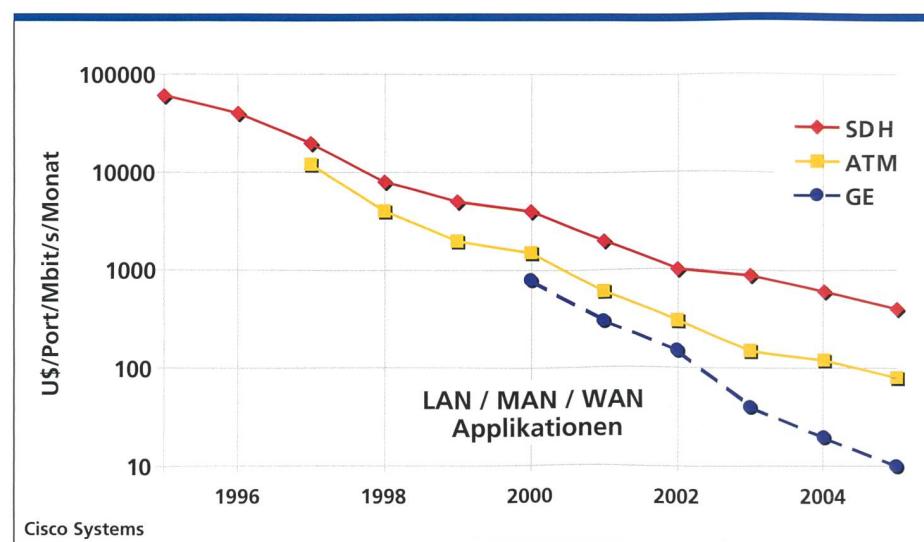


Bild 1. Zeitliche Kostenentwicklung für die Bereitstellung von Bandbreite in Abhängigkeit der verwendeten Zugangstechnik.

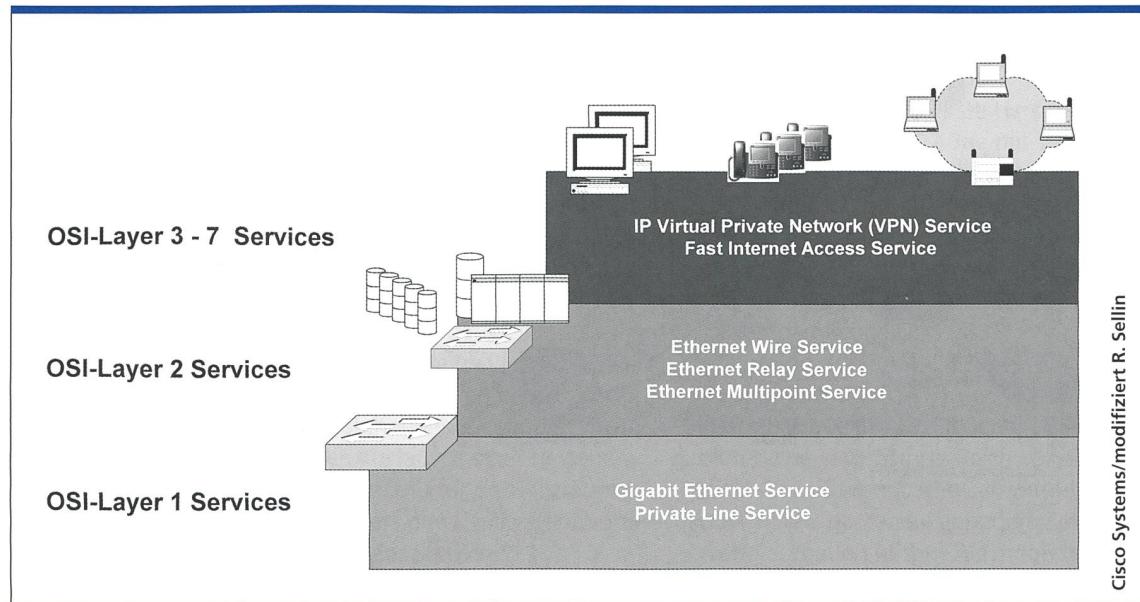


Bild 2. Mögliches Dienstangebot für 10-Gigabit-Ethernet.

ATM im WAN-Bereich verdrängen soll, soll EFM den Zugang auf das schnelle 10GbE-Backbone ermöglichen und ADSL/SDSL verdrängen. EFM wurde von der IEEE 802 LMSC gar als «der letzte Nagel für den ATM-Sarg» bezeichnet. Dass die grösseren Telcos an derartig provokativen Statements keine Freude haben können, muss eigentlich nicht extra betont werden, haben sie doch in den letzten drei Jahren massiv in die xDSL-Technik investiert. Jede Bedrohung ist aber zugleich auch eine Chance – auch in der schnellen Datenkommunikation. Denn mit 10GbE als neueste Evolutionsstufe und einem prestigeträchtigen Anschlussnetz mit EFM bietet das alte Ethernet gute Voraussetzungen, um einen nahtlosen Übergang vom LAN ins WAN sicherstellen zu können – mit optischen Netzen ohne Medienbruch oder Geschwindigkeitseinbussen.

Die IEEE 802.3ae Task Force hat die Arbeiten an 10GbE praktisch abgeschlossen und zum ersten Mal mit der Vergangenheit gebrochen:

- 10GbE benötigt Glasfaserkabel.
- 10GbE nutzt CSMA/CD (siehe Kasten) nicht mehr.
- 10GbE verlässt die lokalen Grenzen und beschränkt sich nicht mehr ausschliesslich auf LANs.

