

Epilog zur 2.Auflage

Lieber Leser, seit der ersten Auflage haben sich einige Neuerungen ergeben. Auch gibt es noch weitere Netzwerktechniken, nach denen mich Leser gefragt haben und die ich daher noch erwähnen möchte. Die folgende Liste gibt eine Übersicht über die in diesem Epilog kurz erklärten Techniken:

- **Mediakonverter** sollen Kupfer- mit Glasfaserkabeln verbinden
- **10 GE** Ethernet wird im Jahr 2002 volle 10 Gbit/s schnell
- **PPPoE** nutzt die Telekom zum Anschluß an ihr T-DSL
- **ELM** ermöglicht Ethernet auch auf der letzten Meile
- **Autonegotiation** sollte den Stationsanschluß vereinfachen
- **Link-Aggregation** beschleunigt den Serveranschluß
- **SAN, NAS, iSCSI** sind Techniken für Festplatten und Bandlaufwerke

Einem Anfänger empfehle ich zuerst das Kapitel 4 Internet zu lesen. Der Spezialist findet das Gesuchte am schnellsten im Stichwortverzeichnis: Mord ... Seite 164.

Mediakonverter sollte man meiden!

Der Autor kann Mediakonverter nicht leiden. Daher hat er diese auch in der ersten Auflage des Buches nicht erwähnt. Um die Leser zu warnen, dienen folgende Zeilen. Mediakonverter gibt es in den Normen nicht. Mediaconverter sind Repeater, in denen einige Funktionen fehlen. Sie sollen verschiedene Kabeltypen innerhalb eines Netzes miteinander verbinden. Man kann, um Geld zu sparen, zwischen ein Twisted-Pair-Kupferkabel (100-Base-TX) und ein Multi-Mode-Glasfaserkabel (100-Base-FX) einen Mediakonverter setzen, anstatt, wie in den Normen empfohlen, einen Switch zu benutzen. Das funktioniert zu Beginn, bei geringen Netzlasten, auch ganz gut. Später, wenn die Netzlast ansteigt, erzeugen die meisten Mediakonverter Bitfehler und sorgen so für sporadische, schwer zu findende Verbindungsabbrüche oder zumindest schlechte Antwortzeiten. Der Autor hat in seinen 15 Jahren praktische Netzwerkerfahrung hunderte von Mediakonvertern aus Netzen entfernt, um solche Fehler zu beheben. In einem besonders schweren Fall beschleunigte sich der Upload einer Datei vom PC zum Server von 60 min mit einem Mediakonverter auf nur 6 min über einen Switch.

10GE entwickelt der Arbeitskreis IEEE 802.3 ae

Im Jahr 2002 soll man 10 Gbit/s via Ethernet übertragen können. Das sind 10 000 000 kbit/s in Vergleich zu 64 kbit/s in einem ISDN-Sprachkanal. Dann ist

10GE volle tausend Mal schneller als Ethernet mit 10 Mbit/s 1981. Im LAN soll es folgende Varianten für Gigabit-Ethernet geben:

- **10G-Base-SR** bis 65 m mit 850 nm über 50/125 Multimodefaser
- **10G-Base-LX4** bis 300 m mit 1310 nm über 50/125 Multimodefaser
- **10G-Base-LR** bis 10 km mit 1310 nm über 9/125 Singlemodedefaser
- **10G-Base-ER** bis 40 km mit 1550 nm über 9/125 Singlemodedefaser

Ein Kupferkabel ist für die Übertragung der Frequenzen von 10 Gbit/s ganz ungeeignet. Multimodeglasfaser eigentlich auch, bzw. nur bis zu einer Länge von 65 m. Darüber hinaus kann man die Bits am Kabelende aufgrund der Dispersion nicht mehr voneinander unterscheiden. Nun hilft man sich bei 10G-Base-LX4 mit der **DWDM-Technik** (Dense Wavelength Division Multiplexing). Man kann Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen übertragen und so mehrere Kanäle gleichzeitig nutzen. 10G-Base-LX4 arbeitet mit vier parallelen Kanälen in einer Faser und reduziert so die zu übertragene Frequenz in einem Kanal. Als Ergebnis erhält man eine nutzbare Kabellänge von 300 m, wie bei 1000-Base-SX Gigabit-Ethernet.

