

## 1 000 MBIT/S UND 10 GBIT/S ETHERNET

Nachdem Fast Ethernet Produkte vom Markt sehr gut aufgenommen werden und in vielen Installationen Fast Ethernet bis zum Desktop reicht, haben manche Netzbetreiber Bedarf nach einer schnelleren Backbone-Technologie, die einfach zu implementieren und auch noch kostengünstig ist.

Bisher war ATM die einzige Möglichkeit, um ein noch schnelleres Backbone aufzubauen. Der Einsatz von ATM erfordert jedoch einen erheblichen Aufwand bei der Hardware und Software, denn ATM ist eine grundlegend andere Technologie als Ethernet. Im Mai 1996 hat sich eine Gigabit Ethernet-Allianz (GEA) zusammengefunden, unter den Gründungsmitgliedern sind namhafte Hersteller wie 3Com, Cisco, Sun Microsystems, Bay Networks und Intel. Mittlerweile haben sich über 100 Hersteller in der GEA zusammengeschlossen. Ziel der GEA ist es, in Zusammenarbeit mit der IEEE einen Gigabit Ethernet Standard unter dem Namen IEEE 802.3z zu entwickeln. Die Standardisierungsphase von 1000BASE-x über Lichtwellenleiter ist praktisch abgeschlossen, der Abschluß der Standardisierung von 1000BASE-TX steht noch aus. Die Anzahl an Gigabit Ethernet Produkte nimmt sprunghaft zu, sodass in naher Zukunft sich Gigabit Ethernet auch im High-Speed Backbonebereich als Standardtechnologie durchsetzen wird.

Neben der höheren Bandbreite bei Gigabit Ethernet ergeben sich für den Anwender noch weitere Vorteile: Da der Aufbau der Datenpakete und das Zugriffsverfahren identisch mit Ethernet bzw. Fast Ethernet ist, sind praktisch keine Änderungen an Management-Software, Netzbetriebssystem und Anwendungsprogrammen erforderlich. Dadurch reduziert sich auch der Umstellungs- und Schulungsaufwand erheblich.

### 1000BASE Zugriffsverfahren

Wie auch bei den bestehenden Ethernet-Standards IEEE 802.3 (10 Mbit/s) und IEEE 802.3u (100 Mbit/s) kommt bei IEEE 802.3z und IEEE802.3ab Gigabit Ethernet das Kollisionsprotokoll CSMA/CD zum Einsatz kommen. Allerdings ist geplant, über die Protokollerweiterung RSVP (Resource Reservation Protocol) die Quality of Service Eigenschaft von ATM nachzubilden, so dass für zeitkritische Übertragungen (z.B. im Multimediabereich) dediziert Bandbreite zur Verfügung gestellt werden kann.

### Migrationswege für bestehende Netze

Gigabit Ethernet findet anfänglich als schnelles Backbone in grossen Installationen sein Einsatzgebiet, um Bandbreite zwischen Switches, Hubs, und Routern zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise also Verbindungen vom Switch zum Router, Switch zu Switch, Switch zu Server und Switch zu Hub. Die Anbindung des Desktops wird vorerst weiterhin "klassisch"

über Ethernet oder Fast Ethernet vorgenommen werden, es ist aber ein Ziel der GEA, Server bzw. High-End-Workstations über entsprechende Netzwerkkarten direkt an Gigabit Ethernet anzuschliessen.

Beispiele:

- Anbindung eines oder mehrerer Server an einen 100/1000-Switch;
- Kopplung von 100/1000-Switches über 1000Mbit/s-Leitungen;
- Ersatz/Erweiterung von FDDI-Backbones mittels Gigabit Ethernet Switches bzw. Gigabit Ethernet Repeatern.

Verkabelung

Ziel der GEA ist es, Gigabit Ethernet soweit wie möglich auf bereits installiertem Kabel (UTP/Fiber) einzusetzen. Allerdings gibt es Einschränkungen bezüglich der Kabellängen. Wie auch bei Fast Ethernet basiert die Verkabelung auf Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Auf der physikalischen Schicht gibt es zwei unterschiedliche Kabelmedien:

Multi- und Singlemode Lichtleiter:

Als Lichtleiter kommen sowohl Singlemodekabel wie auch Multimodekabel zum Einsatz. Die maximalen Längen sind 3000 Meter für Singlemode- und 550 Meter für Multimodekabel. 1000BASE-SW verwendet Low-cost Multimodekabel, das in horizontalen, kurzen Backboneverbindungen zum Einsatz kommen soll. 1000BASE-SX bietet maximale Längen von 525 m (50 micron LWL) und 260 m (62,5 micron LWL). 1000BASE-LX verwendet hochwertigere Lichtleiterkabel und erreicht mit Singlemode-LWL 5000 m, mit Multimodekabel sind Entfernungen von 550 m (50 micron LWL) bzw. 440 m (62,5 micron LWL) überbrückbar. 1000BASE-LX eignet sich somit für längere Multimode-Backbones und Singlemode Campus Backbones.