10GbE wird also im Vollduplex-Mode betrieben und verzichtet auf das obsolete CSMA/CD-Verfahren der drei Vorgänger. Es überschreitet zudem die heutige Grenze von rund 5 km bei Verwendung eines Single-Mode-Glasfaserkabels (SMF) und bietet Reichweiten von bis zu 40

km. Damit stösst 10GbE zumindest in den MAN-Bereich vor und wird zumindest in Campus- und Stadtnetzen zunehmend anzutreffen sein. Durch die Möglichkeit, Ethernet-Frames über SDH-Links (in Amerika SONET-Links) zu befördern, ist der IEEE 802.3ae Task Force ein weiterer Coup gelungen, denn durch Verwendung dieser seit Jahren weit verbreiteten und bei den grossen Telcos breit akzeptierten Technik lassen sich die Campusnetze problemlos verbinden. Damit schwinden die Grenzen zwischen den MANs und WANs der traditionellen Telcos auf der einen und den lokalen Privatnetzen in Form von LANs auf der anderen Seite.

In allen anderen Punkten habe man, so die IEEE 802.3ae Task Force, aber an den Grundsätzen von Ethernet festgehalten, so etwa an der Beschränkung des Datentransports auf die OSI-Schichten 1 (Physical) und 2 (Data Link) oder die Nutzung des Ethernet-Frame-Formats mit der wie bisher üblichen minimalen und maximalen Framelänge. Darüber liegende Anwendungen bauen auf Ethernet Network Services auf, sind aber nicht Bestandteil des Ethernet-Standards (Bild 2). Die weiter geführten Grundsätze der Ethernet-Entwicklung sind kurz aufgezählt:

- Einfache Migration für bereits bestehende Installationen basierend auf 10MbE/100MbE/1GbE und gleitende Heranführung an grössere Geschwindigkeitslevel ohne Unterbrechung.
- Tieferes Total Cost of Ownership (TCO) im Vergleich zu anderen Konkurrenztechnologien.

- Verwendung bekannter Management-tools und -verfahren.
  - Unterstützung alter und neuer Anwendungen auf der neuen Infrastruktur.
  - Volle Interoperabilität zwischen alter und neuer Ethernetgeneration.
- Besonders aus den letzten beiden Punkten resultiert ein gewisser Investitionschutz, was gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten von grosser Bedeutung ist.

### Migration für existierende Ethernet-Installationen

Ein wichtiger Punkt könnte auch die konservativen Verfechter bestehender Netztechniken bei den Telcos überzeugen. In einem geschlossenen Netz ist die durchschnittliche Verkehrsmenge zwischen untereinander verbundenen Verkehrsknoten im Core Network eine Funktion des durchschnittlichen Verkehrs an den Enden des Netzes. Verkehrsspitzen im Edge Network «verschwinden» erfahrungsgemäss meistens im Kernnetz, da in den Core Networks bereits seit mindestens zwei bis drei Jahren genügend Kapazität vorhanden ist. Engpässe treten bildlich gesprochen oft auf den Auffahrten zur Datenautobahn auf, nicht aber auf den Datenautobahnen selbst. Wenn es also gelingt, mit Hochgeschwindigkeitszugängen die Engpässe auch im Edge Network zu beseitigen, werden sich die Verkehrsspitzen im gesamten Netz gleichmässiger verteilen. Der gesamte Verkehr wird dann regelmässiger und glatter verlaufen, was das Traffic Management ungleich leichter erscheinen lässt.