Im WAN reduziert sich die Datenrate auf 9,6 Gbit/s. Das erlaubt die Nutzung vorhandener Glasfaserstrecken mit SDH/STM-64 oder SONET/OC-192 Technik.

- **10G-Base-SW** bis 65 m mit 850 nm über 50/125 Multimodefaser
- **10G-Base-LW** bis 10 km mit 1310 nm über 9/125 Singlemodedefaser
- **10G-Base-EW** bis 40 km mit 1550 nm über 9/125 Singlemodedefaser

Die Telefongesellschaften können so Kosten sparen und existierende Technik weiter nutzen. Weitergehende Informationen zum Thema 10GE erhält man bei www.10gigabit-ethernet.com oder unter www.10gea.org.

PPPoE zum Anschluß an T-DSL (das ADSL der Telekom)

So hohe Datenraten wie bei 10GE werden nur von Telefongesellschaften auf ihren Fernstrecken oder im Backbone großer Unternehmen benötigt. Aber es tut sich auch etwas für den privaten Anwender. Ab August 2000 hat die Telekom ihre Tarife geändert und bietet für einen Festpreis von 109,- DM/Monat (45,- DM ISDN-Grundpreis, plus 15,- DM ADSL-Grundgebühr, plus 49,- DM Flatrate-Festpreis) einen ADSL-Anschluß mit 768 kbit/s Downstream und 128 kbit/s Upstream an. Um diesen nutzen zu können, muß man auf seinem PC, Server oder Router das Protokoll **PPPoE** (Point to Point Protocol over Ethernet) installieren. So kann man mit Ethernet Punkt zu Punkt Strecken einrichten, sich via CHAP an-

und abmelden (Username/Password), mit IPCP automatisch IP-Adressen empfangen und dank LCP-Verbindungskontrolle stabil arbeiten (siehe auch die sehr gute Web-Seite www.adsl-support.de von Christian Peter).

Ethernet auf der letzten Meile (ELM)

In USA entwickelt der Arbeitskreis IEEE 802.3 ELM (Ethernet for the Last Mile) an einem Standard zur Übertragung von Ethernet mittels der Technologie **VDSL**

- **über ein einfaches, zweiadriges, normales Telefonkabel.**

Man möchte auch Ethernet über installierte Telefonkabel übertragen können und das parallel zu bestehenden Telefonverbindungen, d.h.

- **gleichzeitig Ethernet und Telefonie (auch ISDN) über ein Telefonkabel.**

Die Firma Cisco hat bereits ein Produkt namens „LRE“ (Long Reach Ethernet) auf dem Markt. Es arbeitet über zwei Adern eines Category 1, 2 oder 3 Kabels. Am Arbeitsplatz wird ein **VDSL-Modem** (Cisco 575) installiert. Dieses hat drei Anschlüsse. Als erstes einen RJ45-Stecker als normalen Ethernet-Anschluß. Dann einen RJ11-Stecker zum Anschluß eines analogen Telefons (engl. POTS für Plain Old Telephone Service). Hier soll man später auch ein ISDN-Telefon anschließen können. Der dritte Stecker ist ebenfalls eine RJ11-Buchse. Sie dient als Uplink vom Büro zum Verteilerswitch. Im Verteilerschrank findet man zuerst einen **LRE/POTS-Splitter** (Cisco PS-1M-LRE-48) Dort enden die maximal 48 Telefonkabel aus den Büros von ebensovielen VDSL-Modems. Der Splitter trennt die Telefonsignale von den Ethernetimpulsen. Er leitet die Telefongespräche an eine **POTS-PBX** (analoge Telefonanlage) weiter und schaltet die Ethernetframes auf einen **LRE-Switch** (Catalyst WS-C2924-LRE-XL). So kann man gleichzeitig telefonieren und eine E-Mail schreiben. Cisco überbrückt damit folgende Längen:

- bei 5 Mbit/s bis 5000 Fuß ca. 1500 m Telefonkabel (2 adrig)
- bei 10 Mbit/s bis 4000 Fuß ca. 1200 m Telefonkabel (2 adrig)
- bei 15 Mbit/s bis 3500 Fuß ca. 1000 m Telefonkabel (2 adrig)

Das Ziel dieser Entwicklung sind Mehrfamilienhäuser, Studentenwohnheime, Seniorenheime, Universitäten, Kliniken, Kongreßzentren, Hotels, Bahnhöfe und Flughäfen. Das Marktforschungsunternehmen North Point Communication aus den USA schätzt ein Marktpotential von 23 Milliarden US-Dollar in drei Jahren. Nortel entwickelt eine ähnliche Technik unter dem Namen „Etherloop“. Nortel empfiehlt den Anwendern zu warten, bis die Norm verabschiedet ist und man normkonforme Produkte erwerben kann.