Kupferbasierende Kabelverbindungen:

1000BASE-CX definiert Verbindungen über ein IBM STP Typ 1 Kabel. Durch die Beschränkung auf max. 25 m eignet es sich zum Überbrücken kurzer Entfernungen, also etwa zum Verbinden von Endgeräten oder in Schalträumen. Dieser Standard hat sich aber nicht besonders durchgesetzt.

1000BASE-T verwendet Kategorie 5e Twisted Pair Kabel und überbrückt Entfernungen von bis zu 100 m. Der grosse Vorteil von 1000BASE-T ist, dass bereits vorhandene Kabelinfrastruktur, soweit sie den Anforderungen von Kategorie 5e erfüllt, für Gigabit Ethernet weiterverwendet werden kann. Die Übertragung soll über die vier Paare des

Kategorie 5e Twisted Pair Kabel erfolgen. Die Entwicklung von 1000BASE-T ist noch nicht abgeschlossen.

1000BASE-TX verwendet Kategorie 6 Kabel bis zu 100m. Was bringt 1000BaseTX gegenüber 1000BaseT für Vorteile? Kurz gesagt, die höhere Bandbreite von Cat 6 wird für ersteren Standard (auch TIA/EIA-854) genutzt, um ein einfacheres Übertragungsprotokoll zu ermöglichen (die aufwendigen Algorithmen zur Entfernung der crosstalk- und return-loss-Effekte sind nicht mehr notwendig), daher werden Hersteller in der Lage sein, die aktiven Komponenten wesentlich billiger zu machen, was dazu führen wird, daß 1000Base-TX eines Tages die Rolle des heutigen 100BaseT übernehmen wird – zu gleichen Kosten. Allerdings werden bei 1000Base-TX auch alle vier Kabelpaare verwendet.

#### Im Geschwindigkeitsrausch mit 10-Gbps Ethernet

Die Datenautobahn wird breiter: Nach Ethernet, Fast Ethernet und Gigabit-Ethernet lautet die nächste Entwicklungsstufe 10-Gbit-Ethernet. Erste Feldversuche sind bereits für das nächste Jahr geplant. Wer sich noch vor wenigen Jahren beim Ethernet-Standard im Geschwindigkeitsrausch wähnte, empfindet die Technologie im Zuge immer komplexen werdender und speicherintensiverer Anwendungen heute als lahme Krücke. Nach Fast Ethernet und Gigabit-Ethernet stehen die Zeichen nun auf 10-Gbit-Ethernet. Mitte Juli 1999 hat sich die "802.3 Highspeed Study Group" des Normengremiums Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) erstmals über Grundlagen wie Übertragungsmedien, -längen und -geschwindigkeit beraten. Ende 1999 wurde ein Projektautorisierungsvorschlag fertig, welcher die Eckpunkte des zukünftigen 10-Gigabit-Ethernet-Standards festzurrt. Die Startfreigabe für erste Feldversuche erfolgte dann in der zweiten Jahreshälfte 2000. Als Anwendungsbereiche für die Hochgeschwindigkeitstechnologie werden das Clustering von Supercomputern der nächsten Generation sowie virtuelle Echtzeitumgebungen genannt. Zur Verdeutlichung der Geschwindigkeit: Mit 10 Gbps lassen sich die Inhalte einer Festplatte mit 10 GB in 10 Sekunden oder 156.250 Telefongespräche mit jeweils 64 Kilobit zur selben Zeit übertragen.

#### 10-Gbps Ethernet ist das Objekt der Begierde

Anbieter von Fernmeldediensten werden bei der neuen Übertragungsart besonders hellhörig, denn die stabile LAN-Technik gilt in bis zu 100 Kilometer langen Metropolitan Area Networks (MAN) als preiswerte Alternative zur ATM Übertragungs- und Vermittlungstechnik (Asynchronous Transfer Mode). Auch Internet-Service-Provider sind heiß auf 10 Gbps, denn mit dieser Technik wäre man erstmals in der Lage, mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten am Arbeitsplatz auf dem Server oder im MAN zu arbeiten. Nicht zuletzt würde dadurch auch die Netzwerkadministration stark vereinfacht werden. Gute Chancen also für das Ethernet, zu jener übergreifenden Technik zu werden, für die eigentlich ATM vorgesehen war.

Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten

Vieles spricht für 10-Gbit-Ethernet, doch wo sind die Nachteile? Die Ethernet Technik ist im Vergleich zu ATM weniger fehlertolerant, und ihr fehlt für eine optimale Servicefreundlichkeit eine integrierte Verwaltungsoption für Diensteanbieter zur Nachverfolgung, von Verbindungsproblemen. Gestritten wird in der IEEE-Kommission außerdem darüber, ob die Geschwindigkeit nun genau 10 Gbit oder 9,58464 Gbit pro Sekunde betragen sollte. Diskutiert wurde bisher, ob die Daten mit einem Laser über eine Glasfaserleitung oder über vier Laser per Multiplexfaserleitung übertragen werden. Nachteil beider Systeme: Sie sind teuer.

10-Gigabit-Ethernet wird ausschließlich über Glasfaser arbeiten, Kupfer basierende Systeme sind nicht geplant. Zumindestens derzeit nicht, aber wer weiß, vielleicht werden kupferbasierte Systeme auf verbesserten Cat 7 oder Cat 8-Normen bald entworfen? Es hätte sich vor ein paar Jahren auch kaum jemand träumen lassen, dass 1000 MBit über Kupfer möglich sein werden!

Alternative zu ATM?

Bandbreite satt versus echte Datenpriorisierung in Form von Quality-of-Service (QoS) – dies könnte die künftige Konstellation zwischen ATM und Ethernet beschreiben. Die führenden Ethernet Hersteller jedenfalls visieren den nächsten Evolutionssprung auf 10 GBit/s an und wollen mit dieser Bandbreitenkeule den Quality-of-Service Künstler ATM ausstechen. Nach 10, 100 und 1000 MBit/s sind 10000 MBit/s der mathematisch logische nächste Schritt. Als Modulationsverfahren soll die nächste Ethernet Generation vor allem auf Wide-Wavelength-Division Multiplexing, kurz WDWM, und Multi-Level-Signaling basieren. Diese Technologien müssen jedoch noch standardisiert werden, beweisen zugleich aber eindeutig, daß die klassische Netzwerktechnologie Ethernet mit Macht in das MAN hinein drängt. ATM könnte die Luft ausgehen, denn bislang konnte diese Technologie mit garantierten Bandbreiten argumentieren. Wenn jedoch genug Ressourcen vorhanden sind, reicht First-Come-First-Serve von Ethernet wahrscheinlich aus. Zudem hat die Ethernet-Lobby in der letzten Zeit mit Gewalt versucht, den QoS von ATM mit priorisierungsfähigen Switches beizukommen. Zwar erreicht der Administrator dadurch immer noch keine echte Bandbreitenreservierung, er kann aber zumindest kritischen Applikationen Vorrang einräumen. Meist reicht dies zwar aus, doch ist dies nur ein holpriger Umweg und bedeutet gleichfalls, alte Komponenten durch teure Policy-Switches zu ersetzen.

Die Alternative heißt Bandbreite satt

Die Gruppe ist sich einig, daß nur Geschwindigkeiten von 9,58464 oder 10 GBit/s bei Glasfaser in Frage kommen. Der Kompatibilitätsgedanke wird im Bereich Verkabelung deutlich. So sollen bestehende Glasfaserkabel mit der neuen Technologie arbeiten können,

um die Migration so einfach wie möglich zu gestalten. Für die Übertragung über die verschiedenen Glasfaser Typen hat sich die IEEE auf bestimmte Längenrestriktionen geeinigt. So sollen über Multi-Mode Fiber mindestens 100 Meter, über Single-Mode Glasfaser je nach Typ zwischen 2 und 40 Kilometer erzielbar sein. Zwar sind 40 Kilometer für den WAN-Bereich nicht genug, im MAN und Campus allerdings reicht dies vollkommen aus. Fest steht auch, dass 10 GBit/s im Voll-Duplex Betrieb arbeiten soll.

**Photonische Switches** Der Weg zur Spezifikation ist aber noch lang und greift man Erfahrungen aus früheren Ethernet Standardisierungsprozessen auf, wird es noch mindestens zwei Jahre dauern, bis erste Produkte Marktreife erlangen. Auf die Switches wird jedenfalls eine große Aufgabe zukommen. Klassische Geräte mit kupferbasierten Backplanes werden diese Bandbreiten aus physikalischen Gründen nicht mehr verarbeiten können. Auch hier haben die Ethernet Hersteller eine Antwort parat: photonische Switches, die Terabit Durchsätze erzielen sollen. Die Backplane dieser Geräte arbeitet mit Kristallen und müssen daher nicht mehr die leistungsmindernde Rückumwandlung von Lichtsignalen auf elektronische Signale durchführen. Diese Geräte sollen in Zukunft mit dem WDM Verfahren arbeiten und Daten direkt ohne Umweg über Sonet/SDH-Layer auf die Glasfaser spielen.