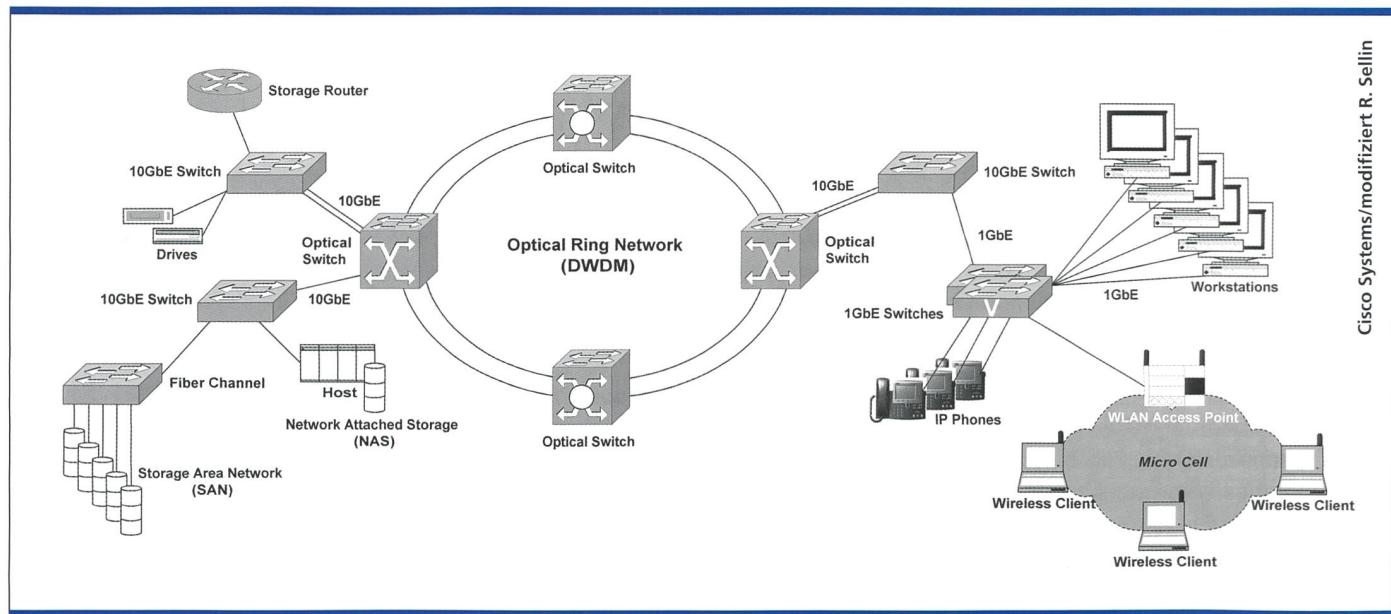


Bild 3. Netzbeispiel mit 10-Gigabit-Ethernet.

als es bisher der Fall war – selbst dann, wenn die Zahl der Benutzer im Edge Network beständig ansteigt und der Anteil der Rechner-zu-Rechner-Kommunikation zunimmt. Die heutigen, im Vergleich zum analogen Zugang «schnellen» Anschlussarten (Kabelmodems, ISDN und ADSL) bieten ausreichend Speed für den Internetzugang (Mailen, Surfen) oder für das Filesharing. Heute ist der Anteil von Multimediainhalten aber noch gering, man spricht von einem Anteil von unter 5%. Dieser Anteil wird sich in naher Zukunft massiv erhöhen und ein schnelles Anschlussnetz bedingen. EFM für den Access-Bereich in Kombination mit 10GbE in den Zubringernetzen könnte hier also eine ideale Lösung auch für den Massenmarkt darstellen.

10GbE bietet also einen ordentlichen Speed und ermöglicht durch den Verzicht auf CSMA/CD einen einfachen Übergang von lokalen zu Stadt- oder Weltverkehrsnetzen bei Vollduplex-Kommunikation. Nach den Erfahrungen mit den Vorgängern war dieser Schnitt mit der Vergangenheit überfällig, weil CSMA/CD bei derart hohen Übertragungsgeschwindigkeiten bald einmal zu viele Kollisionen provoziert und damit zu Engpässen geführt hätte. Hier bietet 10GbE wesentlich mehr Sicherheit in der Übertragung, wobei SDH wegen der synchronen Übertragungstechnik auch nicht uneingeschränkt für die Datenkommunikation prädestiniert ist. Allerdings werden SDH-Netze aus Sicherheitsgründen in der Regel als SDH-Ringe aufgebaut

und bieten neben hoher Verfügbarkeit eine hohe Übertragungssicherheit.

#### Auch hier Vor- und Nachteile

Daher wurde 1993 auch mit der Entwicklung von ATM begonnen, das durch die Verwendung von fünf verschiedenen ATM-Anpassungsschichten (AAL) wesentlich universeller als SDH ist und auf der Anwendungsebene deutlich mehr Flexibilität bietet. ATM ist für jede Anwendung im Bereich Voice, Data und Video geeignet. Es ist aber im Bereich der Core Networks praktisch tot und wird am Markt heute vor allem als reines Übertragungsprotokoll in anderen Netzen (zum Beispiel bei ADSL und UMTS) verwendet. ATM bewegt sich also nur noch in ausgesprochenen Nischen, so dass die vorhandenen ATM-Netze alles andere als Hauptumsatzträger sind. Hier soll 10GbE in die Lücke springen, die ATM in der Datenkommunikation hinterliess. Und die Erfahrungen in der Geschichte von Ethernet zeigen, dass die Bereitstellungskosten pro Port und bezogen auf die verfügbare Bandbreite beständig sinken, sobald die Technik ins Laufen gekommen ist. Dies fällt gerade im Vergleich zu anderen Zugangstechniken auf (Bild 1). Die sehr weit verbreiteten Vorgängerstufen 10MbE («geshared») und 100MbE («geswitched») sind heute praktisch in jedem LAN anzutreffen sowie die entsprechenden Netzketten auf nahezu jedem neuen PC serienmäßig vorhanden – zusätzliche Kosten pro PC oder Workstation gleich null.

Sogar beim recht jungen und derzeit noch aktuellen 1GbE befinden sich die Preise bereits im moderaten Sinkflug. Sun Microsystems liefert ihre neuesten Workgroup Server V880 und V480 bereits ab Werk mit 10GbE-Anschlussmöglichkeit aus (On Board, UTP-basierend). LAN-Karten für 1GbE sind ohnehin Realität und die Preise dafür entsprechend moderat. Sun (Schweiz) AG nannte auf Anfrage folgende Listenpreise für diese Kategorie:

- S-Bus-basierender Controller:  
X1140A, Gigabit 2.0/3.0 SBus Controller, MMF-Anschluss, Fr. 4500.–
- PCI-basierende Controller:  
– X1141A, Gigabit 2.0/3.0 PCI Controller, MMF-Anschluss, Fr. 4140.–
- X1150A, Gigaswift Ethernet 1.0 PCI Controller (10/100MbE, 1GbE), UTP-Anschluss, Fr. 3120.–
- X1151A, Gigaswift Ethernet 1.0 PCI Controller (10/100MbE, 1GbE), MMF-Anschluss, Fr. 3700.–
- cPCI'-basierende Controller:  
X1261A, Gigabit Ethernet, MMF-Anschluss, Fr. 4930.–