Stationsanschluß mit Autonegotiation und Autosensing

Heute gibt es verschiedene Ethernet-Techniken um eine Station mit dem Netz zu verbinden. Um es dem Anwender möglichst einfach zu machen, sollten sich alle Parameter automatisch einrichten. **Autonegotiation** nach IEEE 802.3 Annex 28 B ermöglicht dies. Beim Start einer Verbindung sendet Autonegotiation 17 bis 33 Fast-Link-Pulse (16 Bit Worte). Ein Fast-Link-Pulse überträgt folgende Info-Bits.

- Bit A0 = 10-Base-T mit CSMA/CD und 10 Mbit/s Category.3
- Bit A1 = 10-Base-T mit Full-Duplex und 10 Mbit/s Category.3
- Bit A2 = 100-Base-TX mit Half-Duplex und 100 Mbit/s Category.5
- Bit A3 = 100-Base-TX mit Full-Duplex und 100 Mbit/s Category.5
- Bit A4 = 100-Base-T4 mit Half-Duplex und 100 Mbit/s Category.3
- Bit A5 = Pause-Frames, d.h. Handshake über Full-Duplex Verbindungen

Leider führt die Einstellung „*auto*“ auf beiden Seiten einer Verbindung, auf dem PC und im Switch, immer wieder zu Problemen. Ein Anwender kopiert 400 MByte von seinem PC auf einen Server. Sind alle Systeme fest auf 100 Mbit/s und Full-Duplex eingestellt, dann dauert das 6 min. Mit 10 Mbit/s und Half-Duplex muß man 20 min warten. Stehen alle Systeme (PC, Switch und Server) auf „*auto*“, beträgt die Zeit für den Upload stolze 60 min. Die Ursache ist, das im laufenden Betrieb ein **Renegotiation** durchgeführt wird, wenn eine Station ununterbrochen sendet (Jabber), es Störungen auf der Leistung gibt (Noise), Kabel und Stecker für 100 Mbit/s ungeeignet sind oder die Chips im PC und im Switch sich einfach nicht verstehen. Dieses Problem kann man nur lösen, wenn man auf dem Switch folgende Werte fest einstellt und kein beidseitiges „*auto*“ zuläßt:

- Speed = 100 oder 10 oder 1000 Mbit/s
- Mode = Full-Duplex oder Half-Duplex = CSMA/CD
- Handshake = enable oder disable Pause-Frame

Wichtig! Autonegotiation arbeitet nur mit Twisted-Pair-Kabeln. *Für Glasfaser gibt es eine solche Technik nicht!* Hier muß man jeweils eine andere Netzkarte für 10-Base-F, 100-Base-FX, 1000-Base-SX oder 1000-Base-LX erwerben. Man sollte Autonegotiation nicht mit **Autosensing** verwechseln. Autosensing erkennt nur die Datenrate in Mbit/s, aber keine anderen Übertragungseinstellungen. Autosensing arbeitet noch instabiler als Autonegotiation. Vor allem kleine Hubs mit 10 und 100 Mbit/s schnellen Anschlüssen unterstützen kein Autonegotiation, sondern nur Autosensing. Diese kleinen Hubs machen immer wieder Probleme. Leider sind sie aber sehr preiswert und viele kaufen damit eine schwer zu findende Fehlerquelle.