Interessant ist die Tatsache, dass die Karten mit MMF-Anschluss (Multi-Mode-Faser) nur unwesentlich teurer sind als jene, die bestehende UTP-Verkabelungen (Unshielded Twisted Pair) nutzen. Überhaupt sorgt das Thema Verkabelung bei den Kunden für Verunsicherung. Einige

<sup>1</sup> Das «c» steht für «compact». cPCI-Karten sind kompakter und lassen sich im Gegensatz zu konventionellen PCI-Karten während des laufenden Betriebs auswechseln.

Ethernet-Nutzer haben heute mit 1GbE Probleme oder sind gar aufgebracht, weil sie lokal ein teures, faseroptisches Netz ausgelegt haben und nun Server mit günstigen 1GbE-Karten auf dem Markt sind, die ab Werk auf UTP auslegt sind.

### Thema Verkabelung – wirklich kein Thema?

Damit sind wir auch schon bei den Nachteilen von 10GbE, soweit man das heute aufgrund der beschränkten Praxis bereits beurteilen kann. Eine bestehende Gebäudeverkabelung mit 10BaseT kann für 10GbE nicht weiter verwendet werden, da es auf die Verwendung möglichst hochwertiger Glasfasern angewiesen ist. Sowohl das IEEE als auch die Hersteller beteuern, dass die jüngste Evolutionsstufe 10GbE auch künftig UTP nicht nutzen kann und auf SMF- oder MMF-basierte Kabel angewiesen bleibt. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick, welche Bezeichnungen die neuen Kabelkategorien für 10GbE tragen und welche Entfernungen damit abhängig von der verwendeten Glasfaser überbrückt werden können. Nach wie vor existieren zwei Kategorien von Kabeln: neben den MMF noch die SMF. MMF besitzen einen Kern durchmesser von 50 bis 62,5 µm und sind im Vergleich zu SMF relativ günstig in der Anschaffung. In ihnen breitet sich das Licht über mehrere Wege aus, wobei die erzielbare Bandbreite tiefer als bei den SMF ist. MMF kommen vor allem bei optischen LANs zur Anwendung und sind äußerlich an der meist orangen Farbe zu erkennen. SMF verfügen über einen Kerndurchmesser von 8 bis 9 µm und sind relativ teuer in der Anschaffung. In ihnen breitet sich das Licht über nur einen Weg aus, wobei die erzielbare

Bandbreite praktisch unbegrenzt ist. SMF kommen vor allem bei optischen WANs zur Anwendung und sind äußerlich an der meist grauen oder gelben Farbe zu erkennen.

Trotz aufwändiger Installation haben Glasfaserkabel allerdings unübersehbare Vorteile, so etwa die verfügbare Bandbreite, die Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen oder Funkeinstreuungen, der kleine Kabeldurchmesser und kleine Biegeradien – beides wichtige Kriterien bei der Verlegung in bestehenden Gebäuden. Trotzdem ist der Austausch einer bestehenden Kabelinfrastruktur der Albtraum jedes IT-Managers oder Netzverantwortlichen. Neben der faktischen Ausserbetriebsetzung des Lebensnervs eines Unternehmens, des internen Kommunikationsnetzes, treten dabei nämlich nicht unerhebliche Kosten auf. Dabei kommen in einem durchschnittlichen Bürogebäude pro Etage inklusive Hubs und Routern oder Switches schnell einmal mehrere 100 000 Franken zusammen.

Doch die Allianz für 10GbE (10GbEA) mit starkem Rückenwind von Cisco Systems beruhigt die Gemüter mit dem Argument, dass wegen der nun möglichen grossen Entfernungen zwischen Switch und PC-Port gar keine fehleranfällige Hubs mehr erforderlich seien und die Installationskosten relativ zu betrachten seien. Denn durch das optische Switching direkt bis zum Port treten laut 10GbEA erheblich tiefere Betriebs- und Unterhaltskosten auf. Die Praxis wird dies noch beweisen müssen, denn die nicht gerade positiven Erinnerungen mit den kostenträchtigen FDDI-Campusnetzen schwingen immer noch in den Hinter-

köpfen der Netzspezialisten mit, auch wenn die Startposition bei Ethernet ungleich besser ist als bei FDDI.

Cisco ist übrigens der erste Hersteller, der den Standard IEEE 802.3ae mit seinen 10GbE-Modulen vollumfänglich erfüllt. Die lieferbaren Module passen in die Einschübe der Catalyst® 6500 Switches und sind zurzeit in zwei Varianten lieferbar:

- One-Port 10GBASE-ER Serial 1550 nm Extended Reach OIM (SMF)
- One-Port 10GBASE-LR Serial 1310 nm Long Haul OIM (SMF)

Das Modul 10GBASE-ER Serial 1550 nm bietet eine vergrösserte Reichweite von rund 40 km, womit sich Campusnetze oder MANs bei relativ geringem Zeitaufwand aufbauen lassen. Als mögliche Anwendungen nennt Cisco serverlose Gebäude, Remote Mirroring von Datencentern (dauernder Backup in Echtzeit) und eine schnelle Wiederherstellung bei Datenzerstörung. Die zweite Variante mit der schönen Produktbezeichnung

10GBASE-LR Serial 1310 nm stellt den Cisco-Kunden Netzwerkdienste für die OSI-Schichten 2 und 3 sowie intelligente Anwendungen in den Schichten 4 bis 7 bereit. Die Reichweite beträgt hier immer noch respektable 10 km und lässt 10GbE-Verbindungen auch in grösseren Gebäuden Wirklichkeit werden. Mitte 2002 kostete dieses Modul übrigens noch die Kleinigkeit von rund 30 000 € – der Einsatz ist heute also sicher nur für Anwendungen mit ausgesprochenem Bedarf an schnellen Leitungen lohnend.

### Anwendungen für 10GbE

Bleibt die Frage nach den Anwendungen. Heute ist 10GbE ganz klar weniger universell als das gute alte ATM, wobei es nie die Absicht der Ethernet-Welt war,

Bezeichnung Codierung Anwendungsbereich Wellenlänge	10GBASE-X 8B/10B Coding LAN	10GBASE-R 64B/66B Blockcoding LAN	10GBASE-W SONET/SDH MAN/WAN
<b>Short (S) 850 nm</b>		10GBASE-SR 62,5 µ MMF: 26 m 50 µ MMF: 82 m	10GBASE-SW 62,5 µ MMF: 26 m 50 µ MMF: 82 m
<b>Long (L) 1310 nm</b>	10GBASE-LX4 62,5 µ MMF: 300 m 50 µ MMF: 300 m 10 µ SMF: 10 km	10GBASE-LR 10 µ SMF: 10 km	10GBASE-LW 10 µ SMF: 10 km
<b>Extra Long (E) 1550 nm</b>		10GBASE-ER 10 µ SMF: 40 km	10GBASE-EW 10 µ SMF: 40 km

Tabelle 1. Bedeutung der 10-Gigabit-Ethernet-Kabelkategorien im Hinblick auf Wellenlänge (linke Spalte, kursiv), verwendetes Glasfaserkabel (SMF, MMF) sowie Anwendungsbereich (LAN, MAN, WAN) und Codierungsart. Die in Metern und Kilometern angegebenen Reichweiten hängen demnach im Wesentlichen von der Wellenlänge des Lasers und dem verwendeten Kabeltyp ab.

### Stichwörter CSMA/CD und CSMA/CA

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) steht für die Art, wie ein Endgerät (PC, Workstation, Host) auf ein Ethernet-LAN zugreift. Der Grundsatz dabei ist, dass immer nur ein Benutzer im LAN zu einem bestimmten Zeitpunkt kommunizieren kann. Zur Vermeidung von Datenkollisionen überprüft die Netzwerkkarte im Endgerät vor dem Zugriff auf das Ethernet-LAN, ob dieses gerade frei ist oder nicht. Falls bereits Datenverkehr herrscht, wartet das Ethernet-Endgerät eine zufällige Zeitdauer und versucht dann nochmals, seine Daten loszuwerden (Kollisionsvermeidung). Falls das LAN frei ist und zwei Endgeräte gleichzeitig versuchen, auf das lokale Kommunikationsmedium zuzugreifen, kommt es zu einer Datenkollision. Wenn diese Kollision erkannt wird (dies geschieht über Messungen der Spannungspegel), kehren beide Endgeräte in die Ausgangsposition zurück und warten wiederum eine zufällige Zeitdauer, bevor sie erneut mit dem Senden beginnen (Kollisionserkennung).

Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA) stellt die Zugangsmethode für Wireless LANs (WLANS) dar. Sie wurde von der IEEE-Arbeitsgruppe IEEE 802.11 aus dem bestehenden CSMA/CD weiterentwickelt und folgt dem Prinzip «Listen before Talk». Dadurch lassen sich gleichzeitige Datenübertragungen mehrerer Sender zwar nicht vermeiden, aber minimieren. Die Vorgabe dieser Arbeitsgruppe war ein Vorrang der Methode «Kollisionsvermeidung» vor der Methode «Kollisionserkennung», da der WLAN-Standard nur eine Halb-Duplex-Übertragung zulässt (das heisst, ein Endgerät im WLAN kann entweder nur senden oder nur hören, aber nicht beides gleichzeitig).

die gleiche Perfektion wie bei ATM zu bieten. Im Gegensatz zu Ethernet drang ATM allerdings nie im nennenswerten Umfang in den Desktop-Bereich vor. ATM-Netzwerkkarten waren und bleiben Exoten für Forschungslabors. Hinzu kommt, dass die Spezialisten für ATM rar und dementsprechend teuer waren. ATM als Netzwerktechnik umgab stets die Aura der Komplexität. Ein grosses Know-how war aber unabdingbar, um das Optimum aus ATM herausholen zu können. Die Einfachheit ist neben der grossen Verbreitung wohl auch der Haupttrumpf von Ethernet. Alle Evolutionsstufen 10MbE, 100MbE und 1GbE sind durch einen einfachen Netzaufbau charakterisiert. Sowohl erforderliche Wartungsarbeiten als auch Erweiterungen sind vergleichsweise einfach durchzuführen. Ob dies auch für die optischen Netze bei 10GbE gilt, muss sich erst noch zeigen. Dieser Bereich ist allerdings von zunehmender Routine gekennzeichnet und weit entfernt von den aufwändigen Anfängen der Glasfaserverlegung – nicht zuletzt dank besserer Werkzeuge und robusterer Glasfaserkabel. Nach Angaben von Cisco kostet die Verlegung von einem Kilometer Kupferkabel rund 120 000 €, während es bei Glasfaserkabeln rund 70% günstiger sein soll. Bild 2 versucht, eine Antwort zu geben auf die Frage, welche Dienste je nach an-