Serveranschluß mit Link-Aggregation

Nach IEEE 802.3 ad kann man einen Server mit einem Switch oder zwei Switches miteinander über 2 / 4 / 6 / 8 physikalischen Kabeln gleichzeitig verbinden. Diese parallelen Kabel werden dann zu einem logischen Kanal zusammen geschaltet und reagieren nun wie eine Leitung. So erhöht sich die Bandbreite von 1000 Mbit/s bei einer Leitung auf 8000 Mbit/s mit acht Kabeln. **Link-Aggregation** funktioniert nicht nur bei Gigabit-Ethernet, sondern auch bei Fast-Ethernet bis $8 * 100$ Mbit/s und sogar bei Ethernet mit $8 * 10$ Mbit/s. Im Standard heißt diese Technik Link-Aggregation. Cisco hat sie als **EtherChannel** erfunden. Compaq und Intel nennen sie **Teaming**. Bei Nortel heißt sie **Multi-Link-Trunking**. Man muß Link-Aggregation immer manuell auf beiden Seiten aktivieren. Doch Vorsicht, nicht alle Netzwerkkarten unterstützen Multi-Link-Trunking. Hier helfen auch keine Treiber, denn diese Funktion muß aufgrund der hohen Geschwindigkeit in Chips realisiert werden. Ein weiteres Problem ist es, daß die Techniken EtherChannel, Link-Aggregation, Multi-Link-Trunking und Teaming nicht kompatibel sind und daher Karten und Switches, die nach verschiedenen Methoden arbeiten, nicht zusammen funktionieren. Link-Aggregation ist nur sehr begrenzt eine Technik um die Ausfallsicherheit zu erhöhen. Von den Verbindungskabeln darf zwar eines ausfallen, aber man darf mit den oben genannten Techniken *einen Server nie mit zwei Switches verbinden*, immer nur einen Server mit einem Switch. Hier werden nur zukünftige Entwicklungen eine Änderung bringen.

Backup mit SAN, NAS und iSCSI

Die hier angesprochenen Techniken wurden entwickelt, um Server mit Speichersystemen, wie Festplatten oder Bandlaufwerken, zu verbinden.

Storage-Area-Networks (SAN) basieren auf der **Fibre-Channel** (FC) Technologie. FC überträgt Daten mit 100 MByte/s (= 800 Mbit/s). FC arbeitet in der Regel über Glasfaserkabel. Diese können bis zu 10 km lang werden. FC stellt die gleichen Anforderungen an ein Glasfaserkabel, wie Gigabit-Ethernet. Der FC ANSI-Standard definiert drei Topologien. **Point-to-Point** verbindet einen Server mit einem Speichersystem. Die **Arbitrated-Loop** (AL) ist ein Ring. Wie im Token-Ring wird ein AL in der Regel über einen Hub gebildet. Der Nachteil von AL ist, daß sich alle an einem Ring angeschlossenen Systeme die verfügbare Bandbreite von 100 MByte/s teilen müssen. Eine **Fabric** ist die flexibelste, leider aber auch die teuerste FC Variante. Fabrics sind FC-Switches. Man kann an eine Fabric wesentlich mehr Geräte anschließen, als an eine Loop (anstatt 126 Systeme theoretisch 16 Millionen) und jedes angeschlossene System verfügt über die volle

Bandbreite von 100 MByte/s. FC arbeitet in der Regel mit dem SCSI-Protocol und schafft damit die Verbindung zum Betriebssystem. Dieses sieht so nur ein normales SCSI-Gerät und nicht die ganze komplexe FC-Architektur.

Network-Attached-Storage (NAS) verwendet 1000 Mbit/s schnelle Gigabit-Ethernet-Netze und Standardbetriebssystemfunktionen, um normal angeschlossene SCSI-Systeme für die Verwendung durch andere Server freizuschalten. Mit NAS kann man File- und Backup-Services aufsetzen, die aus mehreren einzelnen Standard-Servern bestehen, um die Gesamtkapazität zu erhöhen. Hierzu ist keine besondere Hard- oder Software erforderlich. *Welche Lösung, SAN oder NAS, ist nun schneller?* Hierzu hat www.Networkworld.de im Juni 2001 folgenden Test veröffentlicht.