visierter OSI-Schicht am Point of Presence (PoP) angeboten werden könnten. Services in OSI-Schicht 1 umfassen SDH-Verbindungen oder Mietleitungen. Am PoP könnte zum Beispiel eine 1GbE- oder 10GbE-Verbindung in eine SDH-Verbindung umgesetzt werden. Dazu werden die Ethernet- in SDH-Frames abgebildet. Bei den Cisco-Switches vom Typ Catalyst® 3550 und 4000 können zudem mehrere Ethernet-Geräte gleichzeitig einen SDH-Link gebrauchen. Die beiden Switches dienen dann als SDH ADM (Add Drop Multiplexer), womit sich Datenverbindungen zwischen zwei Standorten relativ problemlos auf- und abbauen lassen. Dienste auf der Schicht 2 sind näher an Ethernet angelehnt und bieten:

- Ethernet Wire Services, also reine Ethernet-Verbindungen als eine Art von «Ethernet Connectivity», vergleichbar mit Mietleitungen auf Layer 2,
- Ethernet Relay Services, virtuelle Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zur Bildung von Virtual Private Networks (VPNs) basierend auf Ethernet, und
- Ethernet Multipoint Services als «nicht-geswitchte» oder «nichtgeroutete», sondern «gebrückte» Verbindungen auf Layer 2 (der Bedarf für dieses Segment wird als eher klein eingeschätzt). Das Dienstangebot auf OSI-Schicht 3 und höher betrifft den schnellen Inter-

net-Zugang sowie IP-VPNs mit der Möglichkeit, das Multiprotocol Label Switching (MPLS) aus dem IP Core Network zum Ethernet Access Point zu tragen und dort anzubieten. Sämtliche genannten Dienste nutzen Ethernet als Transportmechanismus zum oder zwischen den PoP. Die treibenden Kräfte hinter den ersten Anwendungen für das ultraschnelle Ethernet sind wie schon oft in der Geschichte der Datenkommunikation die geschäftlichen Nutzer. Grossunternehmen mit vernetzter Infrastruktur beschaffen neue PCs und Workstations mit Network Interface Cards (NICs), die für 10MbE, 100MbE und 1GbE geeignet sind. NICs für 10/100 MbE sind heute überwiegend ab Werk eingebaut. Hinzu kommen bezahlbare Multiprozessorsysteme mit schnellen I/O-Systemen und schnellen Disks in den Computern selbst. Highend-Hardware verzichtet teilweise auf interne Kommunikationsbusse und integriert NICs in die CPU. Diese speziellen NICs bieten so genannte «hardware-accelerated» TCP/IP-Protokollstacks. In der Summe ihrer Eigenschaften stellen solche Highend-Computersysteme mit hohem Netzperformancepotenzial höhere Anforderungen an das LAN. Neben den angeschlossenen High-Speed-Endgeräten veranschaulicht Bild 3 noch einen weiteren wichtigen Punkt, nämlich die ungeheure Steigerung gespeicherter Daten in den Unternehmen. Geschäfts-, Kunden- oder Netzdaten sind zunehmend im Unternehmen verteilt gespeichert, meist ohne dass sich die Benutzer dessen bewusst sind. Die Speicherung erfolgt in der Regel schnell und unproblematisch, sodass sowohl lokal als auch im Backbone (LAN-Interconnection über ein MAN oder WAN) ein hoher Datendurchsatz gefragt ist. Neue Speichertechniken unter Einbezug von IP ermöglichen den Unternehmen eine jeweils schnellere Speicherkonsolidierung, Disaster-Recovery und Backup-Lösungen. Beispiele dieser neuen Techniken sind SCSI over IP (iSCSI), Fibre Channel over IP (FCIP) und Network Data Management Protocol (NDMP). Seit Mitte 2002 verzeichnen so genannte Speicher netze einen grossen Popularitätsgewinn. Beispiele sind hier der File-orientierte Network Attached Storage (NAS) oder die Block-orientierten Storage Area Networks (SANs). Sowohl NAS als auch SANs übertreffen mit ihren Netzanforderungen die heutigen 1GbE-Netze bereits deutlich – selbst dann, wenn statt UTP

ein MMF-basiertes lokales Netz vorhanden sein sollte. Ein Glasfaserkabel allein ist noch keine Garantie für eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit. Unter anderem aus diesem Grund wird bei 10GbE auch auf CSMA/CD (siehe Kasten) verzichtet.

Die Übertragung von Voice und Video dürfte aber aus heutiger Sicht selbst eine 10GbE-Infrastruktur vor Probleme stellen, da keine verbindungsabhängige QoS für die Anwendung individueller optimierter Bandbreiten garantiert wird. 10GbE verwendet zwar die Codierung von SDH, nutzt aber nicht dessen Mechanismen für die Sicherung der Dienstgüte. An dieser Stelle argumentiert die 10GbEA wiederum mit der mehr als ausreichenden Bandbreite im Netz, den «geswitchten» Ports (also kein Bandbreiten-Sharing auf dem Netz) und mit der grossen Unwahrscheinlichkeit von hör- und sichtbaren Verzögerungen, die bei der Sprachvermittlung lästig und bei Videoübertragungen nicht akzeptabel sind. Cisco sieht allerdings eine Reihe von Anwendungen wie Videokonferenzen oder Sprachübertragungen über ein 10GbE-Netz und verweist auf die hauseigene AVVID-Architektur, wenn es um Voice und Video over IP geht. Bei Siemens wechselte in den letzten Jahren der Name für die eigene IP-Architektur häufig. Unter dem Dach von HiPath versucht der traditionsbeladene Hersteller, zum Beispiel dem hauseigenen Produktbereich Voice (Hicom) und weiteren Anwendungen wie Videoübertragungen einen gangbaren Migrationsweg zu Voice over IP (HiPath) zu weisen. Allerdings fehlt bei Siemens die Erfahrung aus dem Data-Combereich, der – wie übrigens auch von Alcatel – bei Drittherstellern wie Cisco eingekauft wird. Wären nicht die überaus grossen finanziellen Schwierigkeiten, so hätte Nortel gute Chancen als lachender Dritter im Trio Siemens-Alcatel-Nortel. Nortel kann auf eine lange Tradition im Bereich öffentlicher Datennetze zurückblicken und bietet bereits seit drei Jahren segmentspezifische Lösungen für Voice over IP (IP arbeitet in OSI-Schicht 3) basierend auf Ethernet (in OSI-Layer 2) an. Dabei kann eine bestehende Meridian-Telefonanlage auf das LAN aufgesetzt werden oder für abgesetzte Außenstellen ein Nortel Business Communication Manager (BCM) zum Einsatz kommen, der unterhalb von IP sowohl Ethernet- als auch ISDN-Connectivity bietet.

## Erfolgsmeldungen?

Bei der Frage nach etwaigen Erfolgsgeschichten für EFM in Kombination mit 10Gigabit-Ethernet wurden wir bisher nur bei Cisco Systems fündig. Die im US-Bundesstaat Washington als Netzbetreiber tätige Firma Grant County Public Utility District (GCPUD) hat ein offenes MAN mit Cisco-Equipment zur Nutzung durch Privatkunden aufgebaut und konkurriert durchweg mit etablierten Anbietern. GCPUD bietet ihr MAN allen Service Providern an, die den Endkunden Daten-, Sprach- oder Videodienste anbieten. Das MAN wird zurzeit von siebzehn Internet-Service-Providern (ISP), zwei Video-Providern und einem Voice-Provider für deren eigenes Diensteangebot über IP genutzt. Beide Videoanbieter offerieren neben 283 bzw. 90 Video-kanälen noch einen Internetzugang als

«Bundled Package» an, wobei der Videoverkehr im MPEG-2-Format gesendet wird. Die Signale der lokalen Fernsehstationen werden mit 5 Mbit/s kodiert, Programme der über Satellit empfangenen Sender durchschnittlich mit 2,1 Mbit/s. Zum Empfang eines Programms an einem Fernsehgerät ist eine Set-Top-Box erforderlich, für jedes weitere gleichzeitig übertragene Programm ist je eine weitere Box notwendig. Die Betrachtung der Kundenprofile gibt über die Nutzung der Dienste Aufschluss. Alle Kunden (100%) nutzen Internetdienste, 35% Videodienste und nur 5% Voicedienste, wobei sich innerhalb von 18 Monaten 43% aller möglichen Kunden (rund 10 000) in diesem geografischen Gebiet für das Servicepaket der GCPUD entschieden haben. Die Frage nach möglichen Gründen für die vergleichsweise tiefe Marktpenetrati-

## Glossar

10MbE	10-Megabit-Ethernet
100MbE	100-Megabit-Ethernet
1GbE	1-Gigabit-Ethernet
10GbE	10-Gigabit-Ethernet
AAL	ATM Adaptation Layer
ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access Ahead with Collision Avoidance
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access Ahead with Collision Detection
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
EFM	Ethernet in the First Mile
FDDI	Fiber Distributed Digital Interface
IEEE	Institute of Electrotechnical and Electronical Engineers
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
MAN	Metropolitan Area Network
MMF	Multi-Mode Faser
NAS	Network Attached Storage
NIC	Network Interface Cards
ROBOS	Remote Offices, Branch Offices
SAN	Storage Area Network
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Synchronous Digital Subscriber Line
SMF	Single-Mode-Faser
SOHOS	Small Offices, Home Offices
SONET	Synchronous Optical NETwork
TCP	Transport Control Protocol
TDM	Time Division Multiplexing
Telco	Telecom (Network) Operator
ULL	Unbundeling of the Local Loop
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTP	Unshielded Twisted Pair
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network

tion bei den Voicediensten beantwortet Jonathan Moore, Senior Telecommunications Engineer bei GCPUD, mit dem Hinweis, dass der einzige Voceanbieter vor allem Geschäftskunden adressiere, die in einem vorwiegend von Privatkunden geprägten Markt wenig Erfolg versprechend seien. Zudem könne der Voice Provider jedem Kunden heute nur maximal zwei Linien anbieten, was für das anvisierte Segment zu wenig sei. Mit Multiline-VoIP-Gateways, wie sie für das Jahr 2003 erwartet werden, wird sich das Problem nach Angaben von Jonathan Moore aber lösen.