- **Fileserver** (80% lesen, 20% schreiben, 4 KByte große Dateien)
 - SAN = 1,8 MByte/s = Faktor 2,3 (Server = Fibre-Channel = Disk/Tape)
 - NAS = 1,3 MByte/s = Faktor 1,6 (Server = Giga-Ethernet = Disk/Tape)
 - SCSI = 0,8 MByte/s = Faktor 1 (lokale, zweite Platte, zum Vergleich)
- **Webserver** (100% lesen, verschiedene Dateien zwischen 1 und 128 KByte)
 - NAS = 8,0 MByte/s = Faktor 2,6 (Server = Giga-Ethernet = Disk/Tape)
 - SAN = 4,0 MByte/s = Faktor 1,3 (Server = Fibre-Channel = Disk/Tape)
 - SCSI = 3,0 MByte/s = Faktor 1 (lokale, zweite Platte, zum Vergleich)
- **Backupserver** (100% schreiben, 1 MByte große Dateien)
 - SAN = 30 MByte/s = Faktor 1,2 (Server = Fibre-Channel = Disk/Tape)
 - NAS = 5 MByte/s = Faktor 0,2 (Server = Giga-Ethernet = Disk/Tape)
 - SCSI = 25 MByte/s = Faktor 1 (lokale, zweite Platte, zum Vergleich)

Die Tests wurden mit jeweils fünf Compaq Proliant ML370 Servern durchgeführt. Alle hatten zwei Intel Pentium III CPUs mit 866 MHz und 1024 MByte RAM. Die zweite lokale Wide-Ultra3-SCSI-Festplatte diente nur als Vergleich der gemessenen Datendurchsätze. Ein NAS ist als Web-Server (100% lesen) doppelt so schnell wie ein SAN, versagt aber als Backup-Server (100% schreiben). Hier ist ein NAS sechs mal langsamer als ein SAN.

An dieser Stelle noch ein Hinweis zum Thema Backup.

Die Datensicherung ist das oberste Gebot der Datenverarbeitung, so urteilen deutsche Gerichte. Gefordert wird eine regelmäßig Datensicherung und die Lagerung der Sicherungen nicht im Serverraum. So wird vermieden, daß bei

einem Brand nicht beides, Serverdaten und Datensicherungen, zusammen vernichtet werden. Wer das nicht befolgt, der handelt grob fahrlässig. Deutsche Richter urteilten, daß zuständige Administratoren ihrem Arbeitgeber *alle Kosten zur Rekonstruktion* von verlorenen Daten, *aus ihrem Privatvermögen ersetzen müssen*, weil sie die obigen Regeln nicht beachtet hatten. Ein Arbeitgeber kann vom verantwortlichen Administrator ein sicher funktionierendes Backup selbstverständlich, ungeprüft voraussetzen. Der Administrator wird aus dieser Haftung nur dann entlassen, wenn er seinen Arbeitgeber, mehrfach schriftlich darauf hingewiesen hat, daß er eine solche Datensicherung nicht durchführen konnte, weil ihm dazu die Zeit oder Komponenten oder Räume fehlten. SAN und NAS sind zwei Techniken, die heute erfolgreich produktiv genutzt werden.

Als dritte, neue Technologie soll **Internet-SCSI** (iSCSI) die Vorteile von SAN und NAS in sich vereinigen. Bei iSCSI transportiert man das SCSI-Protokoll mit TCP/IP heute über Gigabit-Ethernet und morgen via 10GE. Damit dies sehr schnell erfolgen kann, wurden SCSI-Protocol und TCP/IP-Netzwerktreiber in einem Chip integriert. Das Server-Betriebssystem erkennt so nur eine SCSI-Karte und muß daher für iSCSI nicht angepaßt werden. Als Netzwerk kann man einfach Gigabit-Ethernet unter TCP/IP einsetzen. Cisco kann schon einen Storage-Router liefern. Man muß abwarten, was die Zukunft für iSCSI bringen wird.

Neuerungen

Der Autor plant eine Webseite ins Internet zu stellen. Auf dieser Seite gibt es dann Freeware-Programme zu den Buchthemen, letzte Ergänzungen und aktuelle Tips: **www.peter-joecker.de** gleich **www.network-joker.de**

Danksagung

Viele haben mir bei meinem Buch geholfen. Besonderer Dank gilt folgenden Personen: insbesondere Claudia Rauch, aber auch Thomas Novak sowie meinem Lektor Roland Werner und der Fa. Fluke für das Titelbild (www.fluke.de). Das Buch widme ich meinem Sohn Jens, der mich in Ruhe schreiben ließ.