GCPUD setzt vorwiegend Equipments von Cisco Systems ein. Im Kernnetz kommen Catalyst® 6509 Switches mit einem ethernetfähigen Core Switch und GBIC-Schnittstellen (Gigabit Interface Converter) zum Einsatz. Der Datentransport wird durch eine optische Transportplattform, bestehend aus ONS 15454, sichergestellt. Sie bietet eine volle DWDM-Tauglichkeit und die Möglichkeit, TDM über optische Glasfaserringe zu transportieren. Das Zugangsnetz besteht aus 4006-LAN-Switches, an Ballungspunkten ergänzt durch wenige Switches aus den 3550- und 6500-Serien. Die letzte Meile zu jedem Kunden wird mit SMF basierend auf der EFM-Technologie von Cisco überbrückt. Eine gute Signalqualität gerade bei der Videoübertragung wird unter anderem mit dem fest in die Hardware der Catalyst® Switches integrierten Internet Group Management Protocol (IGMP) erbracht. IGMP erleichtert den Einsatz des IP Multicast enorm und entlastet zudem die CPU des Switches, der sich auf das Vermitteln von Kanälen und nicht auf die Qualitätssicherung von Videosignalen

konzentrieren kann. Durch die dadurch mögliche hohe Vermittlungsgeschwindigkeit und die schnelle optische Übertragung sowohl im Access als auch im Core Network treten die kritischen Verzögerungen gar nicht erst auf.

### Haben 10GbE und EFM genug Potenzial?

Nach den bisherigen Erfahrungen mit den Evolutionsstufen 10MbE und 100MbE wird in naher Zukunft auch für 1GbE und später für 10 GbE ein deutlicher Preiszerfall für Netzkarten und die entsprechend dafür ausgelegten Switches erwartet. Und gerade weil die Migration von 10MbE über 100MbE bis hin zum noch jungen 1GbE praktisch reibungslos funktionierte, besitzt Ethernet auf dem Markt einen genügend grossen Vertrauensvorschuss, um auch künftig erfolgreich am Markt vertreten zu sein – und zwar auch beim neuen 10GbE. In der nächsten Comtec-Ausgabe (März) werden die Aktivitäten der wichtigsten Arbeitsgruppen im IEEE mit nahem Praxisbezug vorgestellt. 6

**Rüdiger Sellin**, Dipl.-Ing., ist PR-Manager bei den Portal Services von Swisscom Mobile. Davor war er unter anderem als Senior Consultant, Product Manager und Systems Engineer bei verschiedenen Telco- und IT-Firmen beschäftigt. Seit 1992 ist er ausserdem als Publizist, Trainer und Berater für verschiedene Firmen aus den Gebieten Telekommunikation und angewandte Informatik tätig.

## Summary

### Final out for ATM?

There is virtually no other topic in the field of telecommunications that causes more excitement than the regulatory aspect of access networks. Alongside this, new access technologies are causing a furore, such as Wireless LAN as a wireless alternative and "Ethernet in the First Mile (EFM)". However, only with 10 Gigabit Ethernet (10GbE) as the ultra-fast alternative in the backbone sector do things really get going for EFM. Are EFM and 10GbE simply hot air or are they alternatives that should be taken seriously?

### Nichia und Sony arbeiten bei violetten Lasern zusammen

Für noch grössere Speicherkapazitäten auf optischen Festplatten haben Nichia und Sony jetzt eine Zusammenarbeit bei Halbleiterlasern im violetten Bereich vereinbart. Die kürzeren Wellenlängen violetter Laser lassen eine höhere Schreibdichte zu. Auch DVDs mit noch längerer Spielzeit könnten eines Tages davon profitieren. Die Kooperation erstreckt sich sowohl auf Forschung und Entwicklung als auch auf gemeinsame Produktion. Nichia hatte sich in den letzten zehn Jahren an die Spitze der Hersteller von kurzweligen Laserdioden gesetzt.

Nichia Corp.  
491 Oka  
Kaminaka-cho  
Anan  
774-8601 Tokushima  
Japan  
Tel. +81-884-22 2311  
Fax +81-884-21 0148

Sony Corporation  
6-7-35 Kitashinagawa  
Shinagawa-ku  
Tokyo 141  
Japan  
Tel. +81-3-3448-2111  
Fax +81-3-3447-2244

### Schon fünf Millionen OLED-Displays verkauft

Seit März 1999 produziert Tohoku Pioneer – anfangs noch in sehr kleinem Rahmen – organische Displays (OLED-Displays). Bis zum Ende des letzten Jahres wurden insgesamt fünf Millionen Stück verkauft, vorwiegend für den Einsatz in Mobilfunkgeräten (3 Mio. Stück) und Autoradios (2 Mio. Stück). Diese so genannten «passiven» OLED-Displays gehen auf Patente von Kodak zurück, sie werden unter anderem an Fujitsu (Japan) und LG Electronics (Korea) geliefert. Bis März 2003 soll die Auslieferung um weitere zwei Millionen Stück gesteigert werden.

Pioneer Electronic Corporation  
4-1, Meguro 1-chome  
Meguro-ku  
Tokyo 153  
Japan  
Tel. +81-3-3494 1111  
Fax +81-3-3779 